

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Francisco Beltrão
Curso de Engenharia Ambiental

LUCAS GABRIEL SANTOS MARQUES

**PROPOSIÇÃO DE MÉTODOS DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA NA ESCOLA
NOVO PROGRESSO, MARMELEIRO/PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Francisco Beltrão

2019

LUCAS GABRIEL SANTOS MARQUES

**PROPOSIÇÃO DE MÉTODOS DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA NA ESCOLA
NOVO PROGRESSO, MARMELEIRO/PR**

Projeto referente ao Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da UTFPR, Campus Francisco Beltrão.
Orientadora: Prof.^a Msc. Cleila Navarini
Coorientadora: Prof.^a Msc. Priscila Conceição Ribeiro

Francisco Beltrão
2019



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**Proposição de métodos de arquitetura bioclimática na escola Novo
Progresso, Marmeleiro/PR.**

por

Lucas Gabriel Santos Marques

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 10 horas, do dia 05 de julho de 2019, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Banca Avaliadora:

Cleila Navarini

(Presidente da Banca)

Guilherme Bertoldo

(Membro da Banca)

Tatiana Ghisi

(Membro da Banca)

Denise Andréia Szymczak

(Professora Responsável pelo TCC)

Wagner de Aguiar

(Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental)

“O Termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do curso de Engenharia Ambiental”

RESUMO

MARQUES, L.G.S. **PROPOSIÇÃO DE MÉTODOS DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA NA ESCOLA NOVO PROGRESSO, MARMELEIRO/PR.** 2019. 103p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019.

A eficiência energética nas edificações tem tomado um papel cada vez mais relevante no cenário mundial e no Brasil. O modelo internacional arquitetônico, advindo da Revolução Industrial, gerou a propagação de sistemas de climatização mecanizados, que acarretam maiores gastos energéticos para o conforto térmico adequado. Considerando este contexto, esse estudo propõe a utilização de estratégias bioclimáticas para a edificação. Utilizando a carta psicométrica, para o cruzamento de dados geográficos, fundamentaram-se as ações a ser tomadas visando a climatização interna adequada para a Escola Municipal Novo Progresso localizada no município de Marmeleiro/PR. Foi proposto o uso de jardim vertical, painéis solares, sistema aproveitamento da água pluvial, construção de um parquinho de pneus e de uma composteira. Estima-se uma considerável diminuição na conta de energia, no uso de condicionadores de ar e redução do uso de água do manancial. Contribui ainda para a sensibilização ambiental dos docentes, discentes e comunidade.

Palavras chave: Conforto térmico, sustentabilidade, medidas bioclimáticas, painéis solares, composteira e água pluvial.

ABSTRACT

MARQUES, L.G.S. PROPOSITION OF BIOCLIMATIC ARCHTECTURE METODS AT THE NOVO PROGRESSO SCHOOL, MARMELEIRO/PR. 2019. 59 p. Course Completion Work (Bachelor in Environmental Engineering). Federal Tecnological University of Paraná, Francisco Beltrão, 2019.

The energy efficiency on buildings has taken a more relevant paper in the world scenario and in Brazil. The international architectural model, wich comes from the Industrial Revolution, generated a propagation of mechanical acclimatization, wich entail bigger energetic spending for the adequate thermal comfort. Considering this context, this study proposes the use of bioclimatic strategies for the school building. Using the psychometric chart, for the crossing with the geographic data, giving basis to the actions to be taken for an adequate internal thermal comfort at the Novo Progresso school located at the city of Marmeleiro/PR. It was proposed the use of vertical garden, solar panel, system of rain water reuse, construction of a tire made playground and a organic compound system. It's estimated a considerable reduce in the energy bill, in the air conditioning system and reduction on the use of water. Contributing to the environmental awareness along students, professors and community.

Key words: Thermal comfort, sustainability, bioclimatic metods, solar panels, organic compound and rain water.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Carta bioclimática de Givoni	16
Gráfico 2 – Estimativa dos resíduos sólidos gerados em uma escola.	34
Gráfico 3 - Médias mensais de temperatura máxima, mínima e precipitação dos últimos 30 anos.	39
Gráfico 4 - Total faturado em kWh e Valor a pagar de 12/2016 a 11/2017	49
Gráfico 5 – Média de precipitação mensal da cidade de Marmeleiro - Paraná	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Identificação das zonas de conforto	17
Tabela 2 - Tabela de recomendações para zona bioclimática 2	41
Tabela 3 – Relação de custos dos materiais para construção da cortina verde	49
Tabela 4– Relação de custos dos materiais para construção do coletor solar	56
Tabela 5 – Relação de custos dos materiais para construção sistema de reuso de água pluvial	61
Tabela 6 – Média de número de alunos e geração mensal de resíduos das escolas de São Paulo	66
Tabela 7 – Relação de custos dos materiais para construção da composteira	69

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO.	15
FIGURA 2 – SISTEMA MODULAR DA EMPRESA GSKY PLANT SYSTEMS	22
FIGURA 3 – PAREDE VIVA NO PRÉDIO DA UNICAMP/SP	23
FIGURA 4 – MODELO DE COLETOR SOLAR ALTERNATIVO PROPOSTO	29
FIGURA 5 - SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL.....	32
FIGURA 6 – PARQUINHO DE PNEUS.....	35
FIGURA 7 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE MARMELEIRO-PR.....	36
FIGURA 8 – MAPA DA CIDADE DE MARMELEIRO COM LOCALIZAÇÃO DA ESCOLA.....	37
FIGURA 9 – LOCALIZAÇÃO DA ESCOLA NOVO PROGRESSO	38
FIGURA 10 - DETALHAMENTO DA LOCALIZAÇÃO	38
FIGURA 11 - ENQUADRAMENTO BIOCLIMÁTICO DO MUNICÍPIO DE MARMELEIRO	41
FIGURA 12- PLANTA BAIXA ESCOLA NOVO PROGRESSO.....	42
FIGURA 13 – PLANTA BAIXA DE IMPLANTAÇÕES	43
FIGURA 14A – INSOLAÇÃO FACHADA OÉS-NOROESTE	44
FIGURA 14B– INSOLAÇÃO DA EDIFICAÇÃO LÉS-SUDESTE	44
FIGURA 16 – VISTA FRONTAL DA CORTINA VERDE PROPOSTA (PORÇÃO NORTE DA EDIFICAÇÃO)	45
FIGURA 17 – DETALHAMENTO VISTA FRONTAL (PORÇÃO NORTE DA EDIFICAÇÃO)	46
FIGURA 18 - VISTA SUPERIOR DA CORTINA VERDE PROPOSTA (PORÇÃO NORTE DA EDIFICAÇÃO)	46
FIGURA 19 – DETALHAMENTO VISTA SUPERIOR DA CORTINA VERDE.....	46
FIGURA 20 – PLANTA BAIXA (CORTE BB')	47
FIGURA 21 – VISTA FRONTAL DA CORTINA VERDE PROPOSTA (PORÇÃO SUL DA EDIFICAÇÃO)	47
FIGURA 22 – DETALHAMENTO VISTA HORIZONTAL (PORÇÃO SUL DA EDIFICAÇÃO)	48
FIGURA 23 - VISTA SUPERIOR DA CORTINA VERDE PROPOSTA (PORÇÃO SUL DA EDIFICAÇÃO)	48
FIGURA 24 - DETALHAMENTO VISTA SUPERIOR DA CORTINA VERDE	48
FIGURA 25 – COLETOR SOLAR ALTERNATIVO.....	50
FIGURA 26 – SISTEMA FOTOVOLTAICO LIGADO A REDE	50
FIGURA 27 – CORTE DA GARRAFA PET	51
FIGURA 28 – LAVAGEM DA GARRAFA PET.....	51
FIGURA 29 – ALETA FEITA DE LATA DE ALUMÍNIO.....	52
FIGURA 30 – FABRICAÇÃO ALETAS DE LATAS DE ALUMÍNIO.....	52
FIGURA 31 – ALETA DE LATA DE ALUMINIO FABRICADA E PINTADA.....	52
FIGURA 32 – ENCAIXE DAS ALETAS E GARRAFAS PETS NO CANO PINTADO.....	52
FIGURA 33 – ENCAIXE DAS GARRAFAS PETS	53
FIGURA 34 – GARRAFAS E ALETAS POSICIONADAS NO CANO	53
FIGURA 35 – DETALHAMENTO TE’S ENCAIXADOS NO SISTEMA.....	53
FIGURA 36 – MÓDULO DE COLETORES MONTADO	53
FIGURA 37 – MODELO DE UM MÓDULO DE COLETOR SOLAR, VISTA COM PEÇAS EXPANDIDAS.	54
FIGURA 38 – MODELO DOS TRÊS PROTÓTIPOS ENCAIXADOS	54

FIGURA 39 – LOCALIZAÇÃO DO PAINO SOLAR	55
FIGURA 40 – DETALHAMENTO LOCALIZAÇÃO DO PAINEL SOLAR	55
FIGURA 41 – LOCALIZAÇÃO DO MÓDULO ATRÁS DA COZINHA.....	57
FIGURA 42 – DETALHAMENTO DO MODULO DE ÁGUA PLUVIAL ATRÁS DA COZINHA	58
FIGURA 43 – LOCALIZAÇÃO DO MÓDULO NA PARTE DO FUNDO DA EDIFICAÇÃO.....	58
FIGURA 44 – DETALHAMENTO DA LOCALIZAÇÃO DO MÓDULO DO FUNDO DA EDIFICAÇÃO....	59
FIGURA 45 – DETALHAMENTO SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA PLUVIAL	60
FIGURA 46 – CONEXÕES DE TE'S E COTOVELOS PARA PARTE SUPERIOR E INFERIOR DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL	60
FIGURA 47 – MEDIDAS DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL.....	61
FIGURA 48 – LOCALIZAÇÃO DO PARQUINHO DE PNEUS NA PLANTA BAIXA.....	62
FIGURA 49 – DETALHAMENTO LOCALIZAÇÃO DO PARQUINHO	63
FIGURA 50 – VISTA DA PIRÂMIDE DE PNEUS.....	63
FIGURA 51 – CROSSFIT DE PNEUS.....	63
FIGURA 52 – BALANÇO DE PNEUS	63
FIGURA 53 – VISÃO SUPERIOR DO PARQUINHO	63
FIGURA 54 – RESÍDUOS QUE PODEM SER COLOCADOS NA COMPOSTEIRA.	64
FIGURA 55 – MODELO DE COMPOSTEIRA.	64
FIGURA 56 – PLANTA BAIXA DA ESCOLA COM A LOCALIZAÇÃO DA COMPOSTEIRA.....	65
FIGURA 57 – VISTA DO PALETE	66
FIGURA 58 – INSTRUÇÕES DE FIXAÇÃO DOS PALETES NA PARTE TRASEIRA.....	67
FIGURA 59 – INSTRUÇÕES DE FIXAÇÃO NA PARTE FRONTAL	67
FIGURA 60 – VISTA SUPERIOR DA COMPOSTEIRA	68
FIGURA 61 – MODELO DE COMPOSTEIRA	68
FIGURA 62 – ESQUEMA DE CAMADAS DA COMPOSTEIRA	69

SUMÁRIO

TCC2

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 NBR 15220	15
3.2 Carta bioclimática de Givoni	16
3.3 Arquitetura escolar	17
3.4 Jardins verticais	19
3.4.1 Contexto histórico	20
3.4.2 - Classificação dos jardins verticais	21
3.4.3 - Particularidades dos jardins verticais	23
3.4.4 - Benefícios ao ser humano	25
3.5 - Energia solar	26
3.5.1 - Princípios	26
3.5.2 Tecnologias fotovoltaicas	26
3.5.3 - Pannel fotovoltaico	27
3.5.4 - Sistemas fotovoltaico	28
3.5.5 - Coletor solar alternativo	28
3.6 Reuso de águas pluviais	29
3.6.1 Contexto	29
3.6.2 Aproveitamento de água da chuva	30
3.6.3 Sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial	31
3.7 Educação ambiental por meio de práticas sustentáveis	33
3.7.1 Composteira	33
4. MATERIAIS E MÉTODOS	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 Definição da zona bioclimática e zona solar	41
5.2 Jardins verticais	43
5.2 Sistema solar	49
5.3 Reuso de água pluvial	56
5.4 Parquinho de pneus	61
5.5 Composteira	64

5.6 Estimativas de melhora na eficiência da edificação	70
6 CONCLUSÃO	73
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	73
Referências	1
ANEXO I	1
ANEXO II	2
ANEXO III	6

1 INTRODUÇÃO

As preocupações com a eficiência energética surgem no Brasil na década de 70, com a crise do petróleo e sua escassez, os preços desta matriz energética sobem, obrigando o país a buscar fontes alternativas para garantir o atendimento da demanda energética, nesta época surge, por exemplo, o Proálcool, programa que incentivou a produção de etanol (BRASIL, 2010).

A troca do uso de fontes de energia fóssil por renováveis, figura nas questões mais relevantes na agenda internacional das políticas públicas, em documentos elaborados pela Organização das Nações Unidas (ONU), Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Agência Internacional de Energia (AIE), Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e muitas instituições que investem nos estudos de eficiência energética (PEREIRA, 2014).

Dadas às circunstâncias, desenvolveram-se no país diversos programas de eficiência energética reconhecidos internacionalmente como o Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) (BRASIL, 2010).

A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, cria em 1987, a partir do relatório Nosso Futuro Comum, o conceito de desenvolvimento sustentável, que busca um modelo capaz de atender a demanda de consumo atual, sem que sejam comprometidas as necessidades das gerações futuras (BRASIL, 2010).

Os maiores gastos em edificações públicas são para condicionamento de ar local e iluminação artificial, sendo estimados respectivamente em 48% e 23% dos gastos totais, a partir destes dados, nota-se que um projeto que leve em consideração o clima, o uso de estratégias de iluminação natural, aquecimento e resfriamento dos ambientes, terá um enorme potencial de redução da demanda no futuro (LAMBERT, DUTRA, PEREIRA; 2014).

O uso racional dos recursos hídricos é uma das principais medidas de programas internacionais para o desenvolvimento sustentável, para isso o consumo atual de água deve ser repensado, visando à promoção do acesso à água potável a todos os cidadãos. Além do investimento em novas tecnologias que propiciem um

melhor uso dos recursos disponíveis, frisa-se a importância do desenvolvimento de métodos alternativos como o reuso de águas pluviais (ANA, 2005).

As edificações têm como principal papel, fornecer abrigo aos homens, frente às intempéries do ambiente, visando proporcionar um ambiente interno com conforto, mesmo quando, o ambiente externo apresentar condições desagradáveis aos seres humanos, sendo frio ou calor. Historicamente, as construções se utilizavam de métodos arquitetônicos regionalistas, desenvolvidos de forma empírica, porém com a revolução industrial prolifera-se um estilo na arquitetura conhecido como estilo internacional, que padroniza as construções para diferentes condições ambientais e propõe o conforto interno a partir de métodos de climatização mecanizados (BRASIL, 2010).

A qualidade almejada para projetos de edificação escolares está intimamente ligada a exigências funcionais, pedagógicas, formais, de flexibilidade, habitabilidade, sistema estrutural e racionalização construtiva. O ambiente escolar é um equipamento de grande importância no contexto social, cultural e econômico de um país, tendo importância intensificada quando se trata de um país em desenvolvimento com grandes desigualdades sociais (GODOI, 2010).

A arquitetura adequada ao desenvolvimento sustentável será aquela que se utiliza do ambiente natural para obter o conforto na edificação, almejando a redução do consumo energético das edificações, substituindo a climatização mecanizada por métodos de climatização passivos como paredes verdes, aproveitamento da ventilação natural, aproveitamento a luz solar, entre outros métodos. Propõe-se, portanto, a aplicação de métodos arquitetônicos sustentáveis na escola, para que a mesma apresente uma melhor eficiência energética e um ambiente mais agradável a seus usuários.

A escola Novo Progresso, localizada em Marmeleiro/PR utiliza ar condicionado na maioria de seus cômodos internos para a obtenção de conforto térmico, propõe-se, portanto, a aplicação de estratégias bioclimáticas na escola, fazendo com que a mesma apresente uma melhor eficiência energética e maior conforto ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor estratégias bioclimáticas para contribuir com a eficiência energética da Escola Novo Progresso localizada em Marmeleiro, Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o consumo de energia da escola;
- Apresentar classificação bioclimática da escola e recomendações da NBR 15220;
- Propor a construção de painéis verdes;
- Propor sistema de energia solar;
- Propor estratégias de reuso da água da chuva;
- Propor construção de composteira;
- Propor parquinho de pneus.

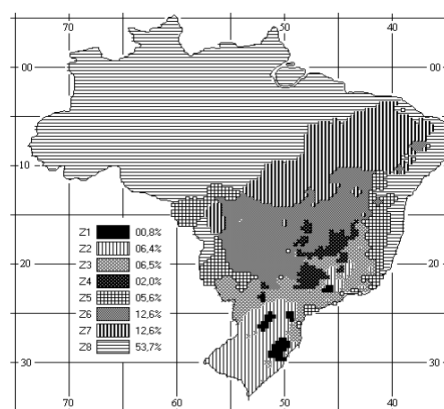
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na revisão bibliográfica foram pesquisadas ferramentas que auxiliem na melhoria do conforto ambiental e da sustentabilidade da edificação, propondo a melhora no conforto interno dos ambientes e da qualidade visual por meio de jardins verticais, o aumento da eficiência energética através de sistemas fotovoltaicos, o uso de águas pluviais por sistema de reuso de água e a sensibilização da comunidade por meio da instalação de uma composteira.

3.1 NBR 15220

A NBR 15220 (2005) divide o Brasil em oito diferentes zonas bioclimáticas (Figura 1) e traz recomendações para cada zona segundo as seguintes condições: tamanho das aberturas para ventilação, proteção das aberturas, vedações externas e estratégias de condicionamento térmico passivo.

Figura 1 - Zoneamento bioclimático brasileiro.



Fonte: NBR 15220 (2005).

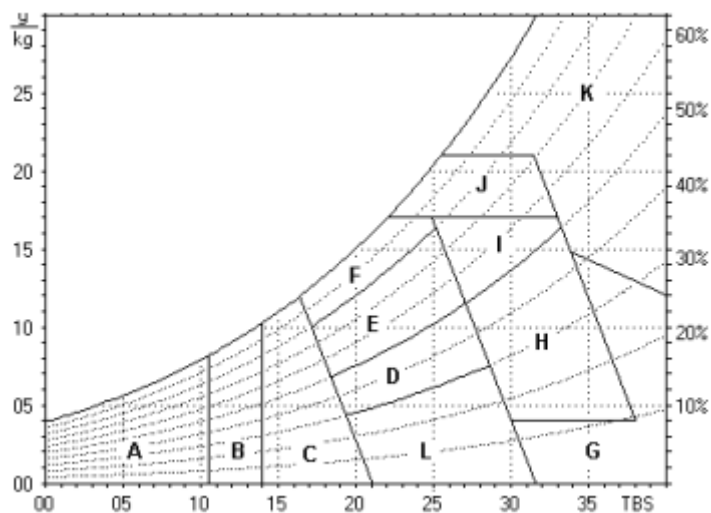
Para a classificação das zonas bioclimáticas do Brasil a NBR fundamenta-se nos parâmetros: posição geográfica, médias mensais das temperaturas máximas, médias mensais das temperaturas mínimas e médias mensais da umidade relativa do ar. As estratégias bioclimáticas a serem adotadas em cada zona foram baseadas na carta bioclimática de Givoni (1992) (YOSHIDA; GONÇALVES; LAMBERT, 2006).

3.2 Carta bioclimática de Givoni

A carta bioclimática de Givoni (Gráfico 1) é um gráfico dividido em zonas que demonstram quais as estratégias a serem usadas para que se alcance o conforto humano dentro da edificação. O eixo “x” representa a temperatura do bulbo seco e o eixo “y” a umidade do ar, curvas psicrométricas representam a umidade relativa do ar (MANZANO-AGUGLIARO et al., 2015).

O gráfico é dividido em zonas que representam as regiões de conforto térmico, regiões que necessitam de técnicas de aquecimento e regiões que necessitam técnicas de resfriamento (Tabela 1). Sempre que possível devem ser utilizadas medidas de resfriamento e aquecimento que tenham custo zero de energia, caso não sejam suficientes, serão consideradas as medidas mecanizadas (MANZANO-AGUGLIARO et al., 2015).

Gráfico 1 - Carta bioclimática de Givoni



Fonte: BOGO (2008).

Tabela 1 – Identificação das zonas de conforto

A – Zona de aquecimento artificial (calefação)	G + H – Zona de resfriamento evaporativo
B – Zona de aquecimento solar da edificação	H + I – Zona de massa térmica de refrigeração
C – Zona de massa térmica para aquecimento	I + J – Zona de ventilação
D – Zona de Conforto Térmico (baixa umidade)	K – Zona de refrigeração artificial
E – Zona de Conforto Térmico	L – Zona de umidificação do ar
F – Zona de desumidificação (renov. do ar)	
	<u>* Ausência da estratégia de controle solar.</u>

Fonte: BOGO (2008).

Para que as medidas arquitetônicas propostas por Givoni sejam efetivas deve-se analisar as condições em que a edificação se localiza, a zona do gráfico se define de acordo com as circunstâncias climáticas do ambiente. As áreas situadas na zona de conforto térmico definidas pelo gráfico não necessitam de medidas de correção climática, já as zonas que se encontram fora da zona de conforto, necessitam de medidas de correção climática (MANZANO-AGUGLIARO et al., 2015).

A arquitetura vernacular pode ser caracterizada como um modelo de projeto, que se utiliza de métodos para o conforto interno dos ambientes, a partir do aprendizado prático, diferente do método de Givoni, que propõe medidas genéricas baseadas em dados climáticos, o modelo vernacular traz diferentes exemplos de arquitetura regional, desenvolvidos de acordo com a experiência dos usuários das edificações locais.

3.3 Arquitetura escolar

Nos últimos anos os problemas socioambientais da sociedade têm trazido questionamentos quanto ao modelo de desenvolvimento adotado pelo mundo e suas consequências, fazendo com que se procurem novas formas de conectar conhecimentos e valores, tanto novos, quanto antigos, e suas relações com a natureza, de modo a aumentar nossa capacidade de autoconhecimento e de participação, para que com responsabilidade e de forma colaborativa, possam ser tomadas decisões sobre futuro e presente, visando a construção de uma sociedade sustentável (TOMIO;ADRIANO;SILVA, 2016).

No Estado do Paraná um grande número de escolas públicas seguem modelos de projetos arquitetônicos padronizados, elaborados em módulos ajustados as necessidades das novas escolas, dependendo do número de alunos e das condições do terreno em que serão construídas. A padronização acelera o processo de licitação, porém, se a implantação e a orientação solar das edificações não levarem em conta as características climáticas da região, a escola certamente terá o conforto de sua edificação afetado (GODOI, 2010).

Dadas às informações, surge o desafio da escola em apresentar um espaço e tempo de convivência que promovam percursos formativos significativos, tendo uma formação integrada com a natureza e outras dimensões do meio ambiente (TOMIO; ADRIANO; SILVA, 2016).

No país, experiências para a formação dessas escolas organizam-se a partir de um projeto de “escola sustentável”, legitimado com o Decreto nº 7.083/2010, e que inicia fazendo parte no contexto da Educação Integral e do Programa Mais Educação (BRASIL, 2012).

Projeto que é uma intervenção de políticas públicas, visando uma mudança de paradigma, em resposta a emergência necessária frente as mudanças socioambientais globais, carregando em si as orientações da Avaliação Ecosistêmica do Milênio e do Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, entre outros importantes documentos (TRAJBER; SATOS, 2010).

Quando a escola se foca em busca da sustentabilidade, a mesma deixa de ser uma “ilha”, difundindo-se com a uma comunidade mais ampla, para propor novas respostas para a crise socioambiental e de valores que assola a humanidade nos últimos anos. Em todo o mundo, cresce o número de pessoas e instituições unidas frisando a necessidade de mudança (BRASIL, 2013).

O espaço escolar é formado por um conjunto inseparável de ambiente e elementos que compõem o espaço, que interferem na vida das pessoas inseridas no local. A realidade das condições das edificações escolares, a não conservação de prédios públicos, revela precariedade na funcionalidade das escolas, que apresentam salas de aulas e equipamentos degradados, instalações elétricas danificadas, condições sanitárias deficientes e pouco higienizadas, entre outros (TORRE, 2016).

O espaço cobiçado para uma escola é um ambiente que transmita conforto e segurança a seus usuários. Um recinto limpo, atrativo, ventilado e iluminado representa a utopia em termos de ambiente escolar, assim os estudantes terão mais chances de desenvolver de melhor maneira suas funções cognitivas, sensoriais e motoras (GARBELOTTI, 2011).

Toda a escola deve ser planejada com o intuito de educar, sendo o aprendizado não somente no momento da aula, intenções, espaço, sensações, conforto e limpeza são características que devem ser planejadas para que os usuários aprendam a todo o momento. É fundamental também, que professores e funcionários estejam incluídos neste planejamento, visto que gastam muitas horas de seu dia na edificação (GARBELOTTI, 2011).

Dados os modelos considerados ideais para o ambiente escolar, serão referenciados métodos que se encaixam no caso estudado, propiciando um planejamento exemplar para a reforma da edificação, trazendo aos usuários da edificação o conforto desejado.

3.4 Jardins verticais

A implantação de jardins verticais emerge no âmbito de mitigar os impactos ambientais causados pela urbanização, permitindo uma conexão entre edificação e natureza, ocasiona benefícios ambientais, sociais e econômicos, através da amenização da temperatura do ambiente, economia energética da edificação e benefícios psicológicos aos usuários (MUÑOZ et al., 2019).

Com a diminuição das áreas verdes urbanas, geram-se adversidades ao clima local como a diminuição da velocidade de ventilação natural, o acréscimo da capacidade térmica, o declínio da evapotranspiração e a eclosão de ilhas de calor, que causam um aumento de temperatura nas áreas intensamente urbanizadas (BARBOSA; FONTES, 2016).

Para a definição precisa do modelo que melhor se enquadre ao caso, exploram-se nestes tópicos, o contexto histórico dos jardins, seus tipos e benefícios à sociedade, para uma escolha precisa, levando em consideração as peculiaridades no ambiente do colégio.

3.4.1 Contexto histórico

Segundo Scherer (2014), a origem dos painéis verdes ou jardins verticais não pode ser datado de forma precisa, sendo que em suas primeiras aparições nas edificações, provavelmente ocorreram de forma espontânea, encontrando nestes locais o suporte desejado, porém, foram consideradas como pragas pelos moradores que tentaram se livrar das mesmas. As primeiras tentativas planejadas de jardim vertical se deram pelo cultivo de videiras apoiadas por treliças nas paredes, no século III a.c..

Morelli (2016) relata o começo da história dos jardins verticais com os jardins suspensos da Babilônia, que se utilizando das técnicas de Zigurate, plantando as vegetações em grandes plataformas; representando o controle entre a arquitetura e a paisagem criada, os jardins datam de 600 a 800 a.c. Jardins que retratam a construção da sociedade e sua identificação a partir da cultura de cada época.

A existência do jardim vertical, portanto, não é recente, criou-se apenas uma diferenciação entre crescimento natural e artificial. Quando escolhida a maneira artificial, o projetista tenta recriar um ambiente, propício ao bom desenvolvimento da planta escolhida, que deverá ser escolhida considerando os aspectos do local, como clima, espaço de crescimento, objetivo do jardim, entre outros (COSTA, 2017).

O paisagista francês Auguste Marie François Claziou, introduz o jardim em diversos parques e praças públicas no Rio de Janeiro, na metade do século XIX no Brasil e no século XX o paisagista Atílio Correa Lima introduz no país o conceito paisagístico chamado movimento renovador (MORELLI, 2016).

Segundo Barbosa e Fontes (2016) a integração do jardim com a construção se dá apenas no século XX, pelo movimento cidades-jardim, fazendo com que surjam incentivos para a instalação de fachadas verdes, a cidade de Berlim, na Alemanha, construiu 245 mil metros quadrados de fachadas verdes entre 1983 e 1997.

O uso de telhado e parede verde são tradições milenares em vários países ao redor do mundo. Em 1868, na Exposição Mundial em Paris, surgem novos instrumentos para o fechamento e a cobertura, trazendo ainda um telhado verde que seria o primeiro de muitas propostas experimentais (MORELLI, 2016).

Com o avanço da tecnologia, os jardins verticais tomam novas proporções, se transformando em verdadeiros tapetes de vegetação que revestem áreas

verticais ao redor do mundo, apresentando dois principais tipos e uma infinidade de tecnologias para sua aplicação (BARBOSA; FONTES, 2016).

3.4.2 - Classificação dos jardins verticais

São considerados jardins verticais todas as formas de crescimento e desenvolvimento de vegetação em superfícies delimitadas verticalmente, independente do tamanho, abrangendo grandes edificações e pequenos jardins residenciais, diferenciando-se apenas no tipo de suporte utilizado para a evolução das plantas, classificando-se principalmente de maneira direta, sendo na edificação, ou indireta, com instalação da edificação (BARBOSA; FONTES, 2016).

O termo fachada verde ou jardim vertical, concerne ao revestimento de estruturas verticais, através do desenvolvimento de vegetação auto aderente ou que utilize suporte em sua superfície. Para as classificações e definições gerais, adotaremos o proposto por Sharp et al.(2008) e Pérez (2010) distinguindo os jardins em quatro tipos: sistemas extensivos tradicionais, cortinas verdes, jardineiras perimetrais e sistema intensivo denominado parede verde (SCHERER, 2014).

A distinção entre os sistemas se dá pela forma e local do plantio, refletindo na manutenção e sustentabilidade do painel. Sendo os sistemas extensivos, na maior parte dos casos, trepadeiras plantadas diretamente no solo ou em jardineiras, tendo processo construtivo mais simples e demandando menor manutenção, enquanto os sistemas intensivos quase não há presença de solo, se utilizando de espécies de pequeno porte, fixadas em painéis, apresentando maior complexidade de manutenção, além de altos gastos com adubação e irrigação (SCHERER, 2014).

A Fachada verde tradicional são sistemas extensivos tradicionais constituídos por espécies trepadeiras alto-aderentes, com poder de fixação na alvenaria, através de raízes adventícias ou gavinhas ramificadas. Em sua maioria, essas espécies tendem a crescer em direção a luz, portanto, é interessante plantá-las nas regiões mais sombreadas dos edifícios, assim, naturalmente seu crescimento será em direção ao restante da superfície. Algumas espécies comuns para esta fachada são a *Parthenocissus tricuspidata* (falsa-vinha), *Hedera helix* (Hera inglesa) e a *Ficus pumila* (Unha de gato ou falsa hera) (SCHERER, 2014).

As cortina verdes são aqueles que necessitam de um suporte, que varia quanto ao material utilizado, o formato, a distância entre os apoios e o afastamento da parede, a trepadeira se desenvolverá no suporte escolhido, neste caso, a

vegetação pode se sobrepor às aberturas ou regiões envidraçadas da edificação e não somente às paredes opacas, característica que dá as cortinas verdes o potencial de controle solar. Espécies propícias para a implantação na região sul do Brasil são *Lonicera japonica* (madressilva), *Wisteria floribunda* (glicínia) e *Thunbergia grandiflora* (tumbérgia-azul) (SCHERER, 2014).

Segundo Scherer (2014), as cortinas verdes se dividem em quatro modelos, sendo o modular o que combina módulos metálicos prontos, com jardineiras e treliças, sendo fixados na fachada das edificações (Figura 2). As limitações de substrato e área de crescimento facilitam sua manutenção e controle de expansão; o modelo de treliças em que o plantio das espécies se dá diretamente no solo ou grandes jardineiras contínuas, propiciando maior desenvolvimento da trepadeira, proporcionando maior flexibilidade e viabilidade de variação da composição da fachada para a aplicação de diferentes materiais e distância em relação a parede.

Figura 2 – Sistema modular da empresa GSKy Plant Systems



FONTE: SCHERER (2014).

O modelo cabeado em que cabos servem de base para guiar a vegetação que pode fixar-se no solo ou em jardineiras. Planeja-se a área sombreada pelo controle do afastamento e disposição dos cabos e ainda o modelo em malha que assemelha-se ao sistema de treliças, diferindo por adotar uma malha com células menores e maleáveis para o suporte da vegetação.

As jardineiras perimetrais ou terraços em pavimentos da edificação com o plantio de arbustos, árvores de pequeno porte ou vegetação pendente. Representam ainda uma tendência da arquitetura contemporânea, sendo mais um estilo de jardim vertical.

A parede viva (Figura 3) é um método intensivo, que adota módulos especiais para o crescimento das plantas, formados por painéis geotêxteis, vasos ou blocos com cavidades para o substrato, sem que haja contato da raiz da planta com o solo na base da estrutura, neste modelo, é comum o uso de sistemas hidropônicos, que utilizam somente a irrigação com fertilizantes solúveis. Permitem o uso de uma grande variedade de espécies, formando uma parede com grande impacto visual e é frequentemente tratada como obra de arte (BARBOSA; FONTES, 2016).

Figura 3 – Parede viva no prédio da UNICAMP/SP



Fonte: Morelli (2016)

3.4.3 - Particularidades dos jardins verticais

Para a escolha correta de um jardim vertical é necessário que seja analisada a exposição solar, as variações climáticas, a base de suporte, o crescimento radicular e foliar, os ventos, o arejamento e a estrutura técnica do jardim. Para a escolha da planta, deve-se considerar a forma e taxa de crescimento, a cor e o gosto pessoal (COSTA, 2017).

Os jardins verticais diminuem o fluxo de calor de entrada para ambientes internos, contribuindo com a eficiência térmica e energética da edificação, principalmente em climas quentes, estudos verificaram uma redução de 20% no consumo de energia com aparelhos condicionadores de ar (MUÑOZ et al., 2019).

Nas cidades, as grandes concentrações de edificações e superfícies pavimentadas, promovem o fenômeno conhecido como “ilhas de calor”, onde a temperatura se encontra mais alta do que nas áreas onde a vegetação se encontra presente, geralmente nos arredores da cidade; este fenômeno ocorre devido às

características das superfícies pavimentadas que absorvem, retêm e refletem mais energia solar do que as superfícies vegetadas é ainda agravado devido aos baixos índices de vegetação nos centros urbanos e a poluição, logo, o aumento de vegetação através dos jardins verticais propiciará a amenização do evento (SCHERER; ALVES; REDIN, 2018).

Em regiões marcadas por um inverno de baixas temperaturas é preferível que se utilize uma trepadeira caducifólia na fachada onde incidem mais raios solares e uma espécie perene nos locais de menor incidência, possibilitando um maior ganho térmico na fachada ensolarada e evitando perda de calor nas demais. As espécies perenes criam uma camada isolante de ar e protegem as edificações dos ventos frios do inverno e as caducifólias, permitem a passagem dos raios solares e barram parcialmente a ação dos ventos (SCHERER, 2014).

Com a instalação de fachadas verdes, o sombreamento causado pela interceptação da radiação solar, assim sendo, o fluxo de calor para os interiores da edificação, que apresenta o potencial de redução da temperatura, que reduz o uso de climatização mecânica durante o verão, podendo atenuar a radiação solar entre 40% e 80% (MUÑOZ et al., 2019).

As cortinas verdes por outro lado, apresentam uma interessante proposta para o sombreamento da edificação, oportunizando o bloqueio da radiação solar direta, reduzindo a carga térmica da edificação no verão, além da refrigeração natural do ar que se dará pelos processos de evaporação e transpiração das plantas, reduzindo os gastos com climatização (MORELLI, 2016).

Mecanismos de ação que trazem o potencial de amenizador térmico das fachadas verdes, são descritos por Muñoz et al. (2019), sendo a evapotranspiração, uma função biológica da vegetação, que promove o aumento da umidade; a variação da velocidade do vento na edificação e o isolamento térmico da mesma.

O fator de densidade das plantas da cortina verde é de caráter fundamental, para que se tenha um sistema que proporcione entrada de raios solares no inverno, aquecendo a edificação e cobertura dos raios solares no verão, evitando o aquecimento da edificação (SCHERER, 2014).

A folhagem da vegetação instalada tem capacidade de absorção de parte da radiação solar, transformando-a em calor latente de evaporação da água, é causadora da melhora da qualidade do ar pela absorção de partículas e gases poluentes, apresenta potencial de isolante térmico, promovendo baixa taxa de

renovação do ar da parte externa da edificação, diminuindo as trocas de calor por convecção (MUÑOZ et al., 2019).

Os jardins verticais tem potencial de auxílio no desempenho térmico da edificação tanto em regiões frias, como quentes; nas regiões frias atuam como retardadoras de perda de calor pela parede, nas de clima quente atuam amenizando as temperaturas da superfície da parede, pelo efeito sombra, e geram resfriamento, causado no microclima por ação das plantas adultas (LIMA JUNIOR; MEDEIROS; TAVARES, 2017).

3.4.4 - Benefícios ao ser humano

Quando as plantas realizam a fotossíntese, produzem oxigênio e remove,, no período da noite, o dióxido de carbono do ambiente; prestam serviços ambientais relevantes pela sua coleta e filtro da água doce, contribuem para o ciclo da água no meio, tem ainda, o potencial de manutenção de nutrientes do solo em que se instalam e regulam o potencial de escoamento da solo (FILIPIN; ARAÚJO; FILIPIN, 2016).

A vegetação além de apresentar benefícios ambientais e de regulação térmica, traz benefícios nos sentidos estéticos e psicológicos aos seres humanos, trazendo sensação de bem estar, atuando como um agente restaurador e revigorante, proporcionando a redução de stress (SCHERER; ALVES; REDIN, 2018).

A vegetação nas áreas urbanas tem potencial de reter, provisoriamente, partículas suspensas da atmosfera e absorver gases que participam da poluição atmosférica, como óxido de enxofre e de nitrogênio, monóxido de carbono, compostos orgânicos e partículas em suspensão (FILIPIN; ARAÚJO; FILIPIN, 2016).

Tratados os tipos de jardins verticais, os fatores que devem ser considerados para a instalação, e as vantagens de sua instalação, segue-se para a revisão bibliográfica de energia solar, visando entender qual o melhor sistema para adequar a eficiência energética da edificação.

3.5 - Energia solar

3.5.1 - Princípios

Energias renováveis são fontes de energia consideradas ilimitadas pois se renovam constantemente, promovendo assim a produção sustentável de energia elétrica, não se utilizando de recursos finitos, nem poluentes (FIRMINO; SOUSA, 2015).

Devido aos altos índices de emissões atmosféricas provenientes da produção de energia elétrica, com o início das preocupações com as alterações climáticas, o século XX traz consigo a busca por tecnologias sustentáveis que substituísse as fontes altamente poluidoras e não renováveis como o carvão, o petróleo e o gás natural (FIRMINO; SOUSA, 2015).

A energia fotovoltaica apresenta baixos índices de eficiência por aproveitar apenas uma pequena parcela da radiação solar, considerando isso, ainda são necessários altos investimentos na busca de melhores tecnologias (ALMEIDA et al., 2015).

A energia solar fotovoltaica consiste na geração de energia elétrica pela conversão direta da radiação solar em eletricidade e se dá pelo dispositivo chamado de célula fotovoltaica que se utiliza do efeito fotoelétrico (FIRMINO, 2015).

A energia solar pode também ser utilizada de maneiras alternativas, como para o aquecimento de água, por placas construídas com materiais que tenham capacidade de absorção da radiação solar, essa água aquecida, passando pela edificação pode se comportar como um sistema de aquecimento da edificação e servir para utilização em chuveiros (FIRMINO; SOUSA, 2015).

3.5.2 Tecnologias fotovoltaicas

O principal material usado na fabricação de células fotovoltaicas é o Silício(Si) sendo explorado nas formas cristalina, poli cristalina e amorfa. As classificações se dão de acordo com o material e as características das placas (ALMEIDA, 2015).

As células compostas por silício cristalino(c-Si), se subdivide em silício monocristalino (m-Si) e silício policristalino (p-Si), corresponde por 85% do mercado, sendo uma tecnologia considerada de alta eficiência, consolidada e confiável (CEPEL & CRESESB, 2014).

As células chamadas de filmes finos, se subdivide em três cadeias: silício amorfo (a-Si), disseleneto de cobre, índio e gálio (CIGS) e telureto de cádmio (CdTe). As células fotovoltaicas orgânicas que ainda se encontram em fase de pesquisa e desenvolvimento (ALMEIDA et al., 2015).

O Módulo fotovoltaico silício monocristalino (m-Si) é obtido por fatias de um único grande cristal, imerso em silício fundido. No processo o cristal recebe mínimas quantidades de boro, formando um semiconductor tipo “p”⁸, este semiconductor recebe ainda, após o corte, impurezas tipo “n”⁹, submetidas em fornos de altas temperaturas para receber o fósforo (ALMEIDA, 2015).

O Módulo fotovoltaico silício policristalino (p-Si) apresenta menor eficiência que a placa de silício monocristalino, apesar de ser do mesmo material, esta característica se dá devido a formação da placa, que é de um material fundido e solidificado, gerando um bloco com grandes quantidades de cristais, apresentando maior probabilidade de defeitos, porém, apresenta um custo mais baixo que as placas monocristalinas (ALMEIDA et al., 2015).

As placas de filmes finos utilizam diferentes materiais semicondutores, e técnicas de deposição, entre os materiais mais examinados para este tipo de placa se encontra o silício amorfo (a-Si), apresenta grande vantagem por consumir menos matéria prima e menor gasto energético na fabricação, apresentando um custo mais baixo, além de menor complexidade no processo de fabricação, propiciando processos automatizados para a produção em larga escala (ALMEIDA et al., 2015).

As placas de células orgânicas constituem a mais nova das tecnologias fotovoltaicas, se apresentam em fase de pesquisa e desenvolvimento, fundamenta-se na utilização de um semiconductor orgânico, que é incumbido da absorção de luz, geração, separação e transporte das cargas. São consideradas uma alternativa próspera no objetivo de converter radiação solar em energia com baixos custos (ALMEIDA et al., 2015).

3.5.3 - Painel fotovoltaico

O painel fotovoltaico se dá pela junção de células fotovoltaicas conectadas entre si, formando o módulo fotovoltaico, que é o principal componente de um sistema fotovoltaico, é também chamado de gerador fotovoltaico, por ser responsável pela captação dos raios solares e conversão em energia elétrica (ALMEIDA et al., 2015).

Estes painéis existem nas mais diversas formas e tamanhos. Apesar de se tratar da parte mais cara da instalação, o retorno a longo prazo é garantido, sendo possível, o fornecimento de energia a rede em casos de sobra, sendo de grande valia ao meio ambiente (FIRMINO; SOUSA, 2015).

3.5.4 - Sistemas fotovoltaico

Os Sistemas autônomos ou isolado (OFF GRID) não são ligados a rede elétrica convencional, portanto, caso o sistema seja montado sem a utilização de baterias, a energia deverá ser utilizada no mesmo momento que é produzida, não havendo possibilidade de armazenamento e inviabilizando a utilização da energia em períodos sem sol; a utilização de baterias seria interessante por permitir o armazenamento da energia elétrica, porém, apresentam um alto custo (ALMEIDA, 2015).

Os Sistemas ligados à rede (ON GRID) são sistemas ligados à rede elétrica, portanto, a energia criada no sistema fotovoltaico em corrente contínua é transformada em corrente alternada, à partir da utilização de um inversor, está será injetada na rede elétrica (ALMEIDA et al., 2015).

3.5.5 - Coletor solar alternativo

O aquecimento de água por chuveiros elétricos representa um alto gasto de energia elétrica nos domicílios brasileiros, 67,6% das residências possuem um, totalizando 18 milhões de unidades. Na contramão dos países desenvolvidos que tem o aquecimento por energia solar já difundido, apresentando-se em 80% das residências, o Brasil ignora seu alto potencial solar, deixando a desejar na divulgação desta tecnologia e na falta de políticas públicas que incentivem seu uso (SANTOS, 2008).

O estudo de coletores solares alternativos para o aquecimento de água vem crescendo devido ao alto custo da tecnologia convencional, portanto, buscam-se opções que viabilizem a popularização desta tecnologia, visando uma diminuição dos gastos com energia elétrica e o acesso em casos onde não há rede de energia elétrica. Estudos de coletores solares de plástico têm sido realizados desde os anos 70, analisando a melhor forma de construção para que os coletores tenham rendimento satisfatório (COSTA, 2007).

Enquanto os painéis fotovoltaicos são voltados para geração de energia elétrica, demandando de equipamentos mais caros, os coletores solares para o aquecimento de água podem ser feitos com equipamentos mais populares, visando o aquecimento do líquido, funcionam absorvendo e transferindo a radiação solar para um fluido de trabalho sob a forma de energia térmica (ABREU, 2009).

O trabalho realizado por Santos em 2009, traz uma análise de 7 diferentes composições de coletores, descrevendo minuciosamente a composição de cada e calculando seu desempenho, baseado neste estudo propõe-se que seja instalado na edificação o chamado, coletor aletado duplo, um coletor composto aletas, elaboradas reutilizando latas de alumínio, garrafas PET, canos de PVC de 20mm de diâmetro, tês do mesmo material e diâmetro, tinta preta fosca e cola para PVC (Figura 4).

Figura 4 – Modelo de coletor solar alternativo proposto



Fonte: SANTOS (2008).

3.6 Reuso de águas pluviais

3.6.1 Contexto

O aumento da população mundial se associa a capacidade das sociedades de fornecerem água para suas populações, períodos de grandes propagações de doenças se conectam à falta de qualidade da água dos tempos antigos, hoje com as informações microbiológicas sabe-se da importância do consumo de água de qualidade (TREVISAN et al., 2017).

Uma fundamental mudança deve ocorrer nos padrões de produção e consumo da sociedade em que vivemos, para que os princípios globais do

desenvolvimento sustentável sejam atingidos. O consumo de natureza hídrica de grandes conglomerados populacionais exerce forte pressão sobre os mananciais que provém à mesma (ANA, 2005).

O uso deste bem estratégico deve se dar de forma racional, proporcionando um crescimento econômico e a manutenção da qualidade de vida da população. Para tanto, verifica-se a necessidade de investimentos no desenvolvimento tecnológico e na busca de ampliação da oferta de água de maneira alternativa, como no reuso de água, lembrando-se de realizar a manutenção dos sistemas existentes, para evitar perdas e tratar a gestão da demanda de maneira eficiente (ANA, 2005).

Durante períodos de crise hídrica o desperdício de água potável, conduz a um repensar do sistema educacional, onde as práticas sustentáveis devem ser incorporadas, evitando que o problema se perpetue nas gerações futuras. O Brasil deve sair da lista dos países subdesenvolvidos que investem muito no crescimento econômico e deixam as preocupações com o meio ambiente de lado. Necessita-se da criação de um sistema educacional que tenha a educação ambiental como item transversal, presente em todas as disciplinas, para que se explicitem as relações dos seres com o meio onde vivem, e a importância com um meio ambiente saudável (EL TUGOZ; BERTOLINI; BRANDALISE, 2017).

Instalar um sistema de reuso de água em uma escola é uma ferramenta de sensibilização de toda a comunidade frequentadora do local, oportunizando o desenvolvimento de cidadãos multiplicadores de atitudes sustentáveis. O sistema contribuirá para um uso mais racional do recurso, que se enquadra então na Resolução CD/FNDE nº 18, de 21 de maio de 2013, que promove assistência financeira para projetos que contribuam para o uso racional da água (EL TUGOZ; BERTOLINI; BRANDALISE, 2017).

3.6.2 Aproveitamento de água da chuva

A água é essencial para toda a vida existente, e embora a superfície terrestre esteja em sua maior porção coberta pela mesma, a maior fatia desta água não é potável, sendo somente 0,67% considerada potável. Além da clara escassez, outro grande problema é sua distribuição, abundante em alguns locais e inexistente em outros, estima-se que um bilhão de pessoas enfrentam todos os dias problemas referentes à indisponibilidade de água. Considerando esta situação, a reutilização

da água e os sistemas de coleta e utilização da água da chuva, surgem como meios para conservar e otimizar seu aproveitamento, apesar de se tratar uma região que tem o recurso em abundância, a sensibilização da população é de caráter fundamental para que não ocorra o gasto inconsciente, gerando situações de carência de água no futuro (GOLDENFUM, 2006).

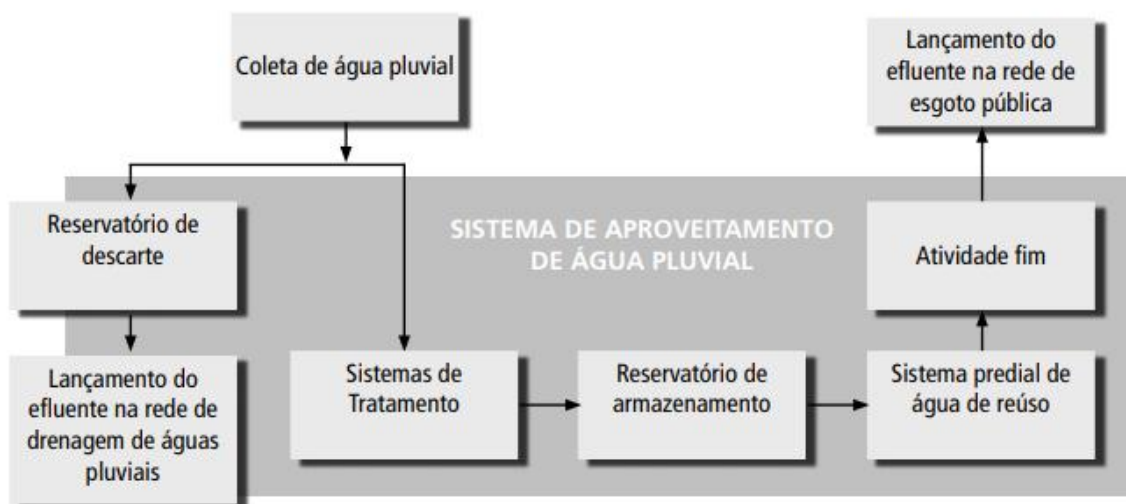
A água pluvial é uma fonte de água limpa, porém ao atingir a superfície terrestre, encontra inúmeras oportunidades de contaminação. Nas cidades podendo ser contaminada antes mesmo de chegar ao solo, devido aos altos índices de poluição do ar, realidade que se apresenta também nas zonas rurais do país, devido a propagação do uso indiscriminado de agrotóxicos. A água pluvial deve portanto receber o tratamento adequado para sua destinação final, que neste caso serão de rega de plantas e limpeza (GOLDENFUM, 2006).

3.6.3 Sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial

Coleta-se a água pluvial em áreas impermeáveis como telhas e pátios, em seguida, se encaminha para os reservatórios, onde deverá receber o tratamento apropriado e posteriormente ser utilizada de acordo com os padrões de qualidade apresentados. O parecer financeiro dos projetos de aproveitamento de água pluvial apresenta um histórico favorável, possibilitando grande redução nos valores das contas de água (ANA, 2005).

O livro Conservação e reuso de águas, da ANA, elaborado em 2005, traz ainda uma metodologia básica para a projeção de um sistema de coleta, tratamento e uso de água pluvial (Figura 5), considerando os seguintes fatores: determinação da precipitação média local em milímetros por mês, da área de coleta e do coeficiente de escoamento superficial, pede-se a caracterização da qualidade da água pluvial, para que então se realizem os projetos do reservatório de descarte e do reservatório de armazenamento, serão então determinadas, com base na demanda e qualidade, as identificações dos usos da água, estabelecendo-se então os tratamentos necessários para os respectivos usos das águas e por fim serão projetados os sistemas de tratamento das águas (ANA, 2005).

Figura 5 - Sistema de aproveitamento de água pluvial.



FONTE: ANA (2005).

São estabelecidos os principais cuidados que devem ser tomados no processo construtivo deste sistema para que seja obtida segurança no abastecimento, manutenção da qualidade da água armazenada e os níveis operacionais adequados. Ressalta-se que se não se deixe entrar luz do sol no reservatório, para que microrganismos não se proliferem, a tampa de inspeção deverá permanecer fechada, a instalação de uma grade na extremidade de saída do tubo extravasado é recomendada para que não entrem animais de pequeno porte (ANA, 2005).

O reservatório será limpo anualmente, para a remoção dos sedimentos depositados, o reservatório de armazenamento deve ser projetado com uma declividade no fundo em direção à tubulação de drenagem, facilitando a limpeza, é importante que se assegure que a água coletada seja somente utilizada para fins não potáveis, como lavagem de piso e irrigação de jardim, as torneiras contendo a água do sistema de reúso serão identificadas como “Água não potável” e submetera-se a qualidade da água a um processo programado de monitoramento (ANA, 2005).

3.7 Educação ambiental por meio de práticas sustentáveis

3.7.1 Composteira

A poluição, gerada pelos diversos tipos de materiais descartados pela população, todos os dias, despertou uma preocupação para com o meio ambiente. Surge então a necessidade de não somente observar, de maneira passiva, o aumento da poluição, mas de buscar alternativas para sua redução. Considerando a estimativa de que cada cidadão, do Brasil, produz, em média, entre 600 gramas a 1 quilo de resíduos por dia, multiplicando esta aparente pequena quantia pela população do país, chega-se ao exorbitante valor de 240 mil toneladas de resíduos sólidos por dia (SOUZA, 2015).

Diante deste problema, a compostagem, que consiste no processo biológico de decomposição dos resíduos sólidos orgânicos, resultando em um material de aspecto escuro, denominado composto orgânico, surge como uma alternativa técnica, financeira e ambientalmente adequada. Dentre os resíduos que podem ser compostados incluem-se os restos de alimentos, gramas, esterco, serragem, sobras de podas ou, entre outros (SANTOS, 2007).

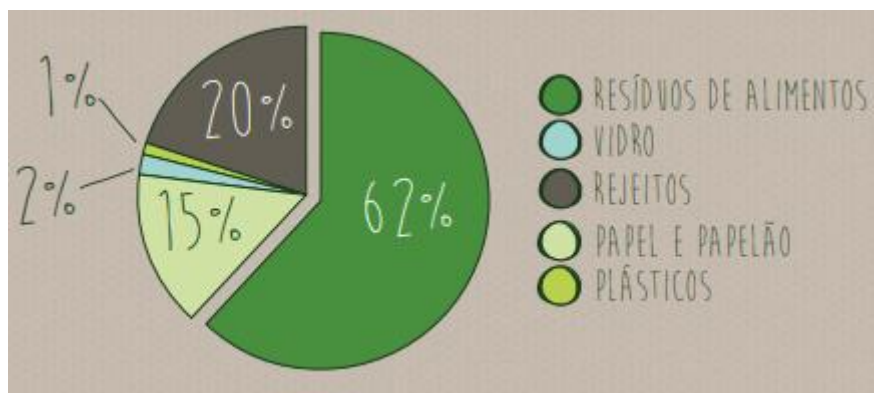
O meio ambiente atua como uma economia circular com “desperdício zero”, portanto, a matéria produzida que na sociedade é vista como sem utilidade, é na verdade naturalmente decomposta e utilizada pelo próprio meio como uma “base para a vida”, rico em nutrientes, o composto orgânico é um excelente meio para o crescimento de plantas (RICCI, 2016).

O estudo de Souza (2015) demonstra que a maioria dos estudantes da escola tratada tem clareza nos processos de separação dos resíduos e sabem da importância dos processos de reciclagem, associando os benefícios da reciclagem ao meio ambiente, como principal beneficiário da ação, porém tendo pouca sensibilização em relação aos ganhos da indústria e sociedade em geral com a prática.

A implantação de uma composteira em uma escola cria a oportunidade de diversos vínculos de aprendizado, como o cultivo de hortas, a reciclagem, o ciclo natural da matéria orgânica, a gestão da água, a gestão dos resíduos de jardins e hortas, a educação sobre alimentação e nutrição ou o ciclo natural da matéria orgânica. Interligando conceitos de disciplinas como ciências, matemática e literatura às questões de meio ambiente e sustentabilidade (RICCI, 2016).

Ricci (2016) trás ainda estimativas referentes a geração dos resíduos escolares (Gráfico 2), sendo que entre 40 e 50% deve ser composto por resíduos orgânicos. Em São Paulo, um estudante ou professor, gera em média 216 gramas de resíduos sólidos por dia.

Gráfico 2 – Estimativa dos resíduos sólidos gerados em uma escola.



Fonte: RICCI (2016).

3.7.2 Parquinho de pneus

Os espaços externos também demandam planejamento, nestes espaços os estudantes tem a oportunidade de lazer que aliado ao processo educativo, cria a chance de aprender se divertindo, deve ainda, proporcionar as crianças o instante de interagir e se conhecer melhor, valores como respeito e empatia estão intrínsecos na maioria das brincadeiras em grupo, estimulando ainda as crianças em diversos sentidos pelo contato com a natureza (GARBELOTTI, 2011).

O momento da brincadeira é onde, em muitas vezes, as crianças irão assimilar situações fictícias que visam recriar a experiência sociocultural dos adultos. Levando em conta esta perspectiva, tem-se no espaço externo de uma escola uma poderosa ferramenta de aprendizado, devendo ser planejado como um importante instrumento auxiliar para a educação desejada; propiciando por meio do ambiente que se transmitam conhecimentos como o de reuso de materiais (TAVARES, 2014).

Os pneus inservíveis são muitas vezes descartados de maneira incorreta, deixados em terrenos baldios, ou mesmo, queimados, o que apresenta grande prejuízo ao ambiente local, além dos fatores de poluição do solo e atmosférica, servem como criadouros propícios de pragas. O descarte incorreto, ocorre de maneira mais acentuada em regiões afastadas dos grandes centros urbanos, que

frequentemente se encontram fora dos planos de logística reversa do setor empresarial (VIZIOLI; FANTIN, 2016).

Este problema social e ambiental, se tratado sob uma nova perspectiva, proporciona a transmissão do conhecimento desejado aos estudantes, que deixarão de tratar este resíduo sob a ótica de material sem uso que deve ser descartado e passarão a ver neste objeto, sem aparente valor, a possibilidade de construção de um parquinho (Figura 6), uma horta ou mesmo para a produção de mobiliário (VIZIOLI; FANTIN, 2016).

Figura 6 – Parquinho de pneus

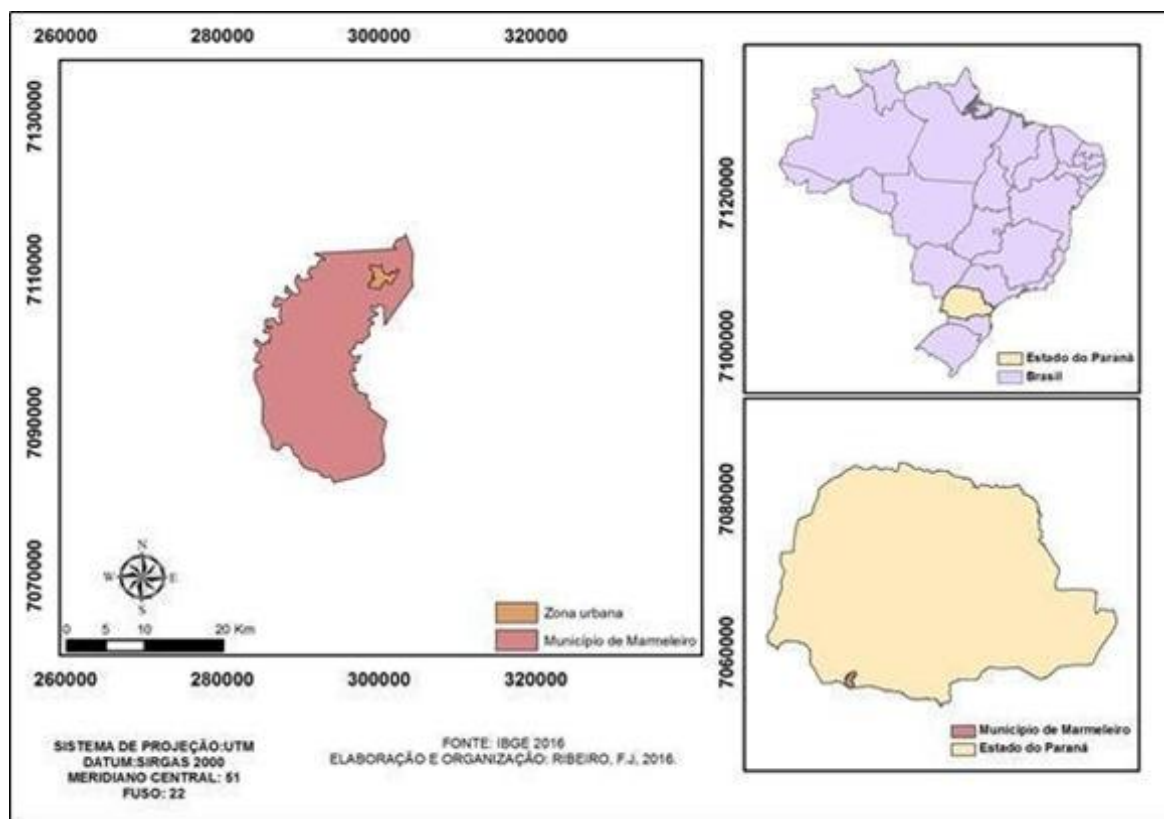


Fonte: TAVARES (2014).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Marmeleiro está localizado na região sul do Brasil, na porção sudoeste do estado do Paraná (Figura 7), se localiza a 482 quilômetros da cidade de Curitiba, capital do estado, e a 653 metros acima do nível do mar. Possui uma área territorial de 387,860 quilômetros quadrados e uma população estimada de 13.909 habitantes (PREFEITURA MUNICIPAL DE MARMELEIRO, 2019).

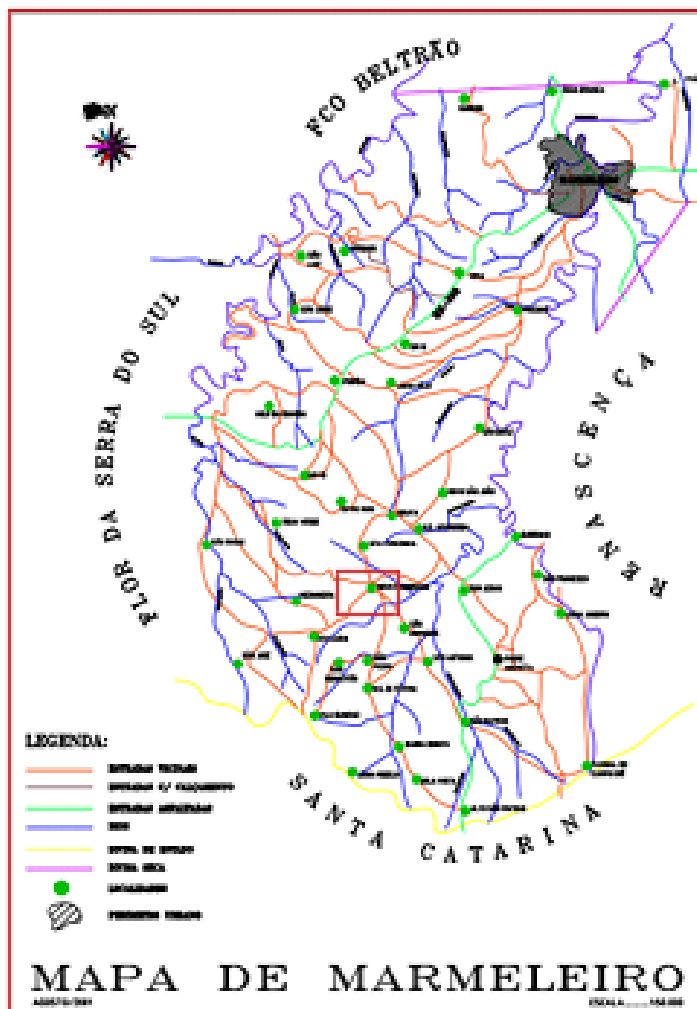
Figura 7 – Localização geográfica do município de Marmeleiro-PR



Fonte: IBGE (2016).

A escola se localiza na zona rural do município (Figura 8), na linha Novo Progresso.

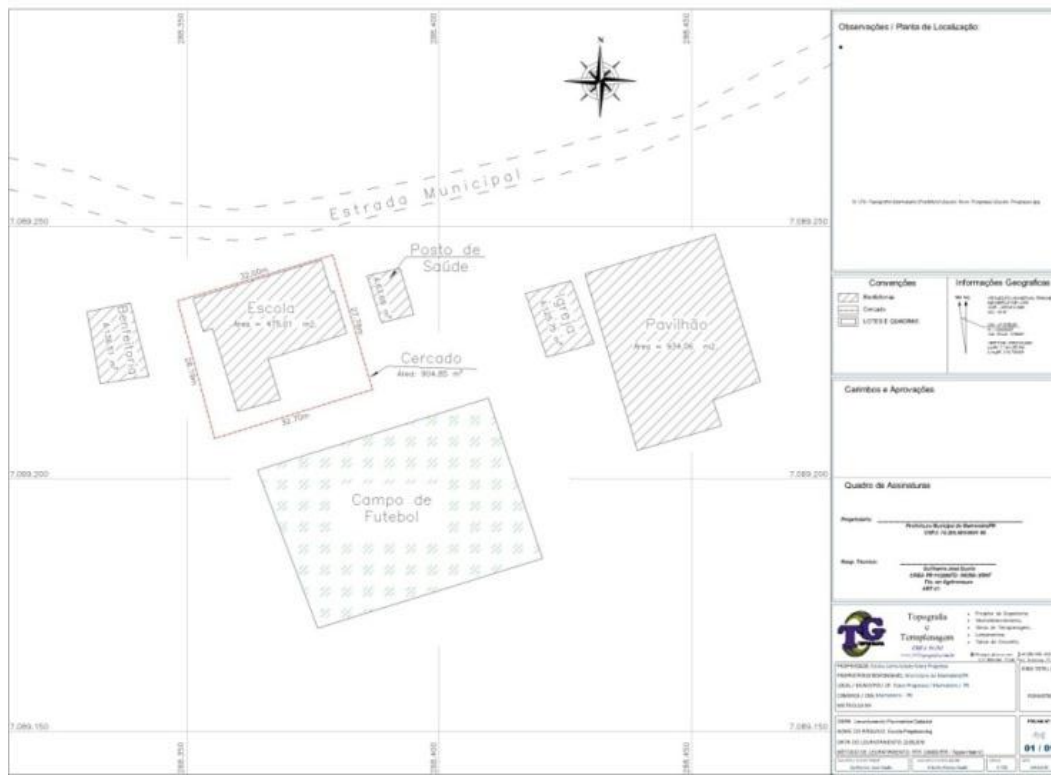
Figura 8 – Mapa da cidade de Marmeleiro com localização da escola



FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE MARMELEIRO (2019).

A Escola Novo Progresso (Figura 9), tem estudantes da educação infantil e ensino fundamental I, apresenta ao todo 45 indivíduos, sendo 38 estudantes e sete funcionários, tendo atividades de segunda a sexta feira, das oito horas e trinta minutos da manhã às três horas e trinta minutos da tarde, situando-se em um terreno de 904,85m², em uma edificação de 475,01m² (Figura 10).

Figura 9 – Localização da Escola Novo Progresso



FONTE: PREFEITURA DE MARMELEIRO (2018).

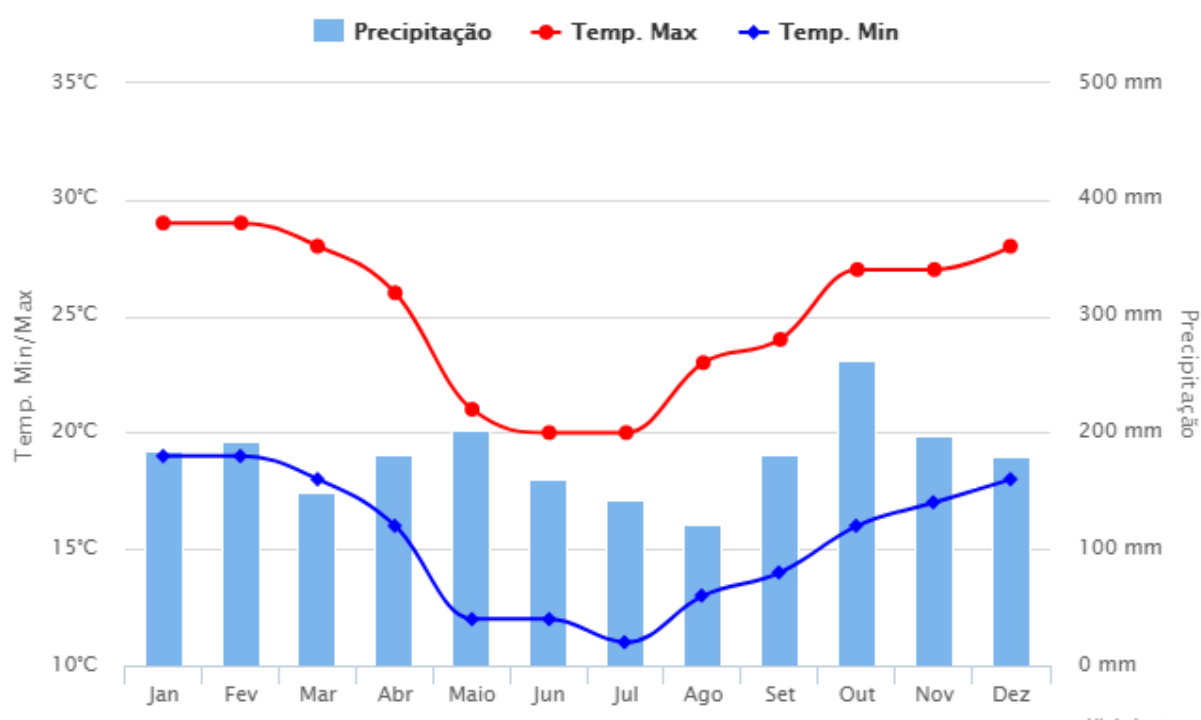
Figura 10 - Detalhamento da localização



FONTE: Autor.

De acordo com a carta climática de Köppen, a cidade de Marmeleiro está localizada na zona Cfa que apresenta clima temperado úmido com verão quente, tendo a média das estações mais frias em 18°C e apresentando média de 22° nos meses mais quentes. Tem estações de verão e inverno bem definidas e precipitação em todos os meses do ano (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Médias mensais de temperatura máxima, mínima e precipitação dos últimos 30 anos.



FONTE: Climatempo (2019).

Foi realizada uma visita à escola para que fossem identificados possíveis problemas de conforto interno da edificação, em conversa com os usuários, foram relatados problemas com os picos de calor e de frio, sendo os de resfriamento da edificação, durante o inverno, os que causam maior desconforto aos usuários, considerando os problemas relatados, foi feita a revisão bibliográfica a fim de propor métodos que pudessem aperfeiçoar o desempenho térmico da edificação, aumentar a eficiência energética, reduzir os gastos de água e técnicas de educação ambiental para a sensibilização da comunidade.

Sabe-se que para um desenvolvimento educacional de qualidades os estudantes devem se situar em um local de mínimo conforto climático, viabilizando

condições ideais para o aprendizado, a instalação de modelos sustentáveis representa ainda um processo de sensibilização das gerações futuras, que terão em seus ambientes escolares exemplos de uso racional dos recursos naturais.

A partir da revisão bibliográfica e das informações climáticas e locais levantadas foram propostas as medidas a seguir, visando melhorar o desempenho energético da edificação e elevar o conforto de seus usuários, as proposições foram desenhadas e explanadas de maneira a viabilizar sua futura instalação.

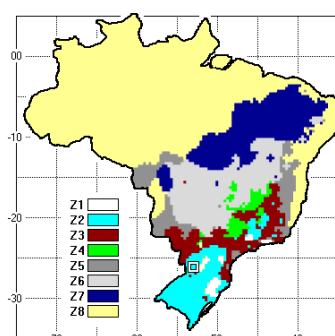
Para a elaboração dos desenhos foram usadas as ferramentas Sketch up e Auto CAD; para a determinação das áreas iluminadas durante o dia foi utilizado o software SOL-AR; a instalação do jardim vertical seguirá o modelo proposto por Scherer (2014); o modelo de construção do painel solar alternativo seguirá a metodologia de Santos (2008); a construção do sistema de reuso de água segue metodologia proposta pelo autor; para o parquinho de pneus foram usados os métodos propostos por Vizioli e Fantin (2016) e o modelo de composteira proposto por Ricci (2016) teve sua construção e funcionamento detalhados pelo autor.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Definição da zona bioclimática e zona solar

Através do software Classificação bioclimática das sedes dos municípios brasileiros, de Roriz, desenvolvido em 2004, serão cruzados os dados geográficos do município de Marmeleiro, localizado na região sudoeste no Paraná e a carta de zoneamento proposta pela NBR 15220 (ABNT, 2005), elaborando o mapa que demonstra o enquadramento bioclimático da cidade (Figura 12) e a tabela de recomendações para obtenção de conforto climático na zona (Tabela 2).

Figura 11 - Enquadramento Bioclimático do município de Marmeleiro



Fonte: RORIZ (2004).

Legenda: Z1: Zona bioclimática 1; Z2: Zona bioclimática 2; Z3: Zona bioclimática 3; Z4: Zona bioclimática 4; Z5: Zona bioclimática 5; Z6: Zona bioclimática 6; Z7: Zona bioclimática 7; Z8: Zona bioclimática 8.

Tabela 2 - Tabela de recomendações para zona bioclimática 2

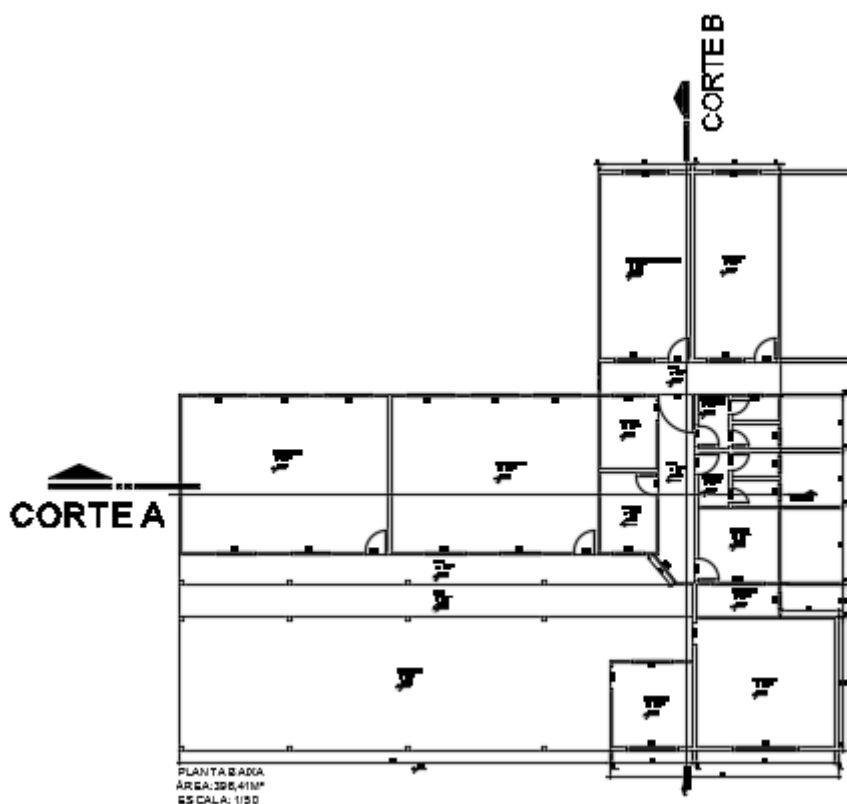
Recomendações para a Zona Bioclimática		
Propriedades	Paredes	Coberturas
U [w/m ² .K]	< 3,0	< 2,0
Âtraso [horas]	< 4,3	< 3,3
Fator Solar [%]	< 5,0	< 6,5
Área de aberturas (% do piso)	15 a 25	
Inverno	Aquecimento solar da edificação	X
	Paredes internas pesadas	X
	Aquecimento artificial necessário	X
	Permitir a insolação dos ambientes	X
Verão	Refrigeração evaporativa	
	Inércia térmica para resfriamento	
	Ventilação cruzada	X
	Ventilação seletiva (alguns horários)	
	Ventilação cruzada permanente	
	Refrigeração artificial necessária	
Sombrear aberturas (proteção solar)		

Fonte: RORIZ (2004).

Analisando as recomendações para o zoneamento do município, percebe-se que a edificação tem maior necessidade de mecanismos de climatização para o inverno, sendo recomendado o aquecimento solar da edificação, o uso de paredes internas com maior capacidade de retenção de calor, a insolação dos ambientes e em últimos casos a utilização do aquecimento artificial. Para o verão recomenda-se apenas a utilização de ventilação cruzada e uso de sombra.

O uso de sombreamento das cortinas verdes deve servir para amenizar a temperatura interna durante o verão, para que não afete o aquecimento solar interno da edificação durante o inverno, foram escolhidas plantas caducifólias, que irão permitir a passagem de luz e conseqüentemente a insolação dos ambientes. Uma planta baixa da escola foi disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Marmeleiro (Figura 12).

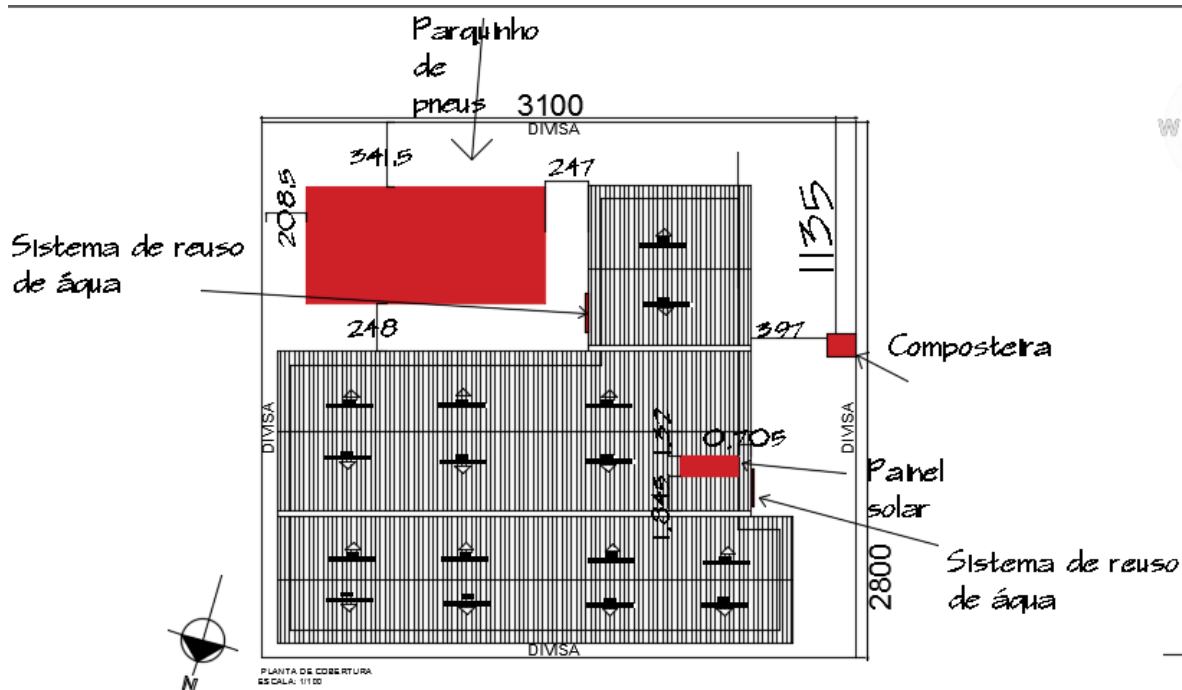
Figura 12- Planta baixa Escola Novo Progresso



FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE MARMELEIRO (2018).

Conforme mostra a implantação que a partir da planta baixa, aponta onde serão realizadas as intervenções propostas (Figura 13), todas serão detalhadas nos resultados.

Figura 13 – Planta baixa de implantações



FONTE: Autor.

5.2 Jardins verticais

O jardim vertical, do tipo cortina verde, sugere-se a instalação na parte Oés-noroeste e Lés-sudeste da edificação. Segundo Scherer (2014), a trepadeira mais indicada ao clima local é a *Wisteria floribunda* (Glicínia), uma planta caducifólia que perde sua folhagem no inverno, permitindo a passagem de luz e o aquecimento da edificação, no verão, a Glicínia, apresenta uma densa folhagem retendo a radiação solar e resfriando os ambientes internos da edificação.

Foram elaboradas duas cartas solares para análise da insolação que ocorre na edificação, uma da fachada frontal (Figura 14a) e outra da fachada posterior (Figura 14b), estas foram feitas a partir do software SOL-AR, justificando a localização dos jardins verticais, devido a insolação que a edificação recebe no verão, tendo sol das 7:00 as 11:00 da manhã incidindo na fachada posterior lés-sudeste; e a fachada frontal da edificação, tem incidência solar das 11:20 as 18:00.

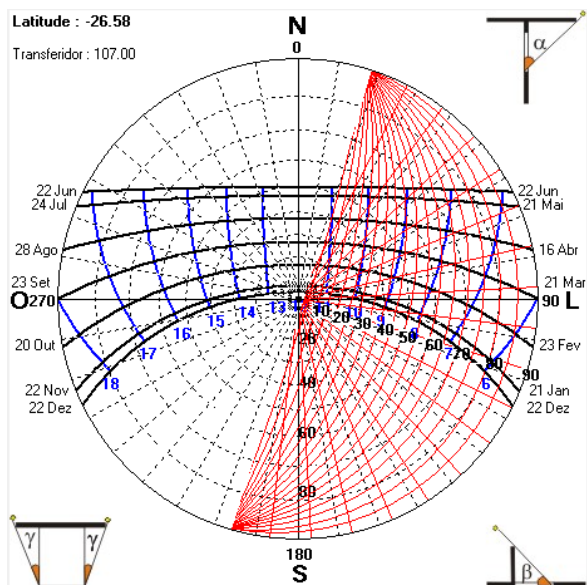


Figura 14a – Insolação fachada Oés-noroeste

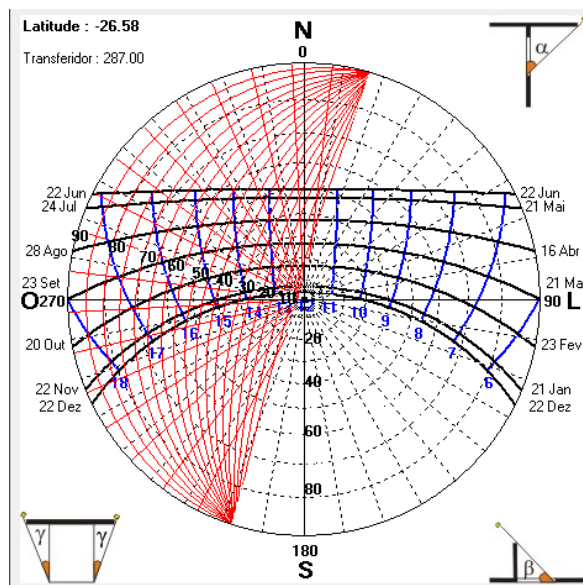


Figura 15b– Insolação da edificação Lés-sudeste

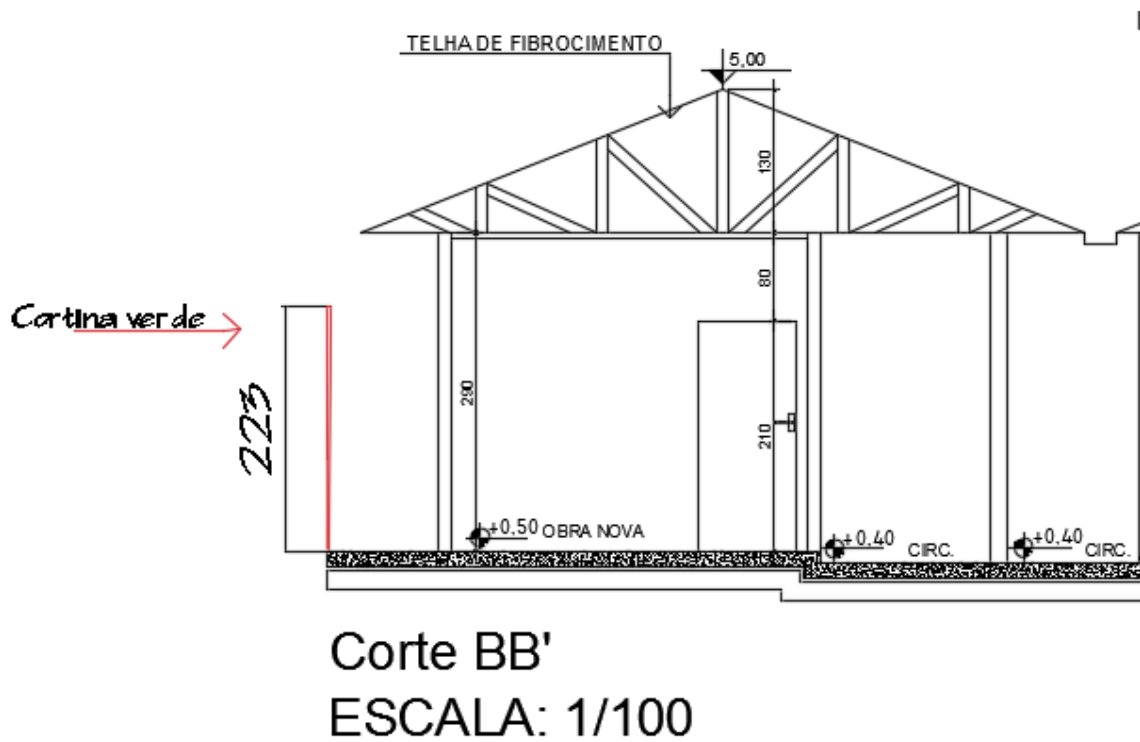
FONTE: SOL-AR (2019).

Na porção frontal da edificação (Figura 15) existe uma grade (Figura 16), onde a trepadeira pode se instalar (Figura 17), devem ser feitas covas de 0,3 x 0,3 x 0,3 (Figura 18); a uma distância de um metro e dez centímetros de cada (Figura 19) e adicionar-se composto orgânico, na proporção 50% de composto orgânico e 50% de terra. Para a porção posterior do edifício, onde será necessária a instalação de uma estrutura, que consiste na fixação de cabos de aço no topo da edificação, logo abaixo do telhado, em uma altura de 3,40 metros, instalado em um ângulo de 90° , em relação às janelas das salas de aula (Figura 20), os cabos de aço deverão ser instalados a uma distância de 1,10 metros entre si (Figura 21) (Figura 22), totalizando 54,4 metros de cabo de aço e uma tela galvanizada de malha fina de $55,21\text{m}^2$ colocada por cima, a fim de formar um suporte para o desenvolvimento das plantas (Figura 23) (Figura 24), o sistema de plantio se deu da mesma forma que na porção frontal.

A parte frontal da edificação tem 26,96 metros, portando para esta parte recomenda-se o uso de pelo menos 26 mudas de Glicínia e a porção sul da edificação 16,24 metros, logo, indica-se o uso de 16 mudas, totalizando 42 mudas.

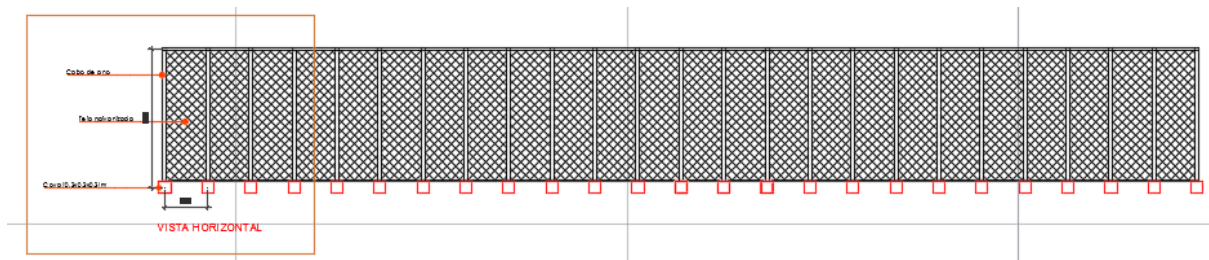
A instalação da cortina verde deve amenizar a temperatura nos cômodos interiores da edificação, criando um ambiente psicologicamente mais agradável e otimizando o conforto dos usuários. Foi elaborada uma tabela dos materiais necessários e o custo (Tabela 3).

Figura 15 – Planta baixa (Corte BB')



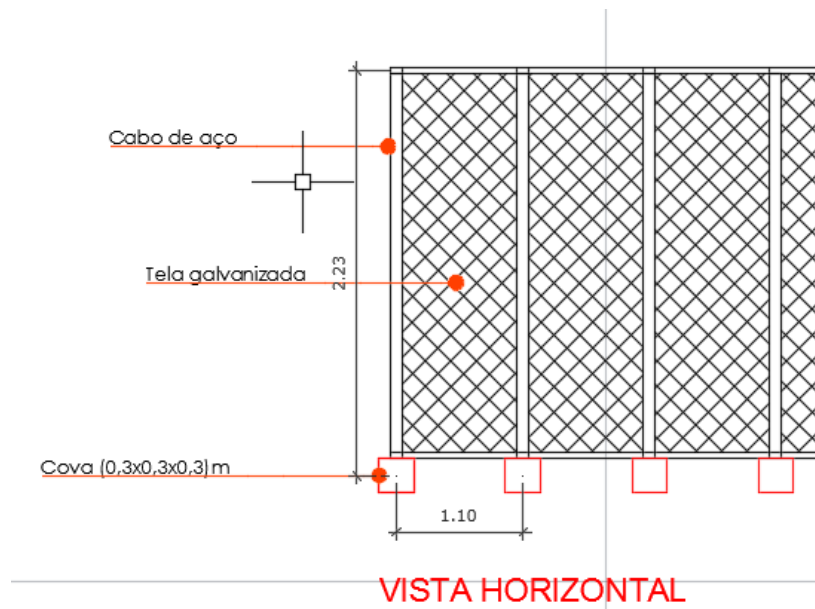
FONTE: Autor.

Figura 16 – Vista frontal da cortina verde proposta (porção norte da edificação)



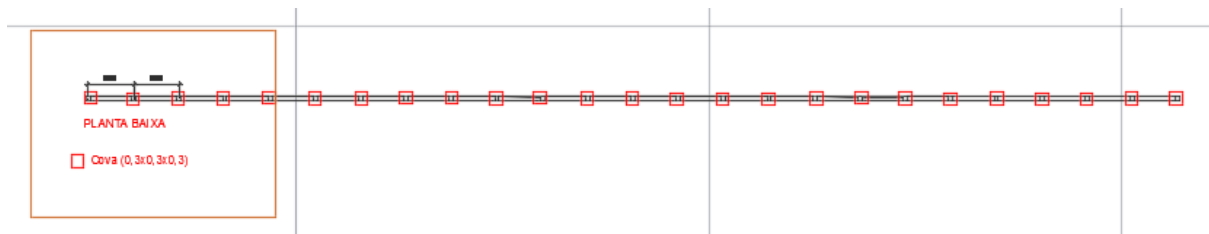
FONTE: Autor.

Figura 17 – Detalhamento vista frontal (porção norte da edificação)



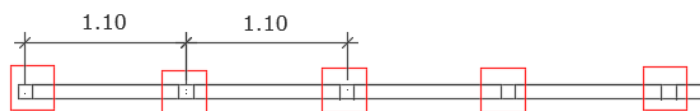
FONTE: Autor.

Figura 18 - Vista superior da cortina verde proposta (porção norte da edificação)



FONTE: Autor.

Figura 19 – Detalhamento vista superior da cortina verde

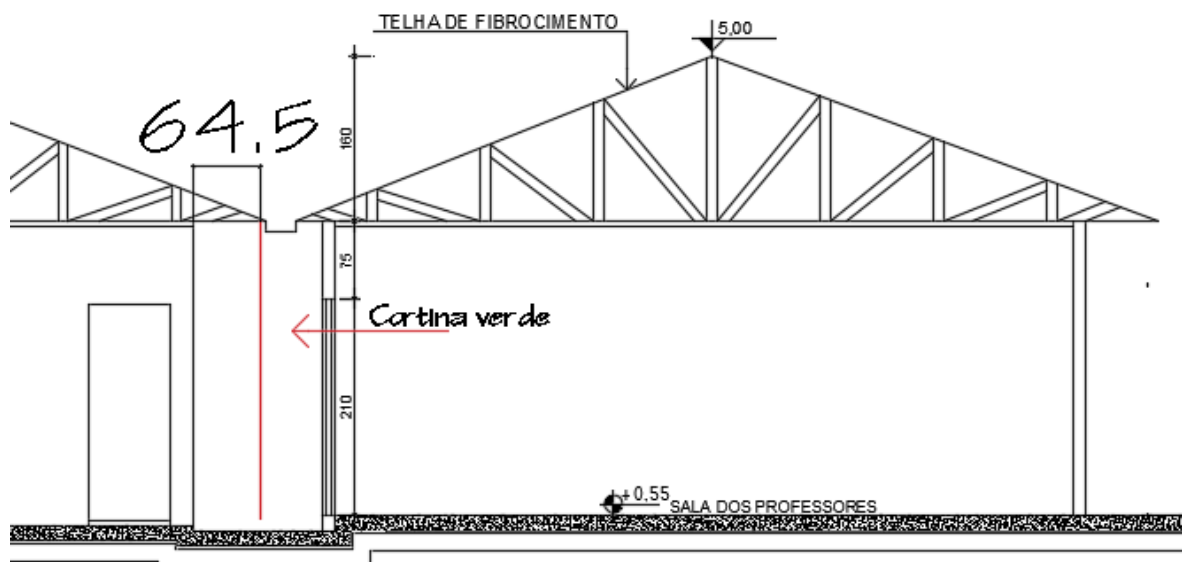


PLANTA BAIXA

□ Cova (0,3x0,3x0,3)

FONTE: Autor.

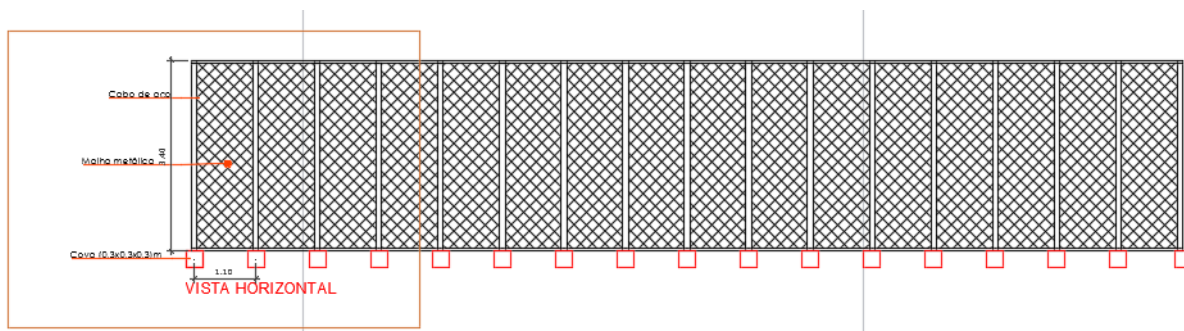
Figura 20 – Planta baixa (Corte BB')



Corte BB'
ESCALA: 1/100

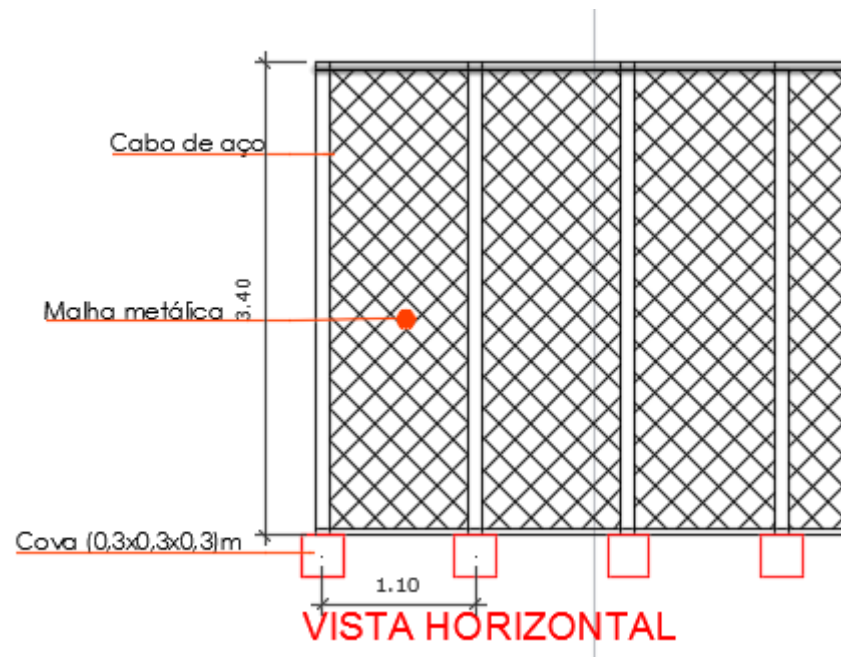
FONTE: Autor.

Figura 21 – Vista frontal da cortina verde proposta (porção sul da edificação)



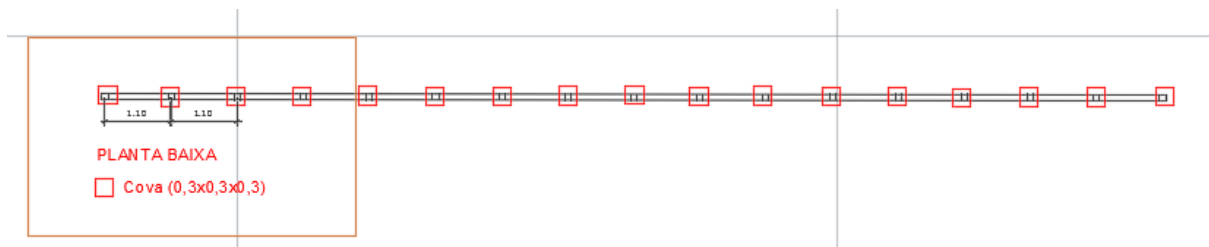
FONTE: Autor.

Figura 22 – Detalhamento vista horizontal (porção sul da edificação)



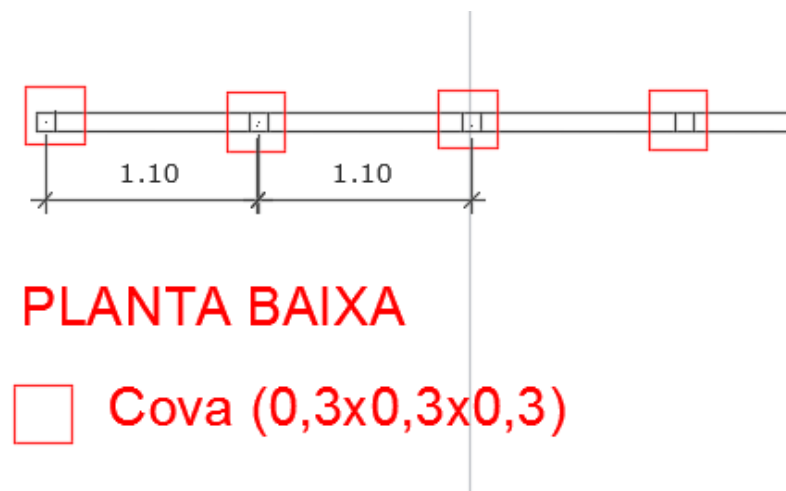
FONTE: Autor.

Figura 23 - Vista superior da cortina verde proposta (porção sul da edificação)



FONTE: Autor.

Figura 24 - Detalhamento vista superior da cortina verde



FONTE: Autor.

Tabela 3 – Relação de custos dos materiais para construção da cortina verde

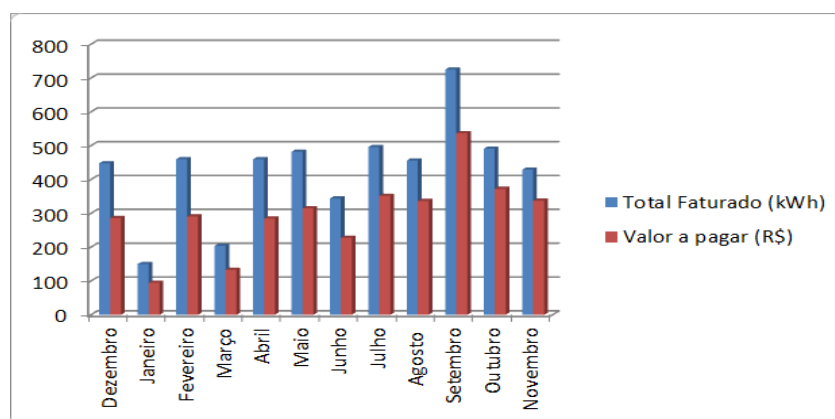
Material	Preço cotado	Quantidade	Preço total	
Cabo de aço	R\$15,39/m	54.4	R\$	846.45
Tela galvanizada	R\$291,90 (3x1)m	17m x 4.10m	R\$	1,751.40
<i>Wisteria floribunda</i> (Glicínia)	R\$39,90/muda	42	R\$	1,675.80
Total			R\$	4,273.65

FONTE: Autor.

5.2 Sistema solar

O consumo de energia elétrica da escola foi obtido por meio das contas de energia elétrica, fornecidas pela Copel, concessionária responsável pela distribuição de energia na região, um gráfico (Gráfico 4) foi elaborado para representar o consumo faturado e o preço pago em cada mês.

Gráfico 4 - Total faturado em kWh e Valor a pagar de 12/2016 a 11/2017



FONTE: Autor.

Observa-se que a escola apresenta um consumo que na maior parte do ano varia entre 400 e 500 kWh por mês, apresentando um pico de consumo em setembro. Sugere-se a instalação do sistema alternativo para o aquecimento de água (Figura 25), visando redução dos gastos nos chuveiros elétricos e para o sistema modelo fotovoltaico ligado à rede (Figura 26), indica-se que seja acompanhado o gasto energético da edificação pós-reforma, visto que o sistema de cortinas verdes e o sistema de aquecimento solar alternativo devem reduzi-lo consideravelmente.

O sistema fotovoltaico convencional apresenta o mais alto custo das medidas propostas, segundo levantamento no comércio da região, seria necessário um investimento de R\$12.101,73 para atender uma demanda de 222 kWh/mês; demorando 5 anos para viabilizar seu pagamento pelo desconto gerado nas futuras contas, observa-se que esse valor representa uma geração próxima da metade da energia gasta pela edificação no período pré-reforma, para uma geração de 412kWh/mês; o investimento sobe para R\$18.443,98.

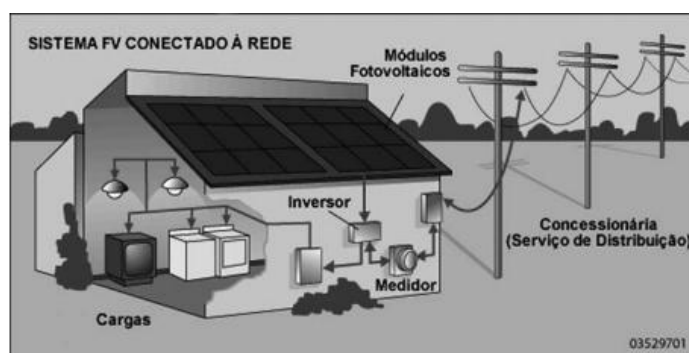
Acredita-se que depois de implementadas as medidas propostas, o valor de implantação de um sistema fotovoltaico que atenda 50% da energia demandada pela edificação deve ser consideravelmente menor e sendo assim o sistema deve gerar descontos o suficiente para pagar seu investimento em menor tempo e então alternativa para a ampliação do mesmo poderá ser considerada.

Figura 25 – Coletor solar alternativo



Fonte: Santos (2008).

Figura 26 – Sistema fotovoltaico ligado a rede



Fonte: PEREIRA (2008).

Para a construção do sistema de aquecimento de aquecimento de água pela energia solar, propõe-se o modelo de Santos (2008), citado anteriormente, para sua construção são necessárias 408 garrafas PET envolvendo 72 metros tubos de CPVC de 20 mm de diâmetro externo, envoltos por aletas fabricadas manualmente, derivadas de 432 latas de alumínio, compondo a grade absorvedora do coletor, interligadas por 42 três e 6 joelhos de mesmo material e diâmetro, colados com um tubo de cola de PVC, nove tubos de tinta preta fosca são utilizados para a pintura da grade coletora, visando aumentar a absorção de calor.

A montagem de cada módulo deverá seguir o esquema a seguir, conforme propôs Santos (2008), cortando as garrafas PETs (Figura 27), lavando-as (Figura 28), cortando as latas de alumínio (Figura 29), moldando os alumínios cortados no formato desejado (Figura 30), pintar aletas de preto (Figura 31), pintar canos de preto, encaixar aletas e cano na garrafa (Figura 32), encaixar segunda garrafa no cano (Figura 33), repetir processo com todos os canos de 1 metro (Figura 34), colar Tes e cotovelos (Figura 35), colar parte superior e inferior nos canos com aletas e garrafas (Figura 36).



Figura 27 – Corte da garrafa PET



Figura 28 – Lavagem da garrafa PET



Figura 29 – Aleta feita de lata de alumínio



Figura 30 – Fabricação aletas de latas de alumínio



Figura 31 – Aleta de lata de alumínio fabricada e pintada



Figura 32 – Encaixe das aletas e garrafas PETs no cano pintado



Figura 33 – Encaixe das garrafas PETs



Figura 34 – Garrafas e aletas posicionadas no cano



Figura 35 – Detalhamento Te's encaixados no sistema



Figura 36 – Módulo de coletores montado

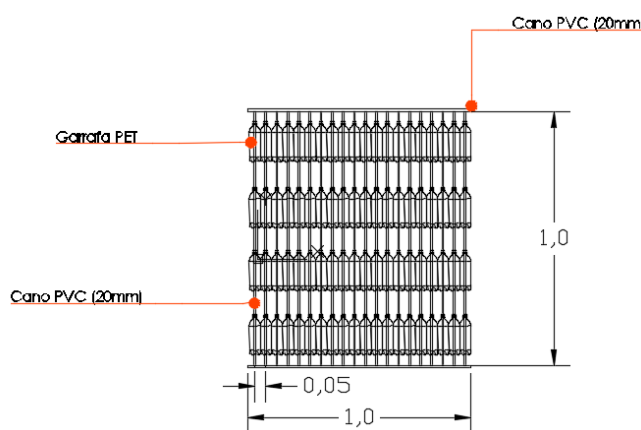
FONTE: SANTOS (2008).

Sabendo que os chuveiros da escola não são utilizados por todas as crianças, considerou-se que dez crianças por dia irão utiliza-los, segundo Santos (2008) cada banho gasta em média 50 litros de água, totalizando 500 litros diários, propõe-se que sejam instalados três protótipos de 1m² (Figura 37), já que cada módulo tem capacidade de aquecimento de até 200 litros de água por dia, e caso a demanda seja maior do que a capacidade de água quente fornecida se instale outro módulo.

Estes deverão ser colados formando um grande módulo de 3x1 (LxA), voltados para o Norte geográfico e considerando a inclinação do telhado, deverão ser instalados a um ângulo de 12° do telhado, para que somando com a inclinação do telhado de 21° , cheguem a 33° (Figura 38); as inclinações ideais para coletores são entre 30° e 40° ; deverão ser instalados acima da cozinha (Figura 39), próximo aos banheiros (Figura 40) (LIMA, 2017).

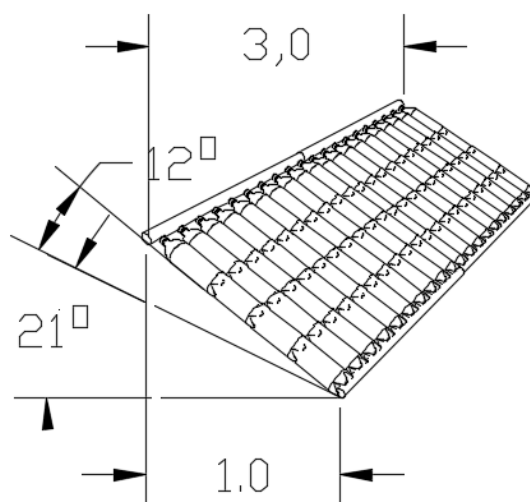
Foi realizado um levantamento dos materiais necessários e seu custo para a instalação da obra proposta (Tabela 4).

Figura 37 – Modelo de um módulo de coletor solar, vista com peças expandidas.



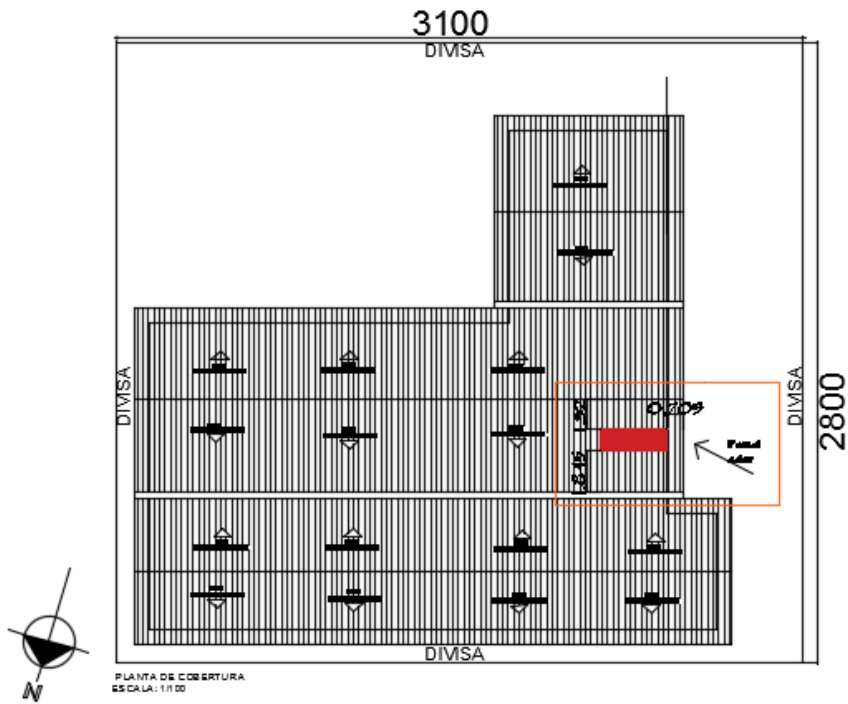
FONTE: Autor.

Figura 38 – Modelo dos três protótipos encaixados.



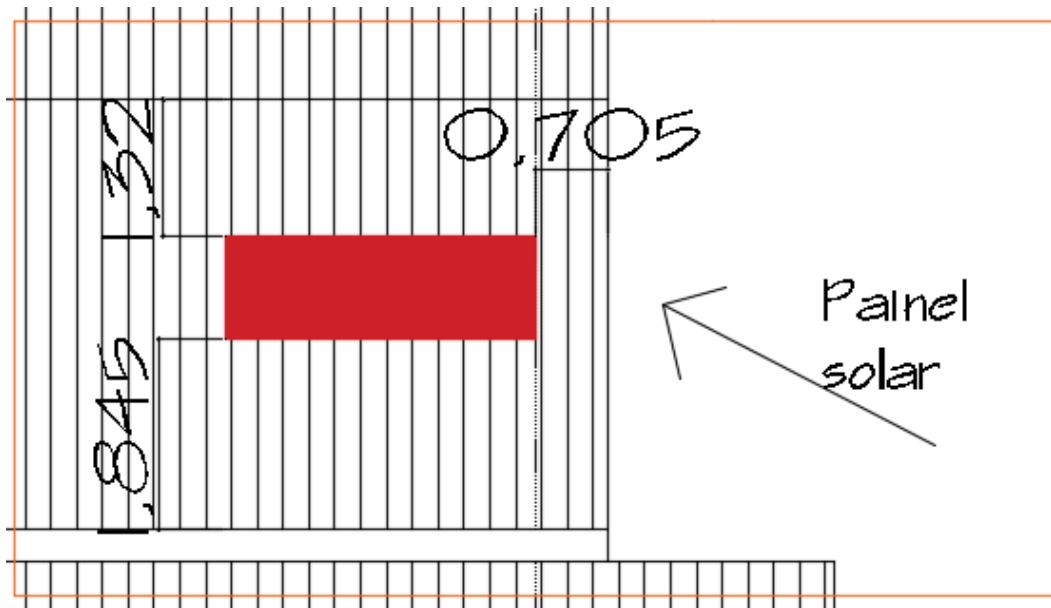
FONTE: Autor.

Figura 39 – Localização do paino solar



FONTE: Autor.

Figura 40 – Detalhamento localização do painel solar



FONTE: Autor.

Tabela 4– Relação de custos dos materiais para construção do coletor solar

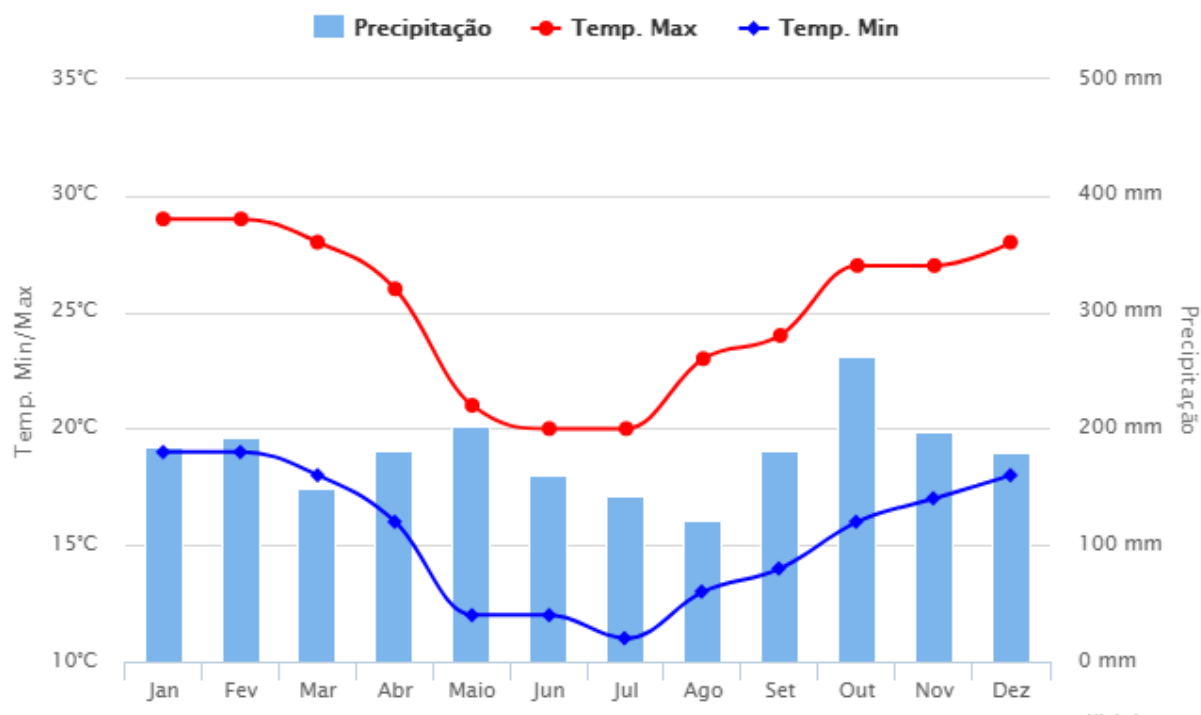
Material	Preço cotado	Quantidade	Preço total
Garrafa PET	R\$ 1,19/kg	408	R\$ 24.30
Tubo de PVC 20mm	R\$53,90/3m	72m	R\$ 1,293.60
Latinhas de alumínio	R\$3,85/kg	432	R\$ 24.11
Tês PVC 20mm	R\$4,29/unidade	42	R\$ 180.18
joelho PVC 20mm	R\$4,99/unidade	6	R\$ 29.94
Tinta spray preta fosca	R\$22,90/unidade	9	R\$ 206.10
Total			R\$ 1,758.23

FONTE: Autor.

5.3 Reuso de água pluvial

A escola não tem conta de água, sendo a mesma proveniente de um sistema que capta água de um poço artesiano, porém, explicita-se a importância do uso racional dos recursos mesmo quando sem relação financeira. Para o cálculo do volume potencial de captação de água da chuva (V_c) utilizou-se o método de Souza et al (2016), primeiramente, a partir dos dados obtidos pelo CIRAM/SC, calcularam-se as médias mensais e anuais de precipitação (Gráfico 5), então, multiplicou-se a área de captação (A), pelo coeficiente de escoamento do telhado (c) e pela média anual mensal de precipitação (P). Sendo a média anual de 179,42 mm/mês, a área da edificação de 475,01m² e o coeficiente de escoamento considerado é de 0,85, logo, tem-se que $V_c=A*P*c$, e a volume médio anual de captação de água de 72,4 m³/mês, volume suficiente para abastecer o sistema.

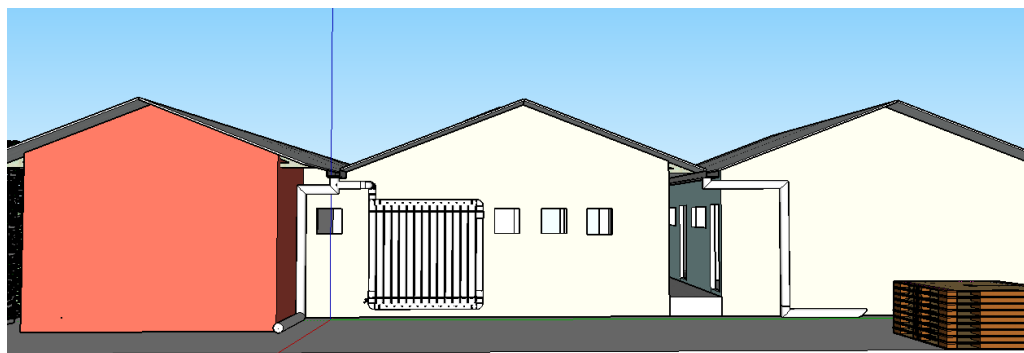
Gráfico 5 – Média de precipitação mensal da cidade de Marmeleiro - Paraná



FONTE: Climatempo (2019).

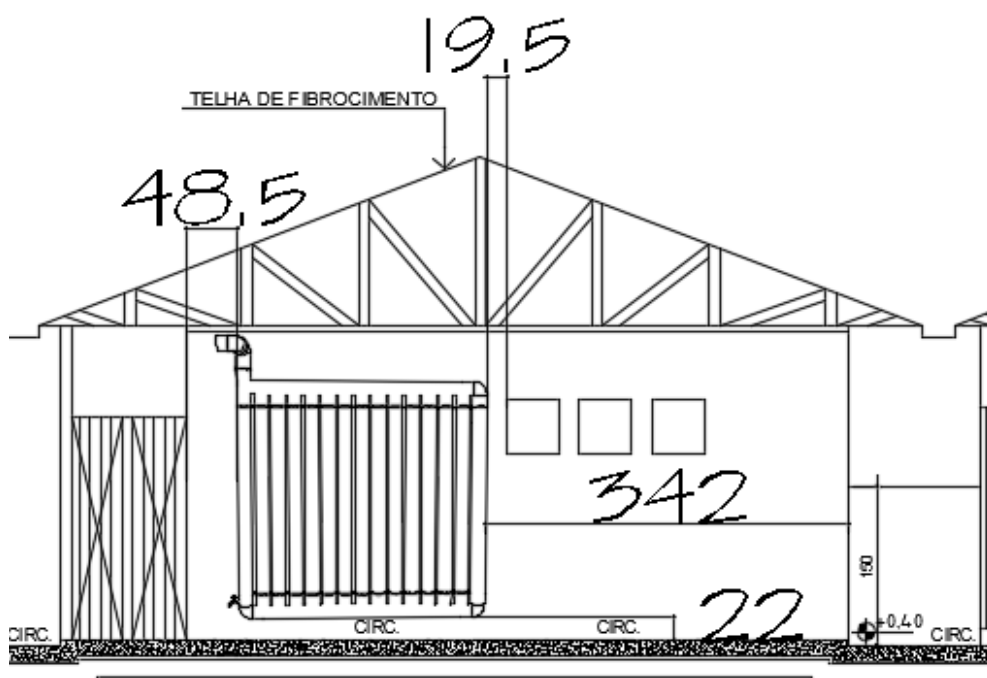
Para o sistema de reaproveitamento de águas pluviais, proposto para a edificação, decidiu-se por um modelo com canos de esgoto de 150 mm de diâmetro externo, fixado por braçadeiras de maneira horizontal na parede atrás da cozinha (Figura 41) (Figura 42) e na parede atrás da sala dos computadores (Figura 43) (Figura 44), escolheu-se este modelo visando à propagação do sistema na região, para que os residentes da comunidade que frequentam a escola possam observar e replicar o sistema na região.

Figura 41– Localização do módulo atrás da cozinha



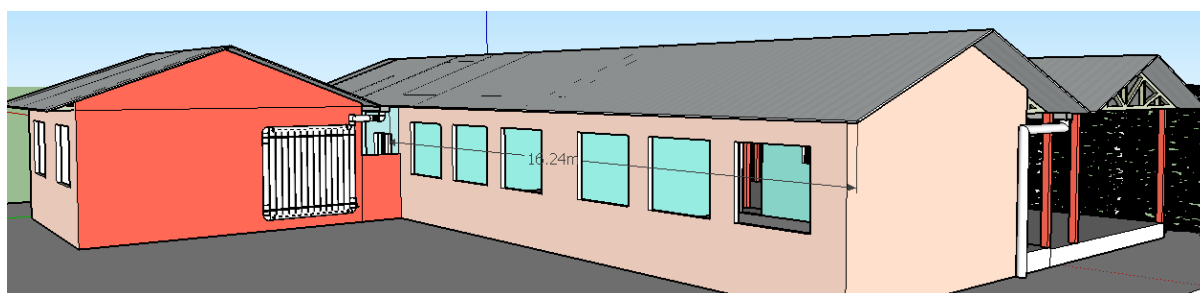
FONTE: Autor.

Figura 42 – Detalhamento do módulo de água pluvial atrás da cozinha



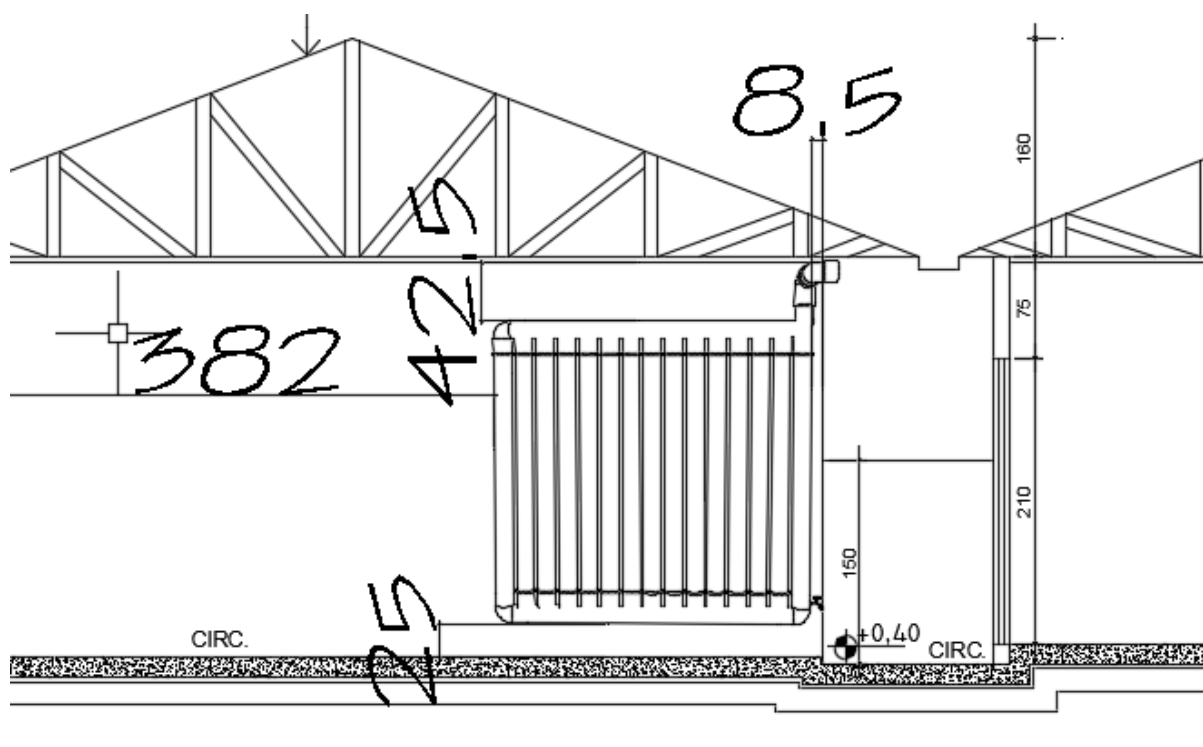
FONTE: Autor.

Figura 43 – Localização do módulo na parte do fundo da edificação



FONTE: Autor.

Figura 44 – Detalhamento da localização do módulo do fundo da edificação

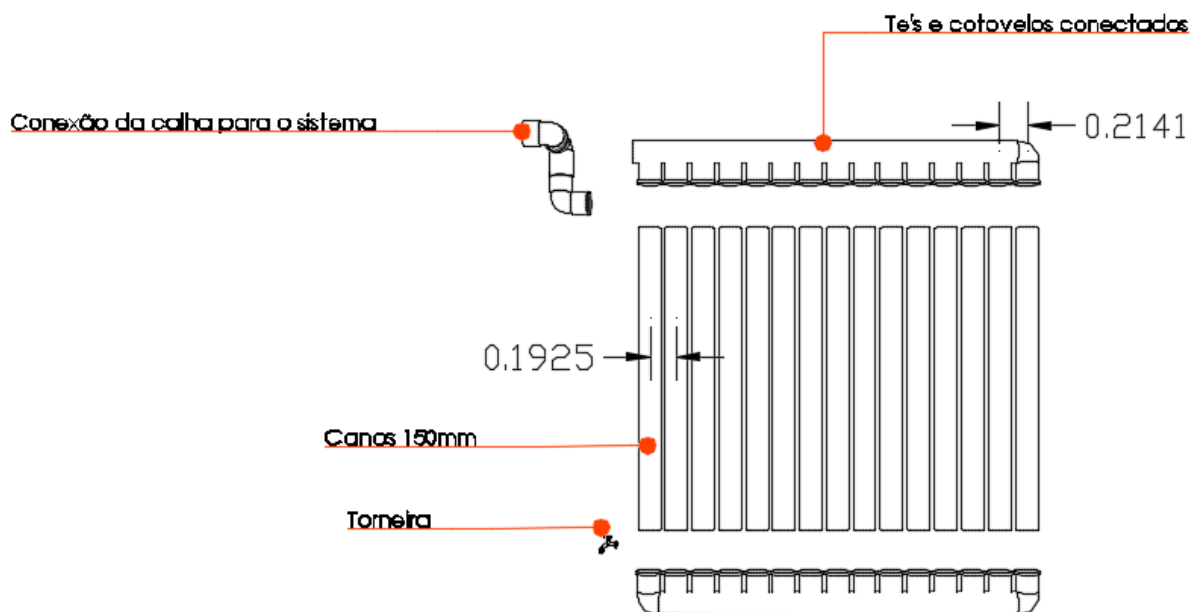


FONTE: Autor.

O sistema reaproveita as calhas já existentes na escola e apenas coleta a água da chuva, que passam por um pequeno filtro formado por uma tela e ficam reservadas nos canos, fixados na parede pela mão francesa, propõe-se que cada módulo de reserva de água seja composto por 15 canos de 2 metros de altura cada, 6 joelhos de 90°, 27 tês, 1 torneira e 20 mãos francesas (Figura 45) (Figura 46).

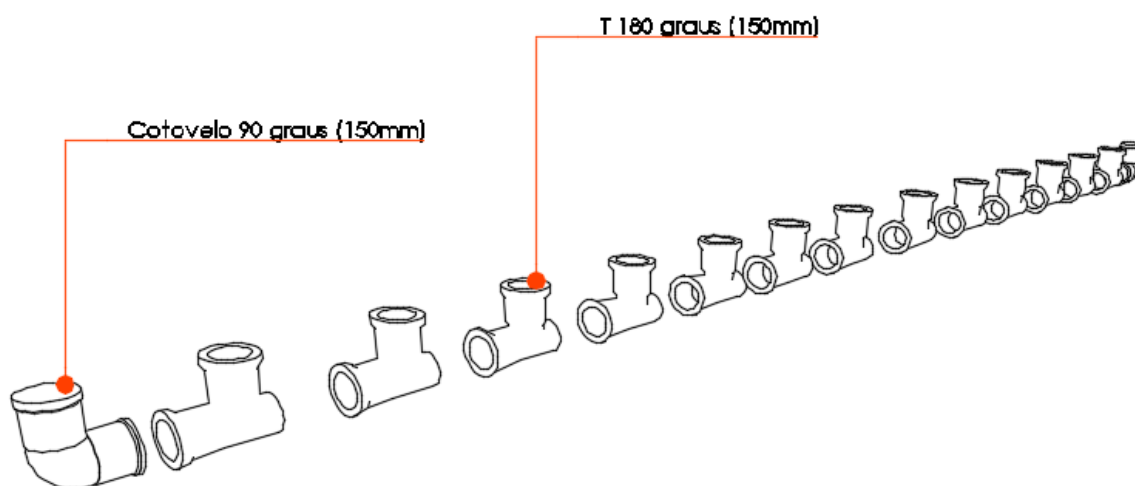
Cada um desses módulos terá capacidade de armazenamento de aproximadamente 530 litros de água, sendo os dois módulos responsáveis pelo armazenamento de 1060 litros de água (Figura 47), que poderão ser utilizadas para a irrigação das cortinas verdes, outras plantas do terreno e para limpeza local. Foi realizado um levantamento dos materiais necessários e seu custo para a instalação da obra proposta (Tabela 5).

Figura 45 – Detalhamento sistema de reuso de água pluvial



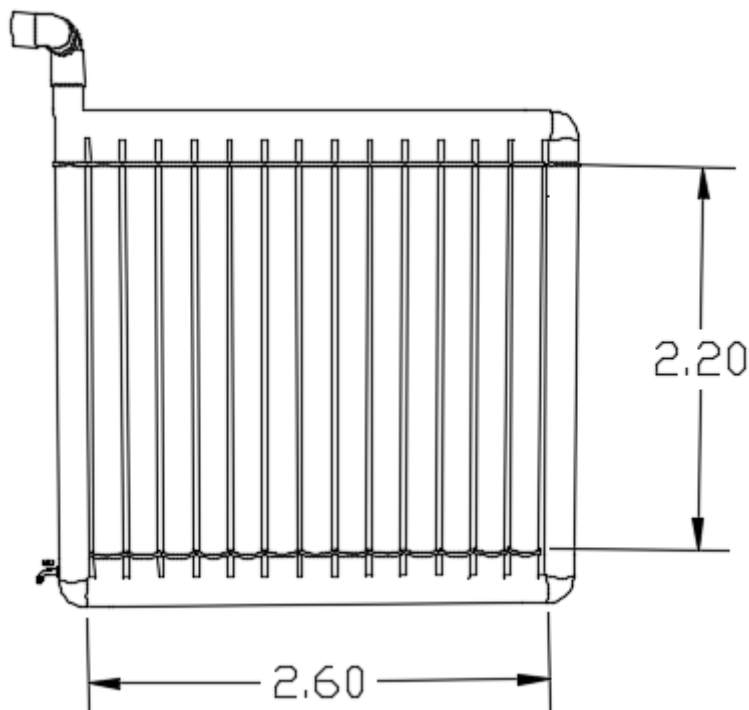
FONTE: Autor.

Figura 46 – Conexões de Te's e cotovelos para parte superior e inferior do reservatório de água pluvial



FONTE: Autor.

Figura 47 – Medidas do reservatório de água pluvial



FONTE: Autor.

Tabela 5 – Relação de custos dos materiais para construção sistema de reuso de água pluvial

Material	Preço cotado	Quantidade	Preço total
Cano PVC 150mm	R\$74,90/3m	66m	R\$ 1,647.80
joelho PVC 150mm	R\$26,90/unidade	40	R\$ 1,076.00
torneira	R\$2,99/unidade	2	R\$ 5.98
Braçadeira	R\$8,00/unidade	40	R\$ 320.00
Cola PVC 175g Plastilit	R\$15,97/unidade	2	R\$ 31.94
Total			R\$ 3,081.72

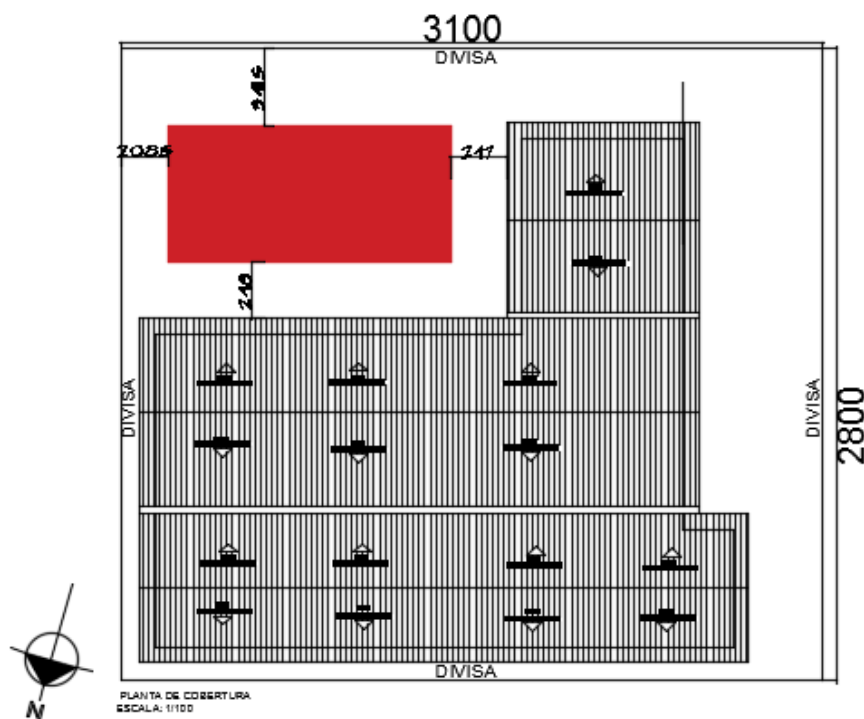
FONTE: Autor.

5.4 Parquinho de pneus

Para a confecção do parquinho de pneus (Figura 48) (Figura 49), usou-se como base os métodos propostos por Vizioli e Fantin (2016), estimando-se necessários 40 pneus e 5m³ de areia, para a construção da pirâmide de pneus

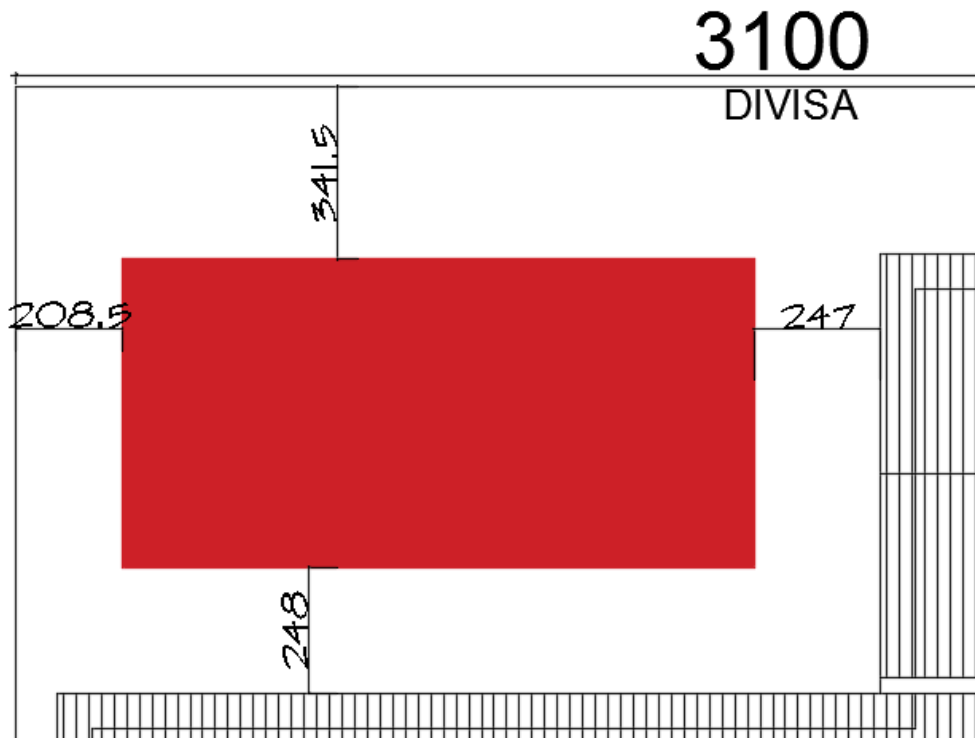
(Figura 50), os mesmos foram pintados e dispostos no local, cobertos com areia, empilhados e cobertos com areia novamente, de modo a formar uma pirâmide, cada pneu deve ser furado com uma furadeira e passado uma corda de sisal de espessura mínima de 20 mm para garantir sua fixação, estima-se o uso de 40 metros de sisal; para a montagem do brinquedo chamado “crossfit” deve-se apenas enfileirar os pneus e cobri-los parcialmente com areia, de modo que fiquem fixos ao chão (Figura 51). Para a instalação do balanço de pneus, serão necessários quatro troncos de madeira de 3,82 metros de comprimento, que serão fixados em 45 graus (Figura 52) e uma corda deve amarrar pneus, de maneira que os mesmos fiquem pendurados a 50 centímetros do chão, na parte superior um tronco deve ser instalado e nele, o centro dos pneus deverá ficar a um metro de distancia um do outro, foi feita uma imagem superior para demonstrar a distribuição dos brinquedos depois da instalação (Figura 53).

Figura 48 – Localização do parquinho de pneus na planta baixa



FONTE: Autor.

Figura 49 – Detalhamento localização do parquinho



FONTE: Autor.

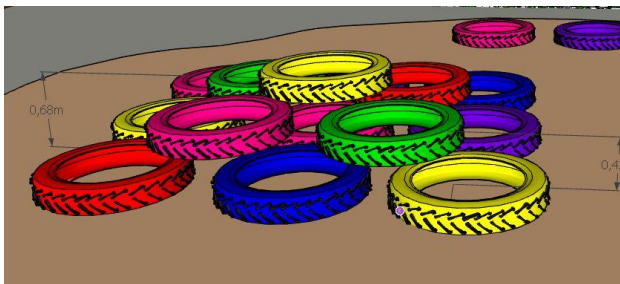


Figura 50 – Vista da pirâmide de pneus

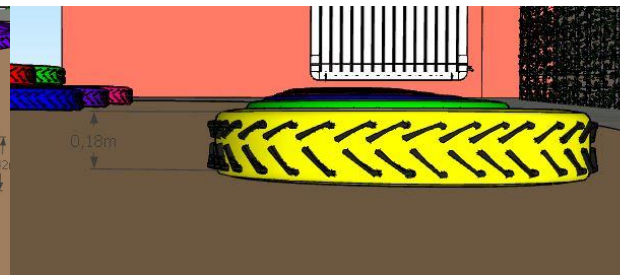


Figura 51 – Crossfit de pneus

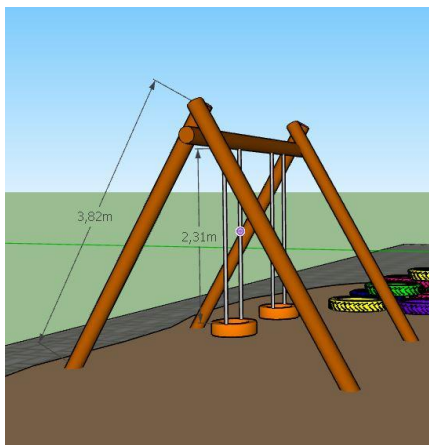


Figura 52 – Balanço de pneus

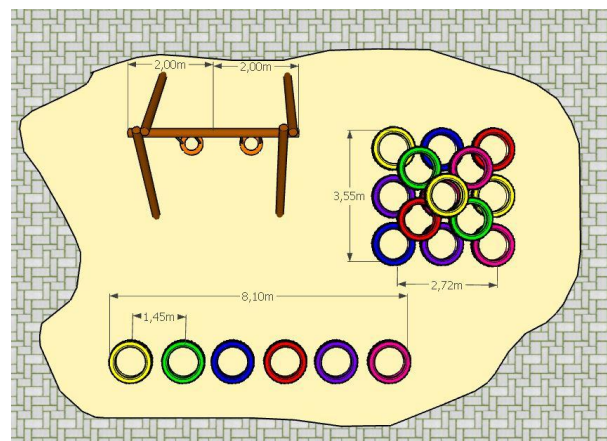


Figura 53 – Visão superior do parquinho

Fonte: Autor.

5.5 Composteira

Para a instalação da composteira na escola, sugere-se que sejam utilizadas as metodologias propostas por Ricci (2016), fazendo a devida separação dos responsáveis por cada etapa no processo de manutenção das composteira, sendo os responsáveis pela coleta dos resíduos da jardinagem, o funcionário da limpeza do jardim e as cozinheiras responsáveis pela coleta dos resíduos alimentícios. A fixação de cartazes, próximos aos coletores onde serão despejados os resíduos sinalizando os tipos de resíduos que podem ser usados na composteira (Figura 54), indica-se que as crianças e funcionários tenham participação teórica e prática no processo, trabalhando a interdisciplinaridade recomendada para com as questões ambientais, escolheu-se para a construção da composteira de pallets (Figura 55), que demanda quatro paletes, fixados por furadeira e parafusos, para sua construção.

Figura 54 – Resíduos que podem ser colocados na composteira.

RESÍDUOS VERDES	RESÍDUOS DE ALIMENTOS CRUS	RESÍDUOS DE ALIMENTOS COZIDOS	RESÍDUOS DE ALIMENTOS COZIDOS
✓	✓	!	✗
FOLHAS GRAMAS PODAS	BARRAS DE CAFÉ E SACHÊS DE CEBOLAS, MIGALHAS DE PÃO, BISCOITOS E BÓLOS, CASCAS E POLPAS, FOLHAS DE SALADAS, BARRAS DE CEREAIS	VEGETAIS COZIDOS, CASCAS PICADAS DE OVOS, QUEIJOS, MASSAS E ARROZ, SOPAS	CARNES E PEIXES, LÍQUIDOS GORDIÇOSOS, COMO ÓLEOS E SOPA QUENTE

Legenda: O sinal verde indica “ok” para o uso, o sinal laranja indica cautela, para que não sejam usados em excesso e o sinal vermelho indica o que não pode ser colocado na composteira.

Fonte: RICCI (2016).

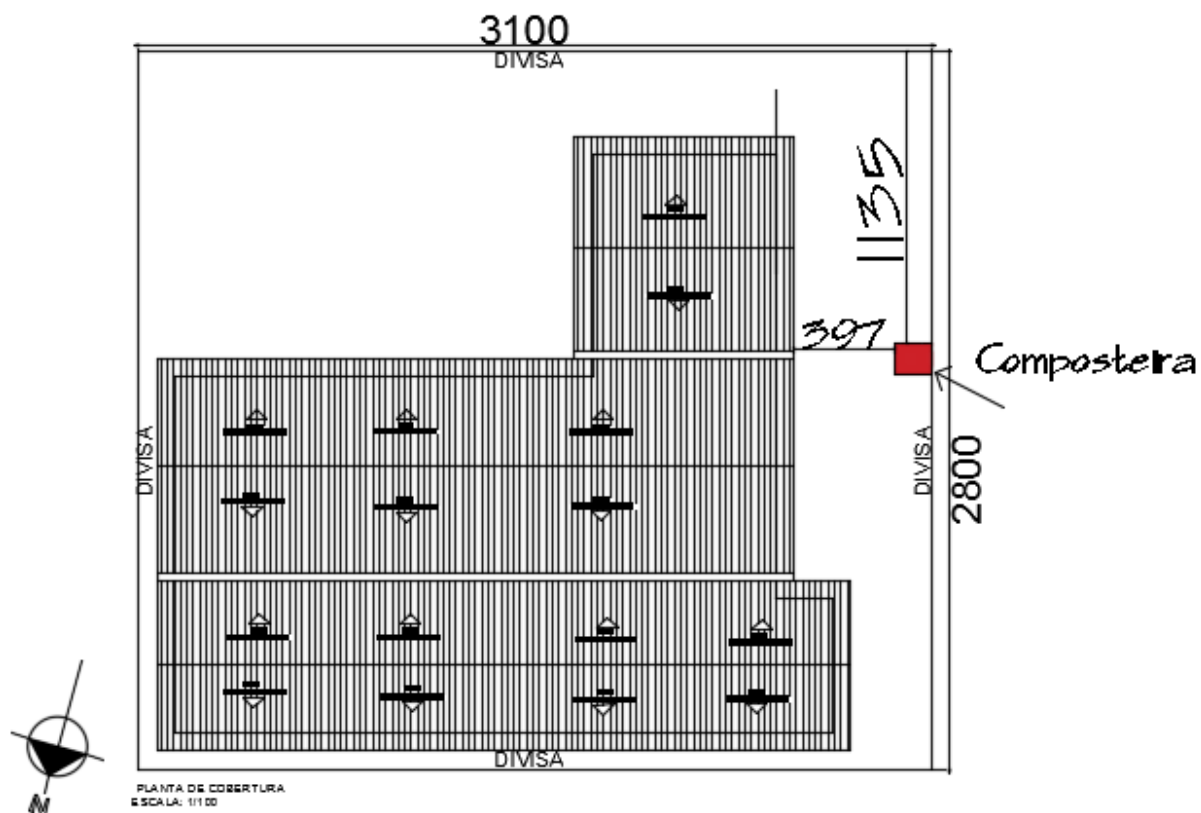
Figura 55 – Modelo de composteira.



Fonte: RICCI (2016).

A composteira deverá ser localizada a 5,8 metros da saída leste da escola (Figura 56), pois a mesma se localiza próxima da cozinha, facilitando o transporte do resíduo, a composteira escolhida, é do tipo que faz compostagem aeróbia, portanto deve se localizar em ambiente externo e com contato ao solo.

Figura 56 – Planta Baixa da escola com a localização da composteira



FONTE: Autor.

Para a estimativa da geração de resíduos da escola, foram utilizados os dados de três escolas do município de São Paulo, no estado de São Paulo (Tabela 6), a partir dos dados fornecidos foi estabelecida uma média de geração de resíduo por aluno e então multiplicado pelo número de alunos da escola de marmeleiro.

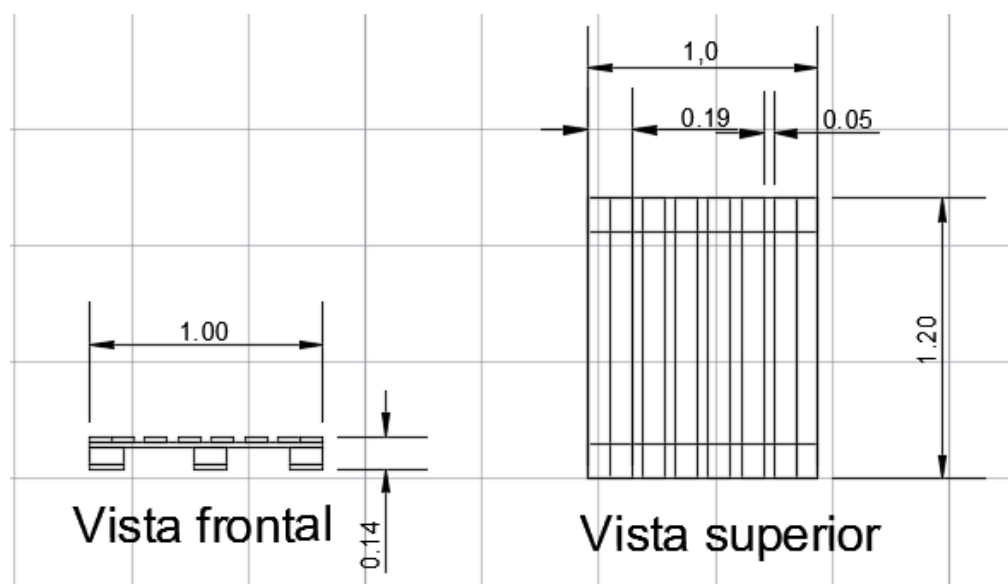
Tabela 6 – Média de número de alunos e geração mensal de resíduos das escolas de São Paulo

	Numéro de alunos	Geração de resíduos orgânicos (kg)/mês
Escola 1	270	300
Escola 2	400	230
Escola 3	285	220
Média	318.33	250

FONTE: Autor.

A partir desses dados estabeleceu-se a geração média mensal de resíduo por aluno, que foi de 0.785g, então, multiplicou-se pelo número total de estudantes, 45, totalizando uma geração média mensal de 35,34kg. O palete padrão tem como medidas 1.2 metros de comprimento, 1 metro de largura e 0.138 metros de altura (Figura 57). Sugere-se que seja instalado com a parte de 1.2 encostada no chão, de modo que a composteira tenha 1 metro de altura e um volume de 3.84m³, sendo capas de comportar o resíduo gerado.

Figura 57 – Vista do palete

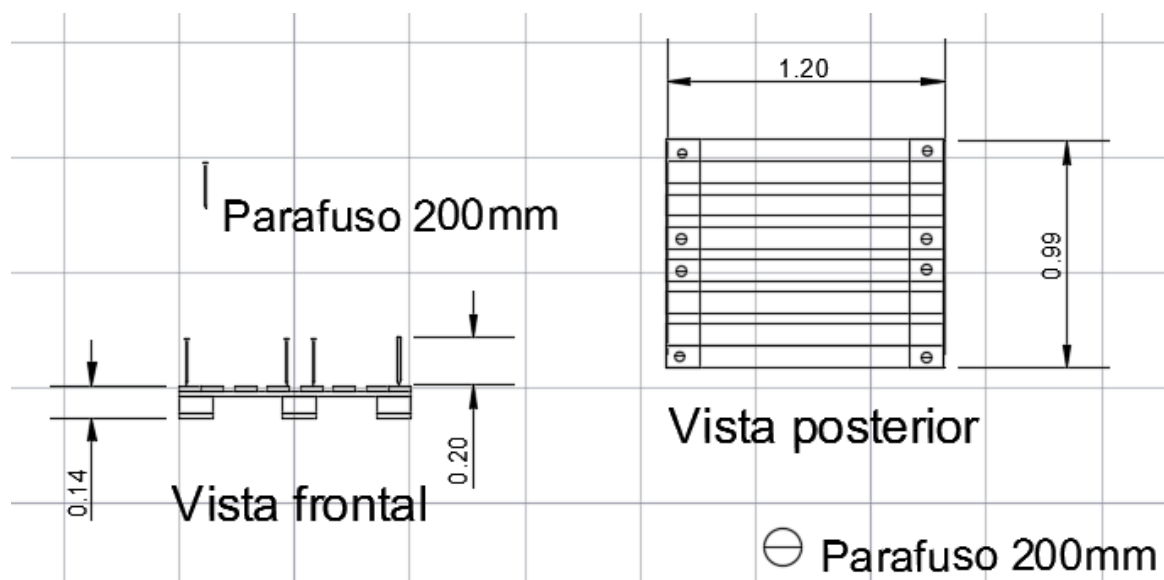


FONTE: Autor.

Para a instalação da composteira, os paletes deverão ser fixados, com parafusos de 200 mm de comprimento, em sua parte de trás (Figura 58), totalizando 8 parafusos; para a parte da frente da composteira, deverão ser fixadas dobradiças,

que irão permitir a abertura para retirada do composto quando pronto, deve-se também instalar uma fechadura (Figura 59), para a parte frontal serão necessários 18 parafusos de 110 mm, que deverão fixar as dobradiças e a fechadura (Figura 60). Finalizada a fixação dos paletes, a composteira deverá ter um formato retangular (Figura 61).

Figura 58 – Instruções de fixação dos paletes na parte traseira



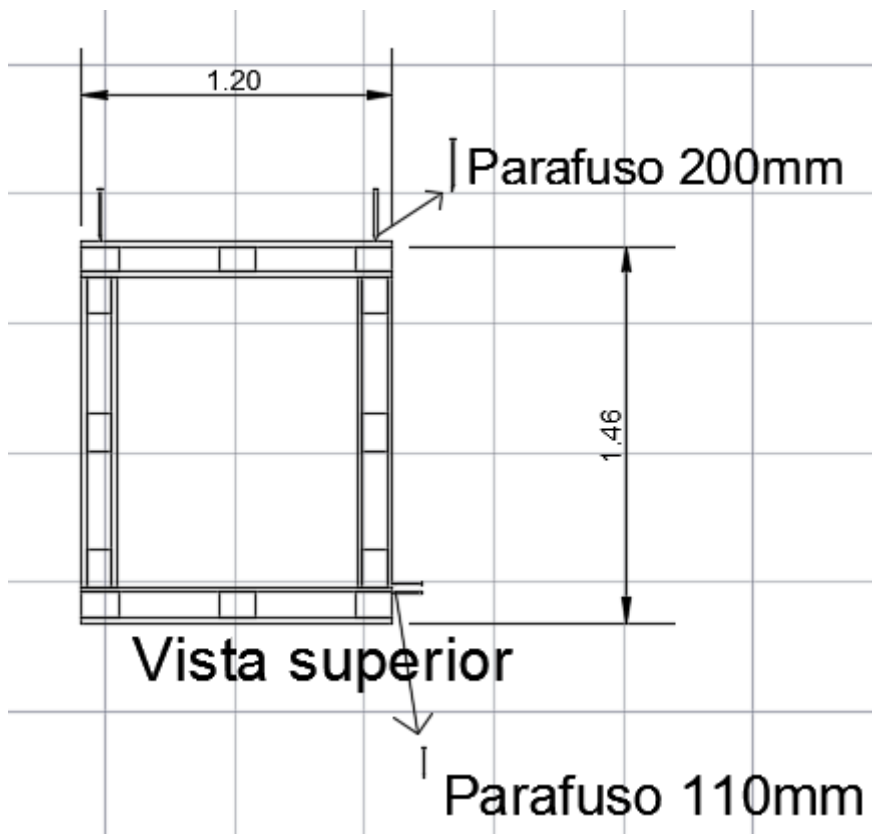
AUTOR: Autor.

Figura 59 – Instruções de fixação na parte frontal



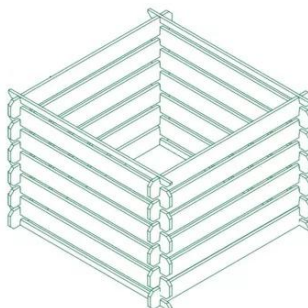
FONTE: Autor.

Figura 60 – Vista superior da composteira



FONTE: Autor.

Figura 61 – Modelo de composteira



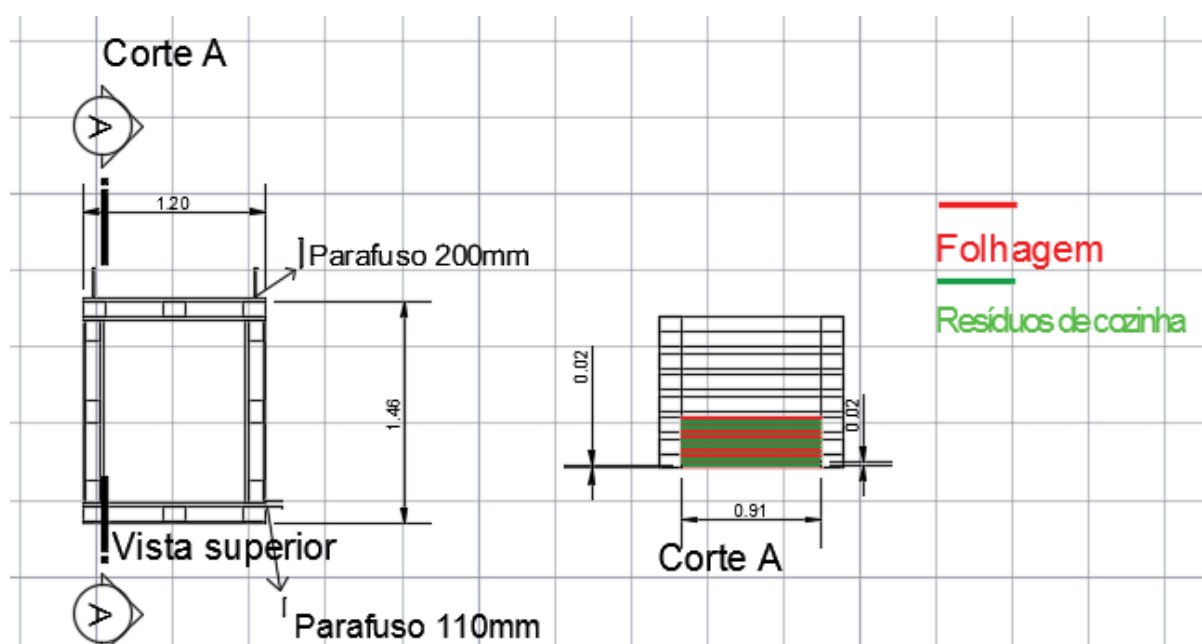
FONTE: Autor.

Para o funcionamento da composteira deverão ser colocados no local resíduos marrons (galhos, folhas secas, serragem) e resíduos verdes (restos de alimentos, folhagem verde); estes deverão ser intercalados (Figura 62), de maneira a ficarem sempre na proporção 50/50, a primeira camada deve ser de resíduos

marrons; sempre que colocados resíduos das refeições que tiverem aparência muito úmida, deve-se jogar serragem por cima, a fim de evitar odores desagradáveis, recomenda-se ainda, que se mantenha no topo, sempre uma camada de resíduos marrons, evitando a atração de vetores.

Deve-se cobrir a composteira em dias de chuva, para evitar elevação da umidade e conseqüentemente causar falhas no processo, o composto orgânico deve demorar de 6 a 9 meses para chegar ao ponto de uso, estará pronto quando, por meio de amostra, perceber-se, textura uniforme, nenhum cheiro e material fino de coloração marrom escuro.

Figura 62 – Esquema de camadas da composteira



FONTE: Autor.

Tabela 7 – Relação de custos dos materiais para construção da composteira

Material	Preço cotado	Quantidade	Preço total
Pallets	R\$10,00/unidade	4	R\$ 40.00
Parafuso (200 mm)	R\$166,90/100 peças	1	R\$ 166.90
Parafuso (110 mm)	R\$55,90/100 peças	1	R\$ 55.90
			R\$ 262.80

FONTE: Autor

5.6 Estimativas de melhora na eficiência da edificação

Analisando as recomendações para o zoneamento do município, percebeu-se que a edificação tem maior necessidade de mecanismos de climatização para o inverno, sendo recomendado o aquecimento solar da edificação, o uso de paredes internas com maior capacidade de retenção de calor, a insolação dos ambientes e em últimos casos a utilização do aquecimento artificial. Para o verão recomenda-se apenas a utilização de ventilação cruzada.

Foi realizada uma visita ao local, para a análise das condições arquitetônicas atuais da escola e sua eficiência energética. Percebeu-se que a escola utiliza condicionadores de ar em diversos cômodos, fato comum em edificações padronizadas que não foram projetadas de acordo com métodos bioclimáticos, nota-se também a falta de sistema de reuso de água com as saídas de água das calhas para o gramado da escola.

A partir dos dados coletados na revisão bibliográfica e na visita realizada, foram propostas as medidas de reforma da edificação, para que a mesma apresente maior conforto aos usuários e melhor eficiência energética, as medidas propostas e seus resultados esperados são descritos a seguir.

Com a instalação da cortina verde de *Wisteria floribunda* (Glicínia), proposta no estudo, espera-se haver uma economia de média de 33% nos gastos com energia elétrica, referentes à refrigeração de uma edificação localizada na zona bioclimática 2 que têm, nos meses de outubro a abril, a maior necessidade de resfriamento para conforto térmico, e de maio a setembro a maior necessidade de aquecimento para o conforto térmico (Scherer, 2014).

Os chuveiros elétricos representam em média 25% dos gastos com energia elétrica das residências brasileiras, portanto, com a instalação dos sistemas de aquecimento de água por coletores solares alternativos, que foi dimensionado para suprir a demanda da escola de água quente, estima-se que a redução de gastos com aquecimento de água represente 20% no total da conta (Furlanetto, 2001).

O reuso de águas pluviais em escolas já é realidade no Paraná, em Marechal Cândido Rondon, o Colégio Eron Domingues, que apresentou em média 122 alunos por ano, durante os 6 anos de análise, teve uma redução de 59,67% no consumo de

água tratada depois da instalação do sistema (EL TUGOZ; BERTOLINI; BRANDALISE, 2017).

Em outro caso, em duas escolas, uma estadual, que contava com 47 usuários, e uma municipal, que contava com 41 usuários, ambas situadas no município de Florianópolis, em Santa Catarina. Foi analisado o potencial de redução do gasto de água das escolas através de software, sendo o potencial de redução de cada escola, 22,9% para a escola municipal e 42,5% para a escola estadual.

Sendo as características do consumo de água da escola municipal de Florianópolis, Santa Catarina, a que mais se aproximou da realidade da Escola Novo Progresso, considera-se que pode haver uma redução de aproximadamente 20% no consumo de água com a instalação do sistema de reuso de água.

Além da redução no consumo de água da edificação, o modelo proposto é construído com materiais que podem ser encontrados por qualquer membro da comunidade em lojas de construção, devendo servir de modelo para futuras instalações domésticas, trazendo a sensibilização das questões do uso racional da água e medidas para melhor utiliza-la, para toda a comunidade.

A instalação de um parquinho de pneus é uma proposta para o aproveitamento do ambiente externo, que atualmente não é utilizado pelos estudantes, a composição do parquinho por pneus, visa transmitir as crianças a ideia do reuso de materiais, a criação desse ambiente proporciona ainda que os estudantes tenham convívio com a natureza e um espaço de lazer ao ar livre, situações que os trazem benefícios psicológicos durante o processo de aprendizagem.

Uma composteira de pallets foi indicada para o tratamento de 100% dos resíduos sólidos orgânicos da escola, que representam 62% do total de resíduos sólidos gerados por uma escola, além da redução da geração dos resíduos encaminhados ao aterro, a medida permitirá a geração de composto orgânico, as crianças poderão acompanhar o ciclo de orgânico de seus resíduos, e posteriormente, utilizar o composto gerado para adubar o crescimento de novas plantas (RICCI, 2016).

Ao fim da definição e dimensionamento das medidas a serem implantadas, pode-se estimar a melhoria esperada na eficiência energética da edificação, estima-se que o consumo de energia tenha uma redução de 53%, devido às medidas de instalação do coletor solar alternativo e instalação da cortina verde; o consumo de

água de apresentar uma redução de 20% e os resíduos sólidos gerados deve reduzir em 62%, passando a gerar composto orgânico.

Foi elaborada uma tabela com as estimativas de custo para a compra de materiais necessários para a obra e uma planta em 3D, para que se possa visualizar as instalações descritas nos métodos e ter noção dos custos da obra que totalizaram R\$10.477,73. A tabela, imagens da planta e orçamentos do sistema solar estão disponíveis nos anexos II e III.

6 CONCLUSÃO

Percebeu-se que a falta de planejamento e tentativa de padronização nas construções, originou edificações que tem baixa eficiência energética, que trazem pouco conforto aos usuários, fazendo-se necessário o uso de sistemas mecanizados para resfriamento e aquecimento.

O projeto apresentou relevante potencial de melhorias na eficiência energética da edificação, podendo reduzir sua conta elétrica em mais da metade, reduzir sua geração de resíduos, diminuir o consumo de água, melhorar o ambiente auxiliando o psicológico dos usuários, transformar ambientes dando uso a espaços inutilizados e criar um ambiente propício ao aprendizado saudável dos estudantes.

Projetos que sejam planejados de acordo com as condições climáticas locais de cada edificação, utilizando métodos bioclimáticos, tem grande potencial de apresentar uma eficiência energética melhor do que as edificações atuais, mesmo reformas, como é o caso deste estudo, podem reduzir significativamente os gastos da edificação.

Faz-se ainda, de extrema importância, que seja feito um projeto de explanação e acompanhamento das medidas, para que a comunidade seja sensibilizada quanto aos benefícios das proposições e que percebam que muitas podem ser aplicadas de maneira residencial.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

1 - Recomenda-se que seja mantida uma relação próxima com Secretária do meio ambiente do município, para que possam ser acompanhados os processos de licitação.

2 – Recomenda-se que seja desenvolvido um projeto exclusivo para a comunidade, com cronograma de visitas e palestras, para que sejam transmitidos a professores, estudantes e pais, os conhecimentos que serão aplicados.

3 – Recomenda-se que seja desenvolvido um plano de acompanhamento da efetividade das medidas, para melhor analisar sua viabilidade.

Referências

ABREU, Rivaldo Ferreira de. **Estudo térmico de um sistema solar de aquecimento de água residencial para duas configurações de superfície absorvedora**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2009.

ALMEIDA, Eliane; ROSA, Anna Clara; DIAS, Cristina Lima Sales; BRAZ, Kathlen Thais Mariotto; LANA, Luana Teixeira Costa; SANTO, Olívia Castro do Espírito; SACRAMENTO, Thays Cristina Bajur. **Energia solar fotovoltaica: Revisão bibliográfica**. Engenharias Online. Belo Horizonte, V.1,N.2. Pg 21-33. 2015

Agência Nacional de Águas – ANA. (2005). **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio Janeiro, 2005.

BARBOSA, Murilo Cruciol; FONTES, Maria Solange Gurgel de Castro. **Jardins verticais: modelos e técnicas**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 7, n. 2, p. 114-124, 2016.

BERNARDI, Núbia; KOWALTOWSKI, Doris CCK. **Avaliação de interferência comportamental do usuário para a melhoria do conforto ambiental em espaços escolares: estudo de caso em Campinas-SP**. 2001.

BOGO, Amilcar José. **30-Limitações quanto aos parâmetros de desempenho térmico e estratégias bioclimáticas recomendadas pela norma brasileira de desempenho térmico de habitações de interesse social**.USP. São Paulo. 2008.

BRASIL. **Vamos Cuidar do Brasil com Escolas Sustentáveis: educando-nos para pensar e agir em tempos de mudanças socioambientais globais**. Brasília: Ministério da Educação - Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, 2012.

BRASIL. **Manual das Escolas Sustentáveis: Resolução CD/FNDE no dia 18, de 21 de maio de 2013**. Brasília: Ministério da Educação; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Diretoria de Políticas de Educação em Direitos Humanos e Cidadania; Coordenação-Geral De Educação Ambiental, 2013.

BRASIL. **Plano Nacional de Eficiência Energética: Premissas e Diretrizes Básicas**. Ministério de Minas e Energia. Brasil, 2010.

CLIMATEMPO. **Média histórica da cidade de Marmeleiro/PR**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/climatologia/2867/marmeleiro-pr>>. Acesso em 02 jul. 2019.

COSTA, Bernardo Luís Ferreira da. **Projeto de jardins verticais. Abordagem tipológica e discussão crítica**. 2017. Tese de Doutorado. ISA. Portugal

COSTA, Raimundo Nonato Almeida. **Viabilidades térmica, econômica e de materiais de um sistema solar de aquecimento de água a baixo custo para fins residenciais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2007.

DA SILVA, Diogo Hilário; SANTANA, Edjane da Silva; SILVA, Jessica Ferreira Tiburcio; ALMEIDA, Suelane, LIMA, Sandovânio Ferreira de. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NA**

ENGENHARIA CIVIL. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 4, n. 2, p. 89, 2018.

DE SOUSA SLILPEN, Daniel Vasconcellos. **Eficiência Energética e Arquitetura Bioclimática-O Caso do Centro de Energia e Tecnologias sustentáveis.** 2007. Tese de Doutorado. tesi di laurea II livello, Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ, Ciências em Planejamento Energético, aa 2007, rel. Prof. Marcos Aurelio Vasconcelos de Freitas.

EL TUGOZ, Jamila; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor; BRANDALISE, Loreni Teresinha. **Captação e Aproveitamento da Água das Chuvas: O Caminho para uma Escola Sustentável.** Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 6, n. 1, p. 26, 2017.

FARIA, João Roberto Gomes de. **GIVONI, FANGER: Uma comparação.** V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza, 1999.

FASOLA, Gabriel Balparda; GHISI, EneDir; MARINOSKI, Ana Kelly; BORINELLI, Jaffer Bressan. **Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC.** Ambiente Construído, v. 11, n. 4, p. 65-78, 2011.

FILIPIN, Ana Lucia Oliveira; ARAÚJO, Aurea Jaciane Santos; FILIPIN, Ana Sophia Oliveira. **Os benefícios das áreas verdes nos espaços urbanos.** 2016. V Simpósio do Instituto de Ciências Sociais. Meio Ambiente e direito à vida: premências, sentidos e práticas. PUC – Minas. Pg 161 – 170. Belo Horizonte, 22 a 24 de agosto de 2016.

FIRMINO, Manuel e SOUSA, Armando. **Energia solar.** 2015. Projeto FEUP. Universidade do Porto, Portugal

FURLANETTO, Cesar. **Uma contribuição à determinação de perfil do consumo de energia elétrica no ambiente residencial.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2001.

GARBELOTTI, Tais. **Projeto de Escola Infantil Sustentável em Bauru.** 2011.

GODOI, Giselle. **Conforto térmico nas edificações escolares públicas.** 2010.

GOLDENFUM, Joel Avruch. **Reaproveitamento de águas pluviais.** Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura. Passo Fundo. Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura, v. 1, p. 1-14, 2006.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas climáticas do Paraná - Classificação climática segundo Köppen. 2019a. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597> . Acesso em: 02 jul. 2019.

KOWALTOWSKI, Doris.C.C.K.; BORGES FILHO, Francisco; LABAKI, Lucila C.; RUSCHEL, Regina C.; BERTOLI, Stelamaris R.; PINA, Sílvia A.M.G. e BERNARDES, Renata F.C.N. . **Melhoria do conforto ambiental em edificações escolares na região de Campinas.** ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 2, 1999.

LABAKI, Lucila C.; KOWALTOWSKI, Doris CCK. **Bioclimatic and vernacular design in urban settlements of Brazil.** Building and Environment, v. 33, n. 1, p. 63-77, 1998.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura (3ª EDIÇÃO)**. Ed. ELETROBRAS/PROCEL. 2014

LIMA, Luís Miguel Bastos Santos. **Dimensionamento do sistema solar térmico e sistema solar fotovoltaico para instituição de serviços**. 2017. Tese de Doutorado.

LIMA JUNIOR, José Edwalto de; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; TAVARES, Sérgio Fernando. **Fachadas vegetais para melhora do conforto ambiental de edificações: escolha para Curitiba usando análise hierárquica**. *Arquiteturarevista*, v. 13, n. 1, p. 50-60, 2017.

LIGGETT, Robin. e MILNE, Murray. **Climate Consultant, version 6.0**. UCLA Design Tool Group, USA. 2017.

MACEDO, Roberto Gondo; DE CASTILHO, Alessandra. Economia criativa e comunicação governamental: Movimento 90° e a remodelagem visual da cidade de São Paulo. **Organicom**, v. 12, n. 23, p. 110-123, 2015.

MANZANO-AGUGLIARO, Francisco; MONTOYA, Francisco G.; SABIO-ORTEGA, Andrés; GARCÍA-CRUZ, Amós. **Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 49, p. 736-755, 2015.

MUÑOZ, Luiza Sobhie; BARBOSA, Murilo Cruciol; FONTES, Maria Solange Gurgel de Castro; DE FARIA, João Roberto Gomes. **Desempenho térmico de jardins verticais de tipologia fachada verde**. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, v. 10, p. 019013, 2019.

MONTANARI, Ketlin Bruna; LABAKI, Lucila Chebel. **Comportamento térmico de ambientes internos sob a influência de envoltórias verdes**. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, v. 8, n. 3, p. 181-193, 2017.

MORELLI, Denise Damas de Oliveira. **Desempenho de paredes verdes como estratégia bioclimática**. 2016. 161f. Tese de doutorado - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

PEREIRA, Osvaldo LS; GONÇALVES, Felipe F. **Dimensionamento de Inversores para sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica: Estudo de caso do sistema de tubarão-SC**. *Revista Brasileira de Energia*, v. 14, n. 1, p. 25-45, 2008.

PEREIRA, Thulio Cícero Guimarães. **Energias renováveis: políticas públicas e planejamento energético**. Edição digital. 2014.

PEREIRA, Ivan G. Simões. **Sustentabilidade e projeto de arquitetura**. Dissertação de Mestrado. Universidade Losófana do Porto. 94p. Portugal, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARMELEIRO. **Município - Marmeleiro Hoje**. 2019. Disponível em:<<http://www.marmeleiro.pr.gov.br/sitio/municipio-de-marmeleiro.php>> . Acesso em: 02 jul. 2019.

RIBEIRO, Solange Lucas. **Espaço Escolar: um elemento (in) visível no currículo**. *Sitientibus*, Feira de Santana, v. 31, p. 103-18, 2004.

RICCI, Marco. **Manual para gestão de resíduos orgânicos nas escolas**. Climate and Clear Air Coalition, Municipal Solid Waste Initiative. São Paulo, 2016.

RORIZ, Maurício. **Classificação bioclimática das sedes dos municípios brasileiros, conforme a ABNT NBR15220-3**. Version 1.1. São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 2004.

RUSSI, Madalena; VETTORAZZI, Egon; SANTOS, Joaquim C. Pizzutti; ZÓFOLI, Giana da Rocha; SOARES, Roberta Mulazzani Doleys. **Estratégias construtivas na busca de conforto térmico e eficiência energética em edificações unifamiliares de interesse social nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3 brasileiras**. Revista de Arquitetura IMED, v. 1, n. 2, p. 113-121, 2013.

SANTOS, Natanaeyfle Randemberg Gomes dos. **Projeto, construção e análise de desempenho de coletores solares alternativos utilizando garrafas PET**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2008.

SANTOS, Helaine Maria Naves dos et al. **Educação ambiental por meio da compostagem de resíduos sólidos orgânicos em escolas públicas de Araguari**. 2007.

SCHERER, Minéia Johann; ALVES, Thales Severo; REDIN, Janaína. **Envoltórias vegetadas aplicadas em edificações: benefícios e técnicas**. Revista de Arquitetura IMED, v. 7, n. 1, p. 84-101, 2018.

SCHERER, Minéia Johann. **Cortinas verdes na arquitetura: desempenho no controle solar e na eficiência energética das edificações**. 2014. 187f. Tese de doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SIGNOR, Régis. **Análise de regressão do consumo de energia elétrica frente a variáveis arquitetônicas para edifícios comerciais climatizados em 14 capitais brasileiras**. Mestrado. Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SOUZA, Fernanda Maria de. **Coleta seletiva: práticas na Escola Municipal João Gualberto da Silva**. Paraná, Matinhos, 2015.

SOUZA, Juliana Francisco de; NETO, Miguel Rascado Fraguas; SOUZA, Marco Antonio Soares de; VENEU, Diego Macedo. **Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis na Universidade Severino Sombra**. Revista Eletrônica TECCEN, v. 9, n. 1, p. 35-46, 2016.

TAVARES, Jean Carlo Fachine; ANDRADE, Gutemberg Alves de; SILVA, Esdras Cordeiro da; SILVA, Yure Emanuel da; PIMENTEL, Juliana da Silva; FLOR, Lilian Lorena. **RECICLAR PARA BRINCAR**. Núcleo de pesquisa e extensão. Campina Grande, Paraíba. 2014.

TOMIO, Daniela; ADRIANO, Graciele Alice Carvalho; SILVA, Vera Lúcia de Souza e. **(Com) viver em espaços de uma escola sustentável e criativa**. Revista Polyphonia, v. 27, n. 1, p. 367-391, 2016.

TORRES, Maria Betânia Ribeiro. **O espaço escolar como uma problemática socioambiental**. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 32, n. 1, p. 79-100, 2015.

TRAJBER, Rachel; SATO, Michèle. **Escolas sustentáveis: incubadoras de transformações nas comunidades**. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, 2010.



TREVISAN, Livia Yu Iwamura; ORSSATTO, Fábio. **Tratamento de Águas Residuárias e Mecanismos de Gestão Hídrica de uma Universidade em Foz do Iguaçu/PR**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade-GeAS, v. 6, n. 3, p. 118-130, 2017.

VIZIOLI, Simone Helena Tanoue; FANTIN, Marcel. **Educação ambiental a partir da reutilização de pneus inservíveis no município de Arenópolis-MT**. Extensio: Revista Eletrônica de Extensão, v. 13, n. 23, p. 83-98, 2016.

YOSHIDA, Rosana; GONÇALVES, Helder; LAMBERTS, Roberto. **Das normas em conforto térmico ao projecto de arquitectura-Estudo de caso para edifícios de habitação-Zona Bioclimática Brasileira Z3-Brasil**. 2006. Tese de Doutoramento. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa.

ANEXO I

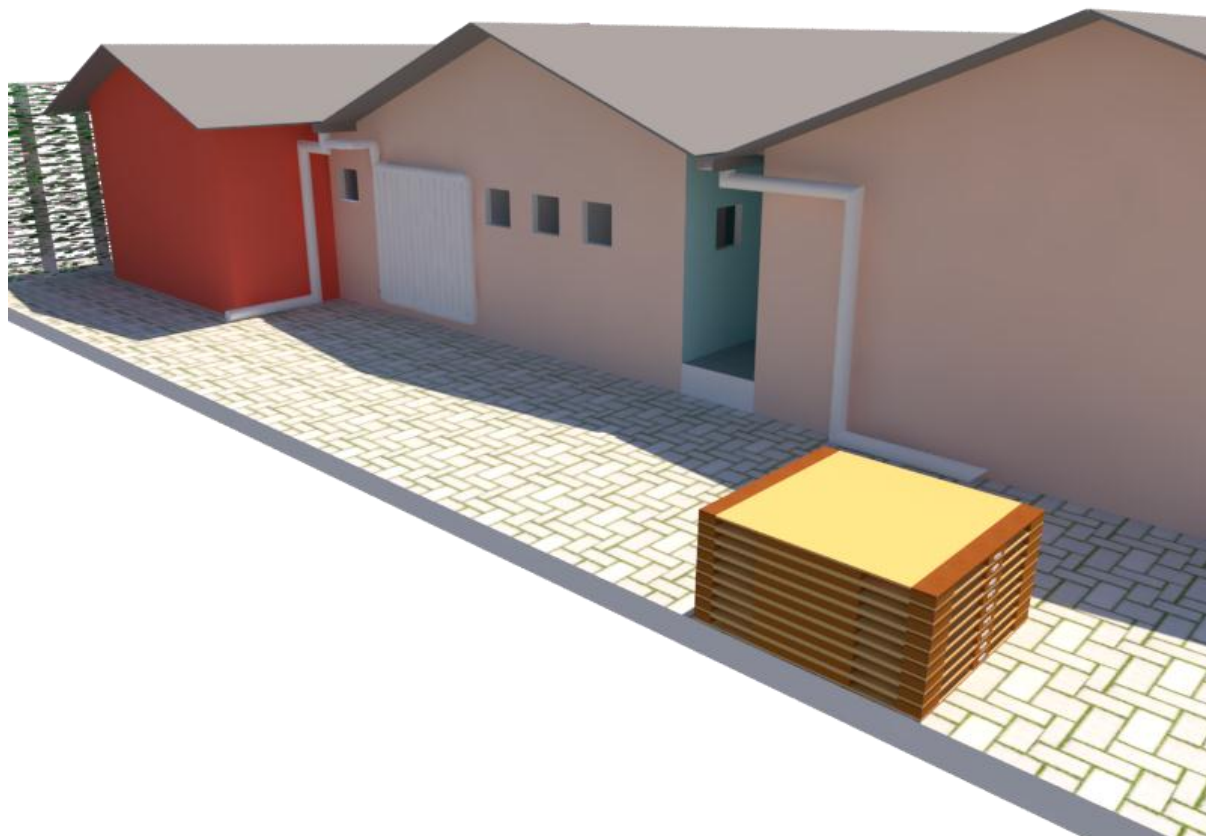
Conta de luz da Escola Novo Progresso

 COPEL		Copel Distribuição S.A. José Idalvo Bezerra, 158 N.C - Moura - Curitiba PR - CEP 81200-240 CNPJ: 04.368.898/0001-06 - IE 90.233.073-99 - IM 423.902-4		www.copel.com 0800 51 00 116																																																				
MUNICÍPIO DE MARMELEIRO PM MRO ADMINISTRACAO LIN NOVO PROGRESSO, - 651 780000 PM MRO ESC NOVO PROGRESSO VILA ALTO SAO MATEUS - MARMELEIRO - PR - 85615-000 81914 01 651 780000 CNPJ 76.205.665/0001-01		Mês de referência Novembro/2017	Nº de Identificação 8914524																																																					
Responsável pela manutenção da iluminação Pública: Município 4635258100		Vencimento 25/12/2017	VALOR A PAGAR R\$ 337,20																																																					
FAT-01-20175604702538-86																																																								
Informações Técnicas																																																								
Poder/Ppm-Adm Publica Em Geral		Nº Medidor: MD 0352575879 - Monofasico Rural																																																						
Lettura Atual 21/11/2017 7185	Constante de Multiplicação 1	Consumo Médio Diário 13,40 kWh	Próxima Lettura Prevista 20/12/2017																																																					
Historico de Consumo e Pagamento		Valores Faturados																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Mês</th> <th>kWh</th> <th>Dt.Pgto.</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10/2017</td><td>491</td><td>24/11/2017</td><td>372,59</td></tr> <tr><td>09/2017</td><td>725</td><td>24/10/2017</td><td>536,59</td></tr> <tr><td>08/2017</td><td>456</td><td>22/09/2017</td><td>336,63</td></tr> <tr><td>07/2017</td><td>498</td><td>25/08/2017</td><td>351,49</td></tr> <tr><td>06/2017</td><td>344</td><td>25/07/2017</td><td>227,47</td></tr> <tr><td>05/2017</td><td>482</td><td>23/06/2017</td><td>314,86</td></tr> <tr><td>04/2017</td><td>480</td><td>24/05/2017</td><td>284,73</td></tr> <tr><td>03/2017</td><td>204</td><td>20/04/2017</td><td>132,85</td></tr> <tr><td>02/2017</td><td>460</td><td>24/03/2017</td><td>290,81</td></tr> <tr><td>01/2017</td><td>150</td><td>21/02/2017</td><td>94,49</td></tr> <tr><td>12/2016</td><td>448</td><td>19/01/2017</td><td>285,86</td></tr> <tr><td>11/2016</td><td>440</td><td>13/12/2016</td><td>285,92</td></tr> </tbody> </table>	Mês	kWh	Dt.Pgto.	Valor	10/2017	491	24/11/2017	372,59	09/2017	725	24/10/2017	536,59	08/2017	456	22/09/2017	336,63	07/2017	498	25/08/2017	351,49	06/2017	344	25/07/2017	227,47	05/2017	482	23/06/2017	314,86	04/2017	480	24/05/2017	284,73	03/2017	204	20/04/2017	132,85	02/2017	460	24/03/2017	290,81	01/2017	150	21/02/2017	94,49	12/2016	448	19/01/2017	285,86	11/2016	440	13/12/2016	285,92	NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA Nº 004.218.041- SÉRIE B Emitida em 23/11/2017			
Mês	kWh	Dt.Pgto.	Valor																																																					
10/2017	491	24/11/2017	372,59																																																					
09/2017	725	24/10/2017	536,59																																																					
08/2017	456	22/09/2017	336,63																																																					
07/2017	498	25/08/2017	351,49																																																					
06/2017	344	25/07/2017	227,47																																																					
05/2017	482	23/06/2017	314,86																																																					
04/2017	480	24/05/2017	284,73																																																					
03/2017	204	20/04/2017	132,85																																																					
02/2017	460	24/03/2017	290,81																																																					
01/2017	150	21/02/2017	94,49																																																					
12/2016	448	19/01/2017	285,86																																																					
11/2016	440	13/12/2016	285,92																																																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Produto</th> <th>Un.</th> <th>Consumo</th> <th>Valor Unitário</th> <th>Valor Total</th> <th>Base Aliq. Cálculo ICMS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENERGIA ELETRICA CONSUMO</td> <td>kWh</td> <td>429</td> <td>0,713427</td> <td>306,06</td> <td>306,06 29,00%</td> </tr> <tr> <td>ENERGIA CONS. B.VERMELHA</td> <td>kWh</td> <td></td> <td></td> <td>31,14</td> <td>31,14 29,00%</td> </tr> </tbody> </table>	Produto	Un.	Consumo	Valor Unitário	Valor Total	Base Aliq. Cálculo ICMS	ENERGIA ELETRICA CONSUMO	kWh	429	0,713427	306,06	306,06 29,00%	ENERGIA CONS. B.VERMELHA	kWh			31,14	31,14 29,00%																																				
Produto	Un.	Consumo	Valor Unitário	Valor Total	Base Aliq. Cálculo ICMS																																																			
ENERGIA ELETRICA CONSUMO	kWh	429	0,713427	306,06	306,06 29,00%																																																			
ENERGIA CONS. B.VERMELHA	kWh			31,14	31,14 29,00%																																																			
Indicadores de Qualidade																																																								
Conjunto: FRANCISCO BELTRAO Mãe Ref.: 09/2017																																																								
Realizado: Limite Mensal: Limite Trimestral: Limite Anual:	DIC 1,82 11,01 22,03 44,07	FIC 2,00 7,67 15,34 30,69	DMIC 1,88 5,98 - -	DICR - 16,00 - -	EUSD (R\$) 138,64																																																			
Tensão Contratada: 127/254 volts Limite Adequado de Tensão: 117 a 133/234 a 267 volts																																																								
O não cumprimento das indicações DIC, FIC, DMIC e DICR definidas pela ANEEL resulta em compensação financeira ao consumidor pelo desconexão do fornecimento. É direito do consumidor solicitar a emissão desses indicadores a qualquer tempo.																																																								
Aviso de Vencimento																																																								
CONSUMO ESTIMADO COMF ART 89 REN ANEEL 414/10 - LEITURA NÃO FORNECIDA - LMR INCLUSO NA FATURA PIS R\$5,96 E COPINS R\$26,63 CONFORME RES. ANEEL 130/2005. FATURA AGRUPADA - NÃO RECEBER Atreço superior a 15dias sujeita inclusão no cadastro de inadimplentes CADINPR A qualquer tempo pode ser solicitado o cancelamento de valores não relacionados à prestação do serviço de energia elétrica, como convênios e doações. Período Band.Tarif.: Vermelha:21/10-21/11																																																								
Base de Cálculo do ICMS 337,20		Valor ICMS 97,79	Valor Total da Nota Fiscal 337,20																																																					
Composição dos Valores Distribuição: 59,59 Enc. Setoriais: 12,05 Energia: 126,19 Transmissão: 10,39 Tributos: 128,98 Total: 337,20		Reservado ao Fisco 71D3.F88F.6B79.6DC7.8EA3.8001.C64D.43A2																																																						

ANEXO II

Imagens da planta 3D da escola Novo Progresso

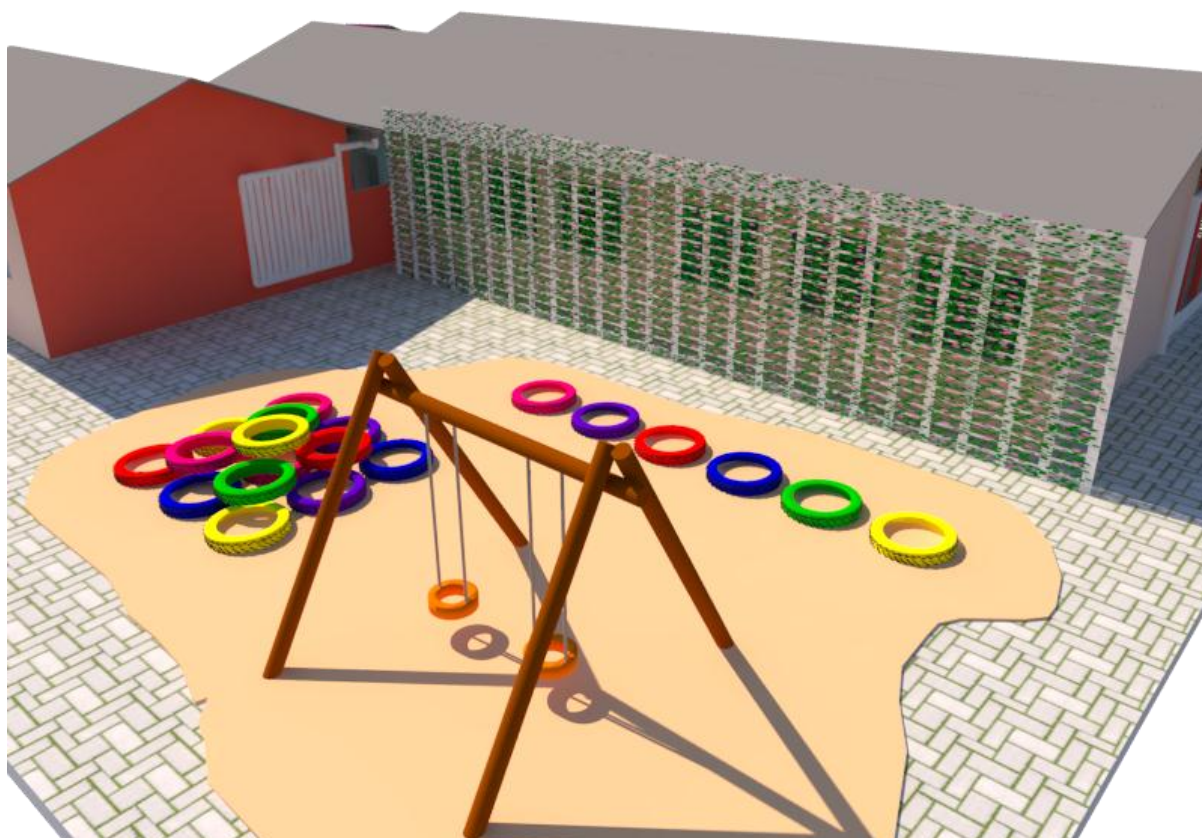
Fachada leste da escola, onde se pode ver o reservatório de água pluvial e a composteira



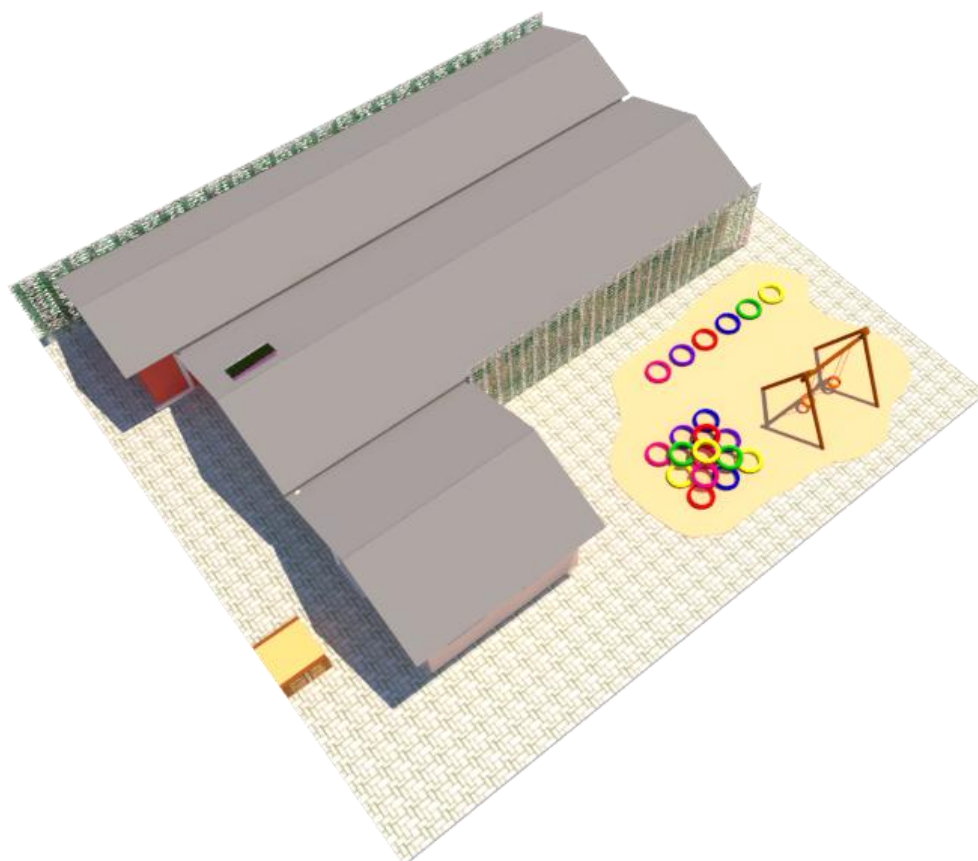
Fachada norte da escola onde se pode ver a cortina verde



Fachada sul da escola onde se vê o parquinho de pneus, o reservatório de água pluvial e a cortina verde



Vista superior da escola, onde se pode ver o sistema alternativo de aquecimento de água



ANEXO III

Orçamentos do sistema solar

<p>Lucas G S Marques</p> <p>UC: 8914524 M</p> <p>(46) 9 9138-1500</p> <p>lucasgsmarques@gmail.com</p> <p>Marmeleiro – PR, 27 de Agosto de 2018</p>		<p>PROPOSTA COMERCIAL</p> <p>GERADOR FOTOVOLTAICO</p> <p>1,89 kWp</p>															
<p>DESCRIÇÃO</p> <p>POTÊNCIA TOTAL: 1,89 kWp</p> <p>PRODUÇÃO ENERGIA MENSAL: 222 kWh/mês</p> <p>AUTOCONSUMO INSTANTÂNEO DA PRODUÇÃO: 111 kWh/mês</p> <p>PRODUÇÃO INJETADA NA REDE: 111 kWh/mês</p> <p>ÁREA TOTAL UTILIZADA: 13,58 m²</p>																	
<p>EQUIPAMENTOS</p> <table border="1"> <tr> <td>PAINEL SOLAR:</td> <td>270 W</td> <td>RISEN</td> <td>07 unidades</td> </tr> <tr> <td>INVERSOR:</td> <td>3 kWp</td> <td>B&B/RENOVIGI</td> <td>01 unidade</td> </tr> <tr> <td>KIT FIXAÇÃO:</td> <td>-----</td> <td>AKCOME</td> <td>07 unidades</td> </tr> <tr> <td>MÓDULO DE MONITORAMENTO WIFI:</td> <td>-----</td> <td>B&B</td> <td>01 unidade</td> </tr> </table>	PAINEL SOLAR:	270 W	RISEN	07 unidades	INVERSOR:	3 kWp	B&B/RENOVIGI	01 unidade	KIT FIXAÇÃO:	-----	AKCOME	07 unidades	MÓDULO DE MONITORAMENTO WIFI:	-----	B&B	01 unidade	
PAINEL SOLAR:	270 W	RISEN	07 unidades														
INVERSOR:	3 kWp	B&B/RENOVIGI	01 unidade														
KIT FIXAÇÃO:	-----	AKCOME	07 unidades														
MÓDULO DE MONITORAMENTO WIFI:	-----	B&B	01 unidade														
<p>SERVIÇOS</p> <p>MATERIAL ELÉTRICO</p> <p>MÃO DE OBRA INSTALAÇÃO</p> <p>PROJETO ELÉTRICO SISTEMA</p> <p>REGULARIZAÇÃO DISTRIBUIDORA</p>	<p>SERVIÇOS DE ENGENHARIA</p> <p>DESLOCAMENTOS E ESTADIAS</p> <p>ART DE PROJETO E EXECUÇÃO</p> <p>FRETES</p>																
<p>GARANTIAS</p> <table border="1"> <tr> <td>PAINEL SOLAR:</td> <td>EFICIÊNCIA 80%</td> <td>25 anos</td> </tr> <tr> <td>PAINEL SOLAR:</td> <td>DEFEITOS DE FÁBRICA</td> <td>12 anos</td> </tr> <tr> <td>INVERSOR:</td> <td>DEFEITOS DE FÁBRICA</td> <td>06 anos</td> </tr> <tr> <td>INSTALAÇÃO:</td> <td>DEFEITOS NAS INSTALAÇÕES</td> <td>01 anos</td> </tr> </table>	PAINEL SOLAR:	EFICIÊNCIA 80%	25 anos	PAINEL SOLAR:	DEFEITOS DE FÁBRICA	12 anos	INVERSOR:	DEFEITOS DE FÁBRICA	06 anos	INSTALAÇÃO:	DEFEITOS NAS INSTALAÇÕES	01 anos					
PAINEL SOLAR:	EFICIÊNCIA 80%	25 anos															
PAINEL SOLAR:	DEFEITOS DE FÁBRICA	12 anos															
INVERSOR:	DEFEITOS DE FÁBRICA	06 anos															
INSTALAÇÃO:	DEFEITOS NAS INSTALAÇÕES	01 anos															
	<p>25 ANOS GARANTIA</p> <p>80% EFICIÊNCIA</p>																
<p>www.solbrasilenergia.com.br</p> <p>Rua Minas Gerais, 803 – Nossa Sra. Aparecida – Francisco Beltrão – PR (46) 3523 0221</p>																	

GERAÇÃO ESTIMADA

	GERAÇÃO TOTAL ENERGIA kWh	GERAÇÃO ENERGIA AUTOCONSUMO kWh	GERAÇÃO ENERGIA INJETADA kWh
JANEIRO	280	140	140
FEVEREIRO	236	118	118
MARÇO	242	121	121
ABRIL	193	97	97
MAIO	174	87	87
JUNHO	148	74	74
JULHO	171	86	86
AGOSTO	201	101	101
SETEMBRO	209	105	105
OUTUBRO	244	122	122
NOVEMBRO	272	136	136
DEZEMBRO	288	144	144
TOTAL	2.658	1.329	1.329

GERAÇÃO TOTAL = GERAÇÃO TOTAL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

GERAÇÃO ENERGIA AUTOCONSUMO = PARTE DA GERAÇÃO TOTAL QUE É CONSUMIDA INSTANTANEAMENTE PELOS EQUIPAMENTOS LIGADOS.

GERAÇÃO ENERGIA INJETADA = PARTE DA GERAÇÃO TOTAL QUE NÃO É CONSUMIDA INSTANTANEAMENTE PELOS EQUIPAMENTOS LIGADOS E POR ISSO É INJETADA NA REDE DA DISTRIBUIDORA.

ECONOMIA ESTIMADA

	ECONOMIA TOTAL R\$	ECONOMIA ENERGIA AUTOCONSUMO R\$	ECONOMIA ENERGIA INJETADA R\$
JANEIRO	199	99	99
FEVEREIRO	168	84	84
MARÇO	172	86	86
ABRIL	137	69	69
MAIO	124	62	62
JUNHO	105	53	53
JULHO	121	61	61
AGOSTO	143	71	71
SETEMBRO	148	74	74
OUTUBRO	173	87	87
NOVEMBRO	193	97	97
DEZEMBRO	204	102	102
TOTAL	1.887	944	944

ECONOMIA TOTAL = TOTAL DA ECONOMIA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO EM R\$.

ECONOMIA ENERGIA AUTOCONSUMO = PARTE DA ECONOMIA TOTAL RELATIVA AO AUTOCONSUMO DA ENERGIA GERADA - R\$ 0,71.

ECONOMIA ENERGIA INJETADA = PARTE DA ECONOMIA TOTAL RELATIVA À ENERGIA INJETADA NA REDE DA DISTRIBUIDORA - R\$ 0,71.

TOTAL ECONOMIA ANUAL ESTIMADA:

R\$ 1.887,18

REAJUSTE ANUAL DA ENERGIA:

5,00%

www.solbrasilenergia.com.br

Rua Minas Gerais, 803 – Nossa Sra. Aparecida – Francisco Beltrão – PR (46) 3523 0221

PREÇO DO GERADOR

PREÇO DO GERADOR INSTALADO:

R\$ 12.101,73

PREÇO POR kWp:

R\$ 6.403,03

VIABILIDADE

DADOS ECONÔMICOS DO SISTEMA:

VALOR DO kWh – AUTOCONSUMO: R\$ 0,71
 VALOR DO kWh – CRÉDITO: R\$ 0,71
 DEGRADAÇÃO ANUAL GERAÇÃO ENERGIA: 0,80 %
 REAJUSTE ANUAL DA ENERGIA: 5,00 %

VIABILIDADE DO INVESTIMENTO:

TEMPO DA ANÁLISE: 25 ANOS
 ECONOMIA TOTAL NO PERÍODO: R\$ 79.680,11
 ECONOMIA TOTAL PRIMEIRO ANO: R\$ 1.887
 RENDIMENTO DO INVESTIMENTO: 1,30 % a.m.

Retorno do Investimento

5 ANOS

9 MESES

TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO:

	ECONOMIA R\$	ACUMULADO R\$		ECONOMIA R\$	ACUMULADO R\$		ECONOMIA R\$	ACUMULADO R\$		ECONOMIA R\$	ACUMULADO R\$
ANO 0:	0	-12.102	ANO 7:	2.409	2.876	ANO 14:	3.190	22.743	ANO 21:	4.209	48.996
ANO 1:	1.888	-10.214	ANO 8:	2.508	5.384	ANO 15:	3.320	26.063	ANO 22:	4.376	53.372
ANO 2:	1.966	-8.248	ANO 9:	2.611	7.995	ANO 16:	3.455	29.518	ANO 23:	4.552	57.924
ANO 3:	2.048	-6.200	ANO 10:	2.718	10.713	ANO 17:	3.594	33.112	ANO 24:	4.733	62.657
ANO 4:	2.133	-4.067	ANO 11:	2.830	13.543	ANO 18:	3.739	36.851	ANO 25:	4.921	67.578
ANO 5:	2.221	-1.846	ANO 12:	2.945	16.488	ANO 19:	3.890	40.741	TOTAL:	79.680	67.578
ANO 6:	2.313	467	ANO 13:	3.065	19.553	ANO 20:	4.046	44.787			

PAGAMENTO

VALOR TOTAL: R\$ 12.101,73

PARCELAMENTO: 1+3 SEM JUROS

ENTRADA DE: R\$ 3.639,00

3 PARCELAS DE: R\$ 2.820,91

FINANCIAMENTO PRÉ-APROVADO: ENTRADA 15% + 36 VEZES

ENTRADA (15%): R\$ 1.815,26

36 PARCELAS DE: R\$ 383,62

VALIDADE DA PROPOSTA

15 DIAS APÓS SUA EMISSÃO

www.solbrasilenergia.com.br

Rua Minas Gerais, 803 – Nossa Sra. Aparecida – Francisco Beltrão – PR (46) 3523 0221

Lucas G S Marques

UC: 8914524 M

(46) 9 9138-1500

lucasgsmarques@gmail.com

Marmeireiro – PR, 27 de Agosto de 2018



PROPOSTA COMERCIAL
GERADOR FOTOVOLTAICO

3,51 kWp

DESCRIÇÃO

POTÊNCIA TOTAL:	3,51 kWp
PRODUÇÃO ENERGIA MENSAL:	412 kWh/mês
AUTOCONSUMO INSTANTÂNEO DA PRODUÇÃO:	206 kWh/mês
PRODUÇÃO INJETADA NA REDE:	206 kWh/mês
ÁREA TOTAL UTILIZADA:	25,22 m ²

EQUIPAMENTOS

PAINEL SOLAR:	270 W	RISEN	13 unidades
INVERSOR:	5 kWp	B&B/RENOVIGI	01 unidade
KIT FIXAÇÃO:	-----	AKCOME	13 unidades

MÓDULO DE MONITORAMENTO WIFI:	-----	B&B	01 unidade
-------------------------------	-------	-----	------------

SERVIÇOS

MATERIAL ELÉTRICO	SERVIÇOS DE ENGENHARIA
MÃO DE OBRA INSTALAÇÃO	DESLOCAMENTOS E ESTADIAS
PROJETO ELÉTRICO SISTEMA	ART DE PROJETO E EXECUÇÃO
REGULARIZAÇÃO DISTRIBUIDORA	FRETES

GARANTIAS

PAINEL SOLAR:	EFICIÊNCIA 80%	25 anos
PAINEL SOLAR:	DEFEITOS DE FÁBRICA	12 anos
INVERSOR:	DEFEITOS DE FÁBRICA	06 anos
INSTALAÇÃO:	DEFEITOS NAS INSTALAÇÕES	01 anos



25 ANOS GARANTIA
80% EFICIÊNCIA

www.solbrasilenergia.com.br

Rua Minas Gerais, 803 – Nossa Sra. Aparecida – Francisco Beltrão – PR (46) 3523 0221

GERAÇÃO ESTIMADA

	GERAÇÃO TOTAL ENERGIA kWh	GERAÇÃO ENERGIA AUTOCONSUMO kWh	GERAÇÃO ENERGIA INJETADA kWh
JANEIRO	520	260	260
FEVEREIRO	439	220	220
MARÇO	451	226	226
ABRIL	359	180	180
MAIO	325	163	163
JUNHO	276	138	138
JULHO	317	159	159
AGOSTO	374	187	187
SETEMBRO	388	194	194
OUTUBRO	455	228	228
NOVEMBRO	506	253	253
DEZEMBRO	537	269	269
TOTAL	4.947	2.474	2.474

GERAÇÃO TOTAL = GERAÇÃO TOTAL SISTEMA FOTOVOLTAICO.

GERAÇÃO ENERGIA AUTOCONSUMO = PARTE DA GERAÇÃO TOTAL QUE É CONSUMIDA INSTANTANEAMENTE PELOS EQUIPAMENTOS LIGADOS.

GERAÇÃO ENERGIA INJETADA = PARTE DA GERAÇÃO TOTAL QUE NÃO É CONSUMIDA INSTANTANEAMENTE PELOS EQUIPAMENTOS LIGADOS E POR ISSO É INJETADA NA REDE DA DISTRIBUIDORA.

ECONOMIA ESTIMADA

	ECONOMIA TOTAL R\$	ECONOMIA ENERGIA AUTOCONSUMO R\$	ECONOMIA ENERGIA INJETADA R\$
JANEIRO	369	185	185
FEVEREIRO	312	156	156
MARÇO	320	160	160
ABRIL	255	127	127
MAIO	231	115	115
JUNHO	196	98	98
JULHO	225	113	113
AGOSTO	266	133	133
SETEMBRO	275	138	138
OUTUBRO	323	162	162
NOVEMBRO	359	180	180
DEZEMBRO	381	191	191
TOTAL	3.512	1.756	1.756

ECONOMIA TOTAL = TOTAL DA ECONOMIA DO SISTEMA FOTOVOLTAICO EM R\$.

ECONOMIA ENERGIA AUTOCONSUMO = PARTE DA ECONOMIA TOTAL RELATIVA AO AUTOCONSUMO DA ENERGIA GERADA - R\$ 0,71.

ECONOMIA ENERGIA INJETADA = PARTE DA ECONOMIA TOTAL RELATIVA À ENERGIA INJETADA NA REDE DA DISTRIBUIDORA - R\$ 0,71.

TOTAL ECONOMIA ANUAL ESTIMADA:

R\$ 3.512,37

REAJUSTE ANUAL DA ENERGIA:

5,00%

www.solbrasilenergia.com.br

Rua Minas Gerais, 803 – Nossa Sra. Aparecida – Francisco Beltrão – PR (46) 3523 0221

PREÇO DO GERADOR

PREÇO DO GERADOR INSTALADO: R\$ 18.443,98

PREÇO POR kWp: R\$ 5.254,70

VIABILIDADE

DADOS ECONÔMICOS DO SISTEMA:

VALOR DO kWh – AUTOCONSUMO: R\$ 0,71
 VALOR DO kWh – CRÉDITO: R\$ 0,71
 DEGRADAÇÃO ANUAL GERAÇÃO ENERGIA: 0,80 %
 REAJUSTE ANUAL DA ENERGIA: 5,00 %

VIABILIDADE DO INVESTIMENTO:

TEMPO DA ANÁLISE: 25 ANOS
 ECONOMIA TOTAL NO PERÍODO: R\$ 148.417,01
 ECONOMIA TOTAL PRIMEIRO ANO: R\$ 3.512
 RENDIMENTO DO INVESTIMENTO: 1,59 % a.m.

RETORNO DO INVESTIMENTO:

4 ANOS

11 MESES

TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO:

	ECONOMIA R\$	ACUMULADO R\$	ECONOMIA R\$	ACUMULADO R\$	ECONOMIA R\$	ACUMULADO R\$	ECONOMIA R\$	ACUMULADO R\$
ANO 0:	0	-18.444	ANO 7:	4.497	9.308	ANO 14:	5.945	46.368
ANO 1:	3.318	-15.126	ANO 8:	4.679	13.987	ANO 15:	6.193	52.561
ANO 2:	3.616	-11.510	ANO 9:	4.872	18.859	ANO 16:	6.441	59.002
ANO 3:	3.796	-7.714	ANO 10:	5.068	23.927	ANO 17:	6.701	65.703
ANO 4:	3.986	-3.728	ANO 11:	5.283	29.210	ANO 18:	6.969	72.672
ANO 5:	4.185	457	ANO 12:	5.495	34.705	ANO 19:	7.257	79.929
ANO 6:	4.354	4.811	ANO 13:	5.718	40.423	ANO 20:	7.545	87.474
						ANO 21:	7.847	95.321
						ANO 22:	8.157	103.478
						ANO 23:	8.492	111.970
						ANO 24:	8.826	120.796
						ANO 25:	9.176	129.972
						TOTAL:	148.416	129.972

PAGAMENTO

VALOR TOTAL: R\$ 18.443,98

PARCELAMENTO: 1+3 SEM JUROS

ENTRADA DE: R\$ 6.081,50

3 PARCELAS DE: R\$ 4.120,83

FINANCIAMENTO PRÉ-APROVADO: ENTRADA 15% + 36 VEZES

ENTRADA (15%): R\$ 2.766,60

36 PARCELAS DE: R\$ 584,67

VALIDADE DA PROPOSTA

15 DIAS APÓS SUA EMISSÃO

www.solbrasilenergia.com.br

Rua Minas Gerais, 803 – Nossa Sra. Aparecida – Francisco Beltrão – PR (46) 3523 0221



www.energysolfotovoltaico.com.br

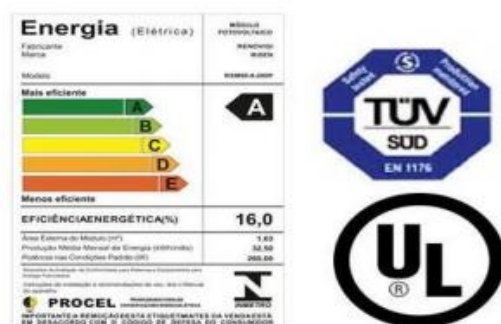
**PROPOSTA COMERCIAL PARA FORNECIMENTO DE SISTEMA
FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA.**

DATA 24/08/2018
CLIENTE LUCAS
EMPRESA ESCOLA NOVO PROGRESSO
ENDEREÇO 0
FONE 46-99138-1500
UC 0

POTENCIA INSTALADA KWP **4,05**
GERAÇÃO MÉDIA KW/MÊS **497**

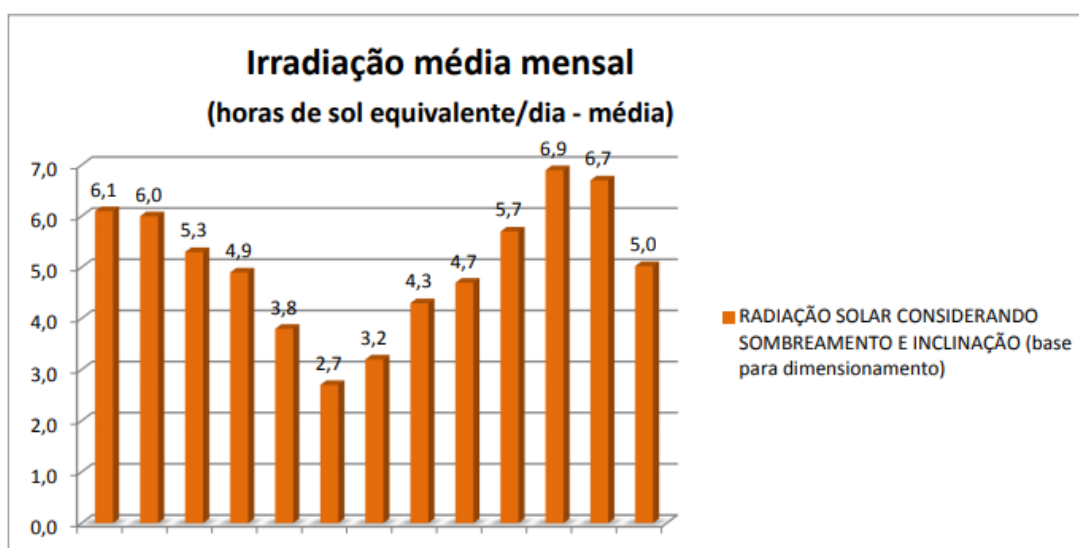
A ENERGY SOL SISTEMAS FOTOVOLTAICOS é uma empresa que foi criada para atuar no segmento de energia autossustentável. Está focada na Micro e Mini Geração Fotovoltaica, em análise, projetos e instalação.

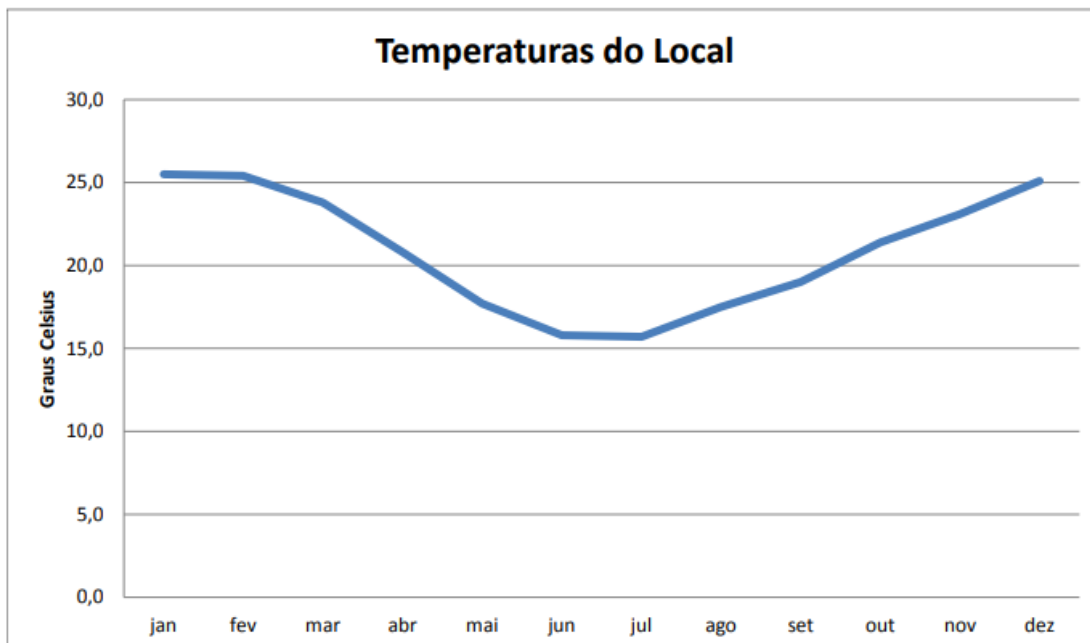
Nossos módulos fotovoltaicos (painéis solares) têm classificação “A” do INMETRO no quesito d eficiência energética. Além disso, nossos produtos têm certificações internacionais como: TÜV, UL IEC e VDE.



2) TEMPERATURA E IRRADIAÇÃO MÉDIA DO LOCAL

Para um correto dimensionamento de um sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica, deve-se levar em conta as variações de temperatura do local de instalação, pois estas impactam no rendimento dos módulos. Além disso, considera-se também a quantidade média diária de sol.



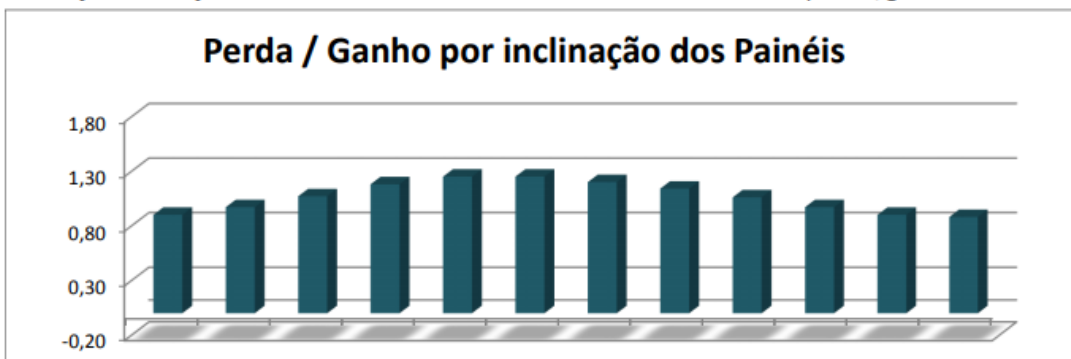


3) PERDAS POR SOMBREAMENTO



4) PERDAS POR INCLINAÇÃO E POSICIONAMENTO

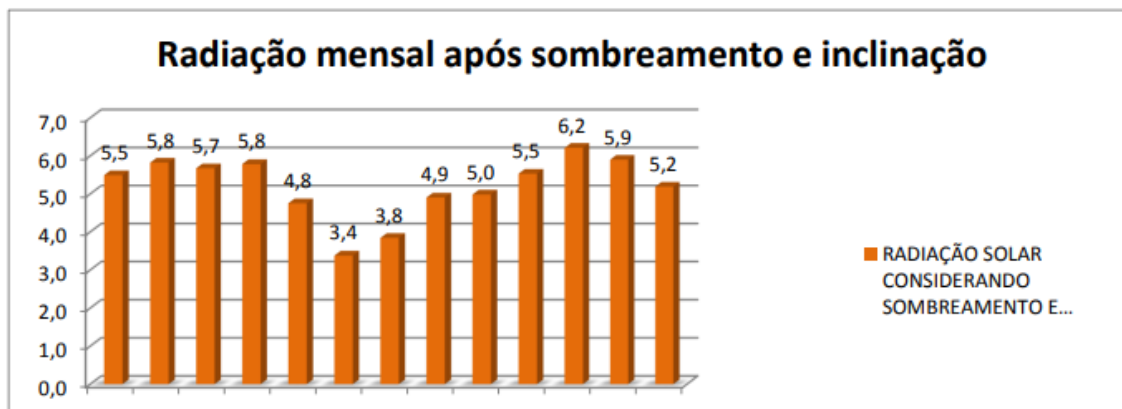
Considerou-se para este projeto uma inclinação dos painéis fotovoltaicos em relação ao plano horizontal de 26 graus, sendo que 1,0 representa nenhuma perda ou ganho. Caso seja necessário ajustar a inclinação em função do local onde o sistema será efetivamente instalado as perdas/ganhos serão



5) RADIAÇÃO MÉDIA MENSAL CONSIDERADA NO PROJETO

O gráfico a seguir mostra a quantidade média horas de sol/dia já considerando os efeitos de sombreamento e inclinação.

Para efeito de projeto, estes são os dados levados em conta para o dimensionamento da quantidade de painéis e potência do inversor.



6) COMPOSIÇÃO DO PROJETO

Com base nas informações fornecidas e dados obtidos por meio de cálculos técnicos, o sistema proposto para o local é composto dos seguintes equipamentos:

KIT GERADOR FOTOVOLTAICO		4,05 KWP
	POTENCIA	QUANT
Painel Solar Risen ou Canadiam	270W	15
Inversores "on grid", potencia minima de:	5 Kw	Incluso
Kit Fixação dos painéis		Incluso
Sistema de monitoramento Webbox		Incluso
Transformador Trifasico (utilizavel em inversores trifasicos)		Incluso
Caixa de proteção		Incluso
Disjuntor CC		Incluso
DPS CC		Incluso
Disjuntor CA		Incluso
DPS CA		Incluso
Cabo Solar		Incluso
Cabos AC		Incluso
Area estimada de instalação M ²		30

OBS1: Visando maior segurança em nossas instalações, nosso sistema de proteção elétrica pra Corrente Continua é instalado separado das proteções para Corrente Alternada.

7) SISTEMA DE MONITORAMENTO

O sistema de monitoramento WEB permite ao usuário acessar remotamente seu sistema e verificar o que está sendo gerado, conforme exemplificado na figura ao lado. Além de monitorar por meio da WEB o usuário pode baixar gratuitamente um aplicativo para sistema Android ou IOS (iPhone) para acesso remoto. Clientes Energy Sol ainda contam com o acompanhamento especial das primeiras faturas de energia, acompanhando de acordo com o faturamento da concessionária a real economia mês a mês, sabendo detalhadamente como funciona seu sistema.



8) SERVIÇO DE INSTALAÇÃO:

O projeto compreende:

- Instalação dos painéis, Passagem dos cabos,
- Ligação das caixas de proteção,
- Apresentação do projeto para a concessionária Engenharia e ART (Anotação de Responsabilidade Técnica)

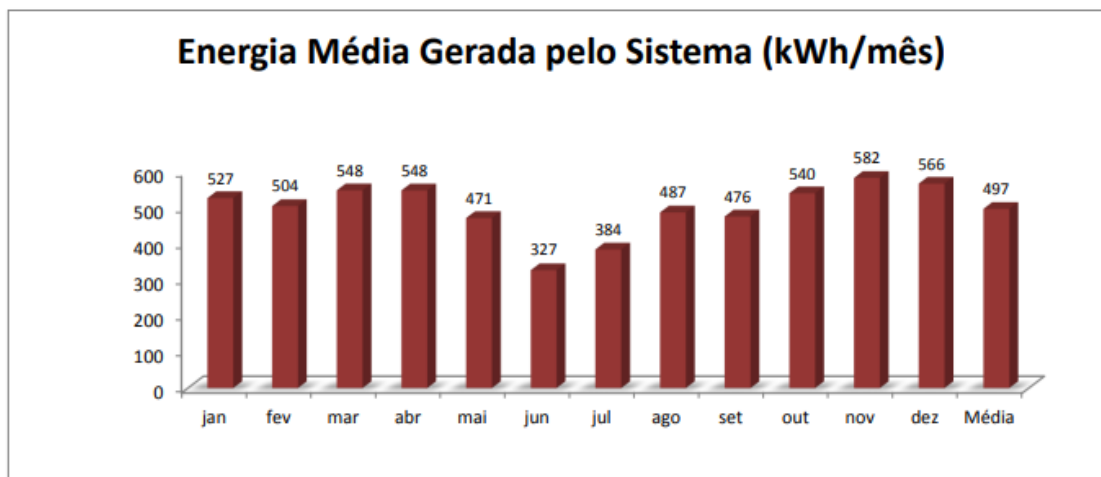
Não estão cobertos na proposta:

- Custos com obras civis
- Licenciamento, vistos, autorizações e licenças legais de qualquer natureza
- Seguros relacionados à obra

Qualquer outro item não incluso nesta proposta

9) CAPACIDADE DE GERAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

Com base no sistema proposto, composto pelos itens acima listados, e considerando temperatura, inclinação e radiação no local, o sistema PODERÁ fornecer mês a mês, em média, a energia apresentada no gráfico a seguir.



10) PREÇO, PRAZO DE ENTREGA E CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

Considerando o sistema proposto acima, o preço e condições são:

PROJETO E INSTALAÇÃO COM EQUIPAMENTO IMPORTADO:	R\$	22.765,05



O gráfico acima, apresenta o retorno financeiro após o playback do investimento sendo:
R\$ 112.040,06

13) GARANTIA CONTRA DEFEITOS DE FABRICAÇÃO

Painel Fotovoltaico Risen

12 anos contra defeito de fabricação, e potência de saída superior à 90%;
25 anos com potência de saída superior à 82%.

Painel Fotovoltaico Canadian

10 anos contra defeito de fabricação, e potência de saída superior à 90%;
25 anos com potência de saída superior à 82%.

Inversores:

Monofásico (3KW E 5KW) garantia de 6 anos;

Trifásicos (12KW E 20KW) garantia de 5 anos.

Trifásico 50KW garantia de 12 anos.

Auto Trafo: 1 ano.

As garantias dos produtos aqui descritos são subscritas de acordo com o Termo de Garantia fornecido pela fabricante/importadora do material.

14) VALIDADE DA PROPOSTA

- 30 dias
- A ENERGY SOL SISTEMAS FOTOVOLTAICOS LTDA ressalta que utiliza para elaboração de seus projetos os dados climáticos disponíveis nos últimos 12 meses, e devido a este fato reserva-se o direito de recalcular as produções aqui apresentadas, de acordo com os dados climáticos específicos do local da instalação, tal quais como inclinação, direção do telhado, dentre outras informações específicas de cada cliente/instalação.

A fim de prestar o melhor serviço possível e garantir a satisfação de nossos clientes, a ENERGY SOL SISTEMAS FOTOVOLTAICOS coloca-se à disposição para esclarecimentos.

Atenciosamente,

Tiago Rogerio Poplawski
Diretor Administrativo



www.energysolfotovoltaico.com.br

**PROPOSTA COMERCIAL PARA FORNECIMENTO DE SISTEMA
FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE ELÉTRICA.**

DATA 24/08/2018
CLIENTE LUCAS
EMPRESA ESCOLA NOVO PROGRESSO
ENDEREÇO 0
FONE 46-99138-1500
UC 0

POTENCIA INSTALADA KWP **3,24**
GERAÇÃO MÉDIA KW/MÊS **397**

A ENERGY SOL SISTEMAS FOTOVOLTAICOS é uma empresa que foi criada para atuar no segmento de energia autossustentável. Está focada na Micro e Mini Geração Fotovoltaica, em análise, projetos e instalação.

6) COMPOSIÇÃO DO PROJETO

Com base nas informações fornecidas e dados obtidos por meio de cálculos técnicos, o sistema proposto para o local é composto dos seguintes equipamentos:

KIT GERADOR FOTOVOLTAICO		3,24 KWP
	POTENCIA	QUANT
Painel Solar Risen ou Canadiam	270W	12
Inversores "on grid", potencia minima de:	3 Kw	Incluso
Kit Fixação dos painéis		Incluso
Sistema de monitoramento Webbox		Incluso
Transformador Trifasico (utilizavel em inversores trifasicos)		Incluso
Caixa de proteção		Incluso
Disjuntor CC		Incluso
DPS CC		Incluso
Disjuntor CA		Incluso
DPS CA		Incluso
Cabo Solar		Incluso
Cabos AC		Incluso
Area estimada de instalação M ²		24

OBS1: Visando maior segurança em nossas instalações, nosso sistema de proteção elétrica pra Corrente Continua é instalado separado das proteções para Corrente Alternada.

7) SISTEMA DE MONITORAMENTO

O sistema de monitoramento WEB permite ao usuário acessar remotamente seu sistema e verificar o que está sendo gerado, conforme exemplificado na figura ao lado. Além de monitorar por meio da WEB o usuário pode baixar gratuitamente um aplicativo para sistema Android ou IOS (iPhone) para acesso remoto. Clientes Energy Sol ainda contam com o acompanhamento especial das primeiras faturas de energia, acompanhando de acordo com o faturamento da concessionaria a real economia mês a mês, sabendo detalhadamente como funciona seu sistema.



8) SERVIÇO DE INSTALAÇÃO:

O projeto compreende:

- Instalação dos painéis, Passagem dos cabos,
- Ligação das caixas de proteção,
- Apresentação do projeto para a concessionária Engenharia e ART (Anotação de Responsabilidade Técnica)

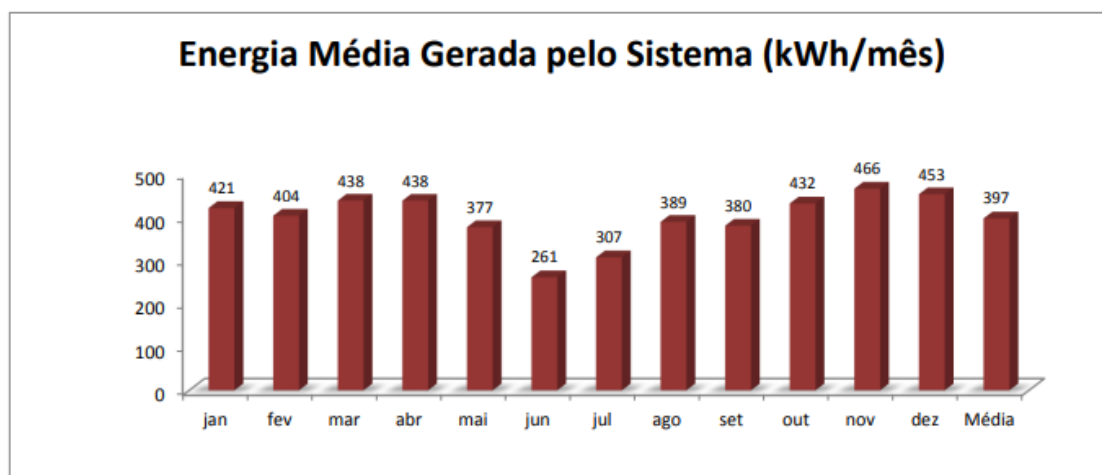
Não estão cobertos na proposta:

- Custos com obras civis
- Licenciamento, vistos, autorizações e licenças legais de qualquer natureza
- Seguros relacionados à obra

Qualquer outro item não incluso nesta proposta

9) CAPACIDADE DE GERAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

Com base no sistema proposto, composto pelos itens acima listados, e considerando temperatura, inclinação e radiação no local, o sistema PODERÁ fornecer mês a mês, em média, a energia apresentada no gráfico a seguir.



10) PREÇO, PRAZO DE ENTREGA E CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

Considerando o sistema proposto acima, o preço e condições são:

PROJETO E INSTALAÇÃO COM EQUIPAMENTO IMPORTADO:	R\$	18.237,15
---	-----	-----------



O gráfico acima, apresenta o retorno financeiro após o playback do investimento sendo:
R\$ 49.165,40

13) GARANTIA CONTRA DEFEITOS DE FABRICAÇÃO

Painel Fotovoltaico Risen

12 anos contra defeito de fabricação, e potência de saída superior à 90%;
25 anos com potência de saída superior à 82%.

Painel Fotovoltaico Canadim

10 anos contra defeito de fabricação, e potência de saída superior à 90%;
25 anos com potência de saída superior à 82%.

Inversores:

Monofásico (3KW E 5KW) garantia de 6 anos;

Trifásicos (12KW E 20KW) garantia de 5 anos.

Trifásico 50KW garantia de 12 anos.

Auto Trafo: 1 ano.

As garantias dos produtos aqui descritos são subscritas de acordo com o Termo de Garantia fornecido pela fabricante/importadora do material.

14) VALIDADE DA PROPOSTA

- 30 dias
- A ENERGY SOL SISTEMAS FOTOVOLTAICOS LTDA ressalta que utiliza para elaboração de seus projetos os dados climáticos disponíveis nos últimos 12 meses, e devido a este fato reserva-se o direito de recalcular as produções aqui apresentadas, de acordo com os dados climáticos específicos do local da instalação, tal quais como inclinação, direção do telhado, dentre outras informações específicas de cada cliente/instalação.

A fim de prestar o melhor serviço possível e garantir a satisfação de nossos clientes, a ENERGY SOL SISTEMAS FOTOVOLTAICOS coloca-se à disposição para esclarecimentos.

Atenciosamente,

Tiago Rogerio Poplawski
Diretor Administrativo