



TRABALHO DE GRADUAÇÃO

ENGENHARIAS 2020

TÍTULO: UM ESTUDO SOBRE RETROFIT EM REFORMAS SUSTENTÁVEIS: UMA PROPOSTA ECONOMICAMENTE VIÁVEL

João Victor Dell' Orti Acedo
Lucas de Azevedo Silva
Luiz Fernando Canedo Filho
Universidade São Francisco
luizfcanedo@gmail.com

Alunos do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista - SP

Professora Orientadora Cândida M. C. Baptista, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista - SP.

Resumo: Este trabalho apresenta um estudo sobre um termo novo no mercado da construção civil, mas que tem crescido bastante nos últimos anos, o *Retrofit*. Com a busca pela sustentabilidade aliada com a construção, o *Retrofit* é definido basicamente como uma atualização de um ambiente, edificação ou construção no geral, tornando o local mais customizado e adaptado com as tecnologias atuais, preservando seus traços históricos presando pelo meio ambiente. Muitos confundem o termo com reformas, porém a principal diferença entre eles é que enquanto o *Retrofit* preza pela preservação dos aspectos originais do ambiente, modernizando-os ou ajustando-os a uma nova identidade, tornando-os mais sustentáveis, as reformas são realizadas quando necessário realizar melhorias no local, sem a necessidade de preservar as suas características. Com o intuito de realizar uma análise prática sobre o assunto, foi realizado um estudo de caso da Escola Municipal Dr. Jorge Tibiriçá, fundado no ano de 1847, localizada na rua Coronel Leme, nº 20, Centro, Bragança Paulista - SP, um prédio histórico tombado pelo Estado que faz parte da história local.

Palavras-chave: *Retrofit*, sustentabilidade, tecnologia, inovação.

Abstract: This work presents a study about a new term in the construction market, but that has grown a lot in the last years, the *Retrofit*. With the search for sustainability allied with construction, the *Retrofit* is defined basically as an update of an environment, building or construction in general, making the site more customized and adapted with current technologies, preserving its historical traits held by the environment. Many confuse the term with reforms, but the main difference between them is that while *Retrofit* values the preservation of the original aspects of the environment, modernizing them or adjusting them to a new identity, making them more sustainable, the reforms are carried out when it is necessary to make improvements to the site, without the need to preserve its characteristics. A case study of the Dr. Jorge Tibiriçá Municipal School, founded in 1847, located at Rua Coronel Leme, nº 20, Centro, Bragança Paulista - SP, a historical building that is part of the local history, was carried out in order to make a practical analysis about the subject.

Keywords: Retrofit, Sustainability, technology, innovation.

Introdução

Os Centros Urbanos

O processo de urbanização dos grandes centros teve um ápice no início do século XX. A partir daí, nas décadas seguintes, com a taxa populacional ainda em alta, os centros começaram a se expandir para outras localidades, mas desta vez, com um pouco mais de planejamento urbano, subdividindo-se em áreas residenciais, comerciais e industriais.

“Os centros urbanos mais antigos, foram então pouco a pouco tornando-se esquecidos pela política pública, tornando-se obsoletos. Diversos problemas sociais como aumento da criminalidade, prostituição e tráfico de drogas tiveram registro de alta, desvalorizando ainda mais a região central. O comércio nesta localidade, principalmente os que possuíam um público mais elitizado foram se movendo para outras regiões, estas, mais propícias a ampliações e modernizações para o empreendimento.” (LIMA, ELAINE FERREIRA, 2007).

Ao passar dos anos, com o objetivo de contornar todos os problemas, e harmonizar os velhos centros, deram-se início ao *Retrofit*. De acordo com Ibiratin (2020), o termo *Retrofit* nada mais é do que a atualização de um ambiente, prédio ou construção no geral, tornando o ambiente mais customizado e adaptadas as tecnologias atuais, sem deixar que perca sua essência, preservando sua história, tudo isso com foco na sustentabilidade.

Muitos confundem Retrofit com reformas, porém a principal diferença entre eles é que enquanto o Retrofit preza pela preservação dos aspectos originais do ambiente, modernizando-os, ou ajustando-os a uma nova identidade, tornando-os mais sustentáveis, as reformas são realizadas quando necessário realizar melhorias no local, sem a necessidade de preservar as características anteriores.

Sustentabilidade em Projetos de Recuperação

A construção civil é uma das áreas que mais movimentam matéria prima e mão de obra no mundo, e ao mesmo tempo é umas das que mais geram resíduos. De acordo com Joel Vieira e Romanel (2013, p. 40), uma pesquisa da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos mostra que, em média, uma construção e demolição de edifícios gera uma quantidade de aproximadamente 160 milhões de toneladas por ano de entulho – desses, 48% provém de demolições, 44% das reformas e apenas 8% de novas construções, onde o reaproveitamento varia entre 20 a 30% (concreto, asfalto, madeira e metais).

Em São Paulo, no ano de 2003, a cidade produziu diariamente cerca de 17.240 toneladas de resíduos sólidos, sendo 55% provenientes da construção civil. Esses resíduos trazem impactos negativos ao meio ambiente, visto que, na maioria das vezes são descartados em locais inadequados, degradando o meio ambiente.

Discussões sobre os impactos no meio ambiente ficaram frequentes nas últimas décadas surgindo novos termos a fim de facilitar a didática dos ensinamentos da sustentabilidade. O principal exemplo são os “3Rs”, um termo pequeno que engloba um conteúdo muito importante.

De acordo com Cláudio Júnior (2018), os “3 Rs” são um bom exemplo de que tornar-se verde e criar espaços sustentáveis não tem que ser complicado. A engenharia nos ensina a decompor um problema em partes simples – e é isso que o mantra Reduzir, Reutilizar e Reciclar ajuda a fazer.

Idealizado por John Elkington (2006), a princípio foi criado para agregar na gestão de empresas, ficando conhecida como 3PL (*People, Planet and Profit*, ou Pessoas, Planeta e Lucros). Conforme o passar dos anos, o termo foi ganhando espaço e ficou conhecido e discutido por todo o mundo como o Tripé da Sustentabilidade.

A figura 1 representa as três dimensões do conceito Tripé da Sustentabilidade, nos apresentando o social, o sustentável e o financeiro, trabalhando juntos.



Figura 1: Tripé da sustentabilidade. Fonte: GIOVANELLI,2015

Social: Muitas vezes ignorada ou trabalhada de forma superficial, a responsabilidade social é um fator que impacta diretamente a vida das pessoas e da comunidade local. Para garantir um ambiente de trabalho saudável, o mínimo a ser feito por exemplo por uma empresa é a flexibilidade, uma remuneração justa, benefícios, inclusão e suporte para a sociedade, com projetos sociais, incentivos educacionais e valorização da mão de obra local. Todo esse cuidado com a relação positiva do ser humano só tem a somar nos resultados positivos e ascendentes da empresa.

Econômico: Considerada como difícil para algumas pessoas, é sim possível relacionar resultados econômicos produzindo de forma ecologicamente correta. Primeiro, deve-se levar em conta os patrimônios da empresa, cuidando de maneira responsável, com a manutenção em dia e fazendo a substituição caso necessário – ações essenciais para um bom funcionamento de qualquer organização. Análises financeiras, decisões e a responsabilidade fiscal precisam ser levadas em conta para um bom funcionamento.

Ambiental: Os cuidados com o meio ambiente sempre precisam ser levados em conta - sendo uma indústria, fábrica, ou mesmo uma obra - sempre a fim de minimizar os problemas gerados. Informações de onde vem o material e como foi produzido, sempre precisam ser analisados com cautela. Atitudes simples que pode se fazer no dia a dia, como separar o lixo e o entulho para a reciclagem, economizar energia e água já contribuem muito para o nosso Planeta.

Segundo dados do Conselho Brasileiro De Construção Sustentável (2012), a construção civil é hoje responsável por 30% da geração de lixo sólido, 20% do consumo de água e 35% de toda a energia consumida do nosso Planeta. Neste contexto destaca-se a importância das certificações e selos ecológicos na preservação de recursos e diminuição dos malefícios à natureza na qual a construção civil é responsável.

No mundo moderno e tecnológico de hoje, onde a informação atravessa barreiras, a certificação ambiental é essencial para atrair clientes que também prezam pela sustentabilidade nos projetos e acreditam em um Planeta mais verde.

Além de um projeto mais limpo, as certificações também trazem diversos benefícios no setor da construção civil como incentivos fiscais para a edificação; economia energética a longo prazo com a utilização de fachadas arquitetônicas modernas e sustentáveis, com um melhor conforto térmico e acústico; economia de água com a utilização de sistemas de águas

pluviais e águas de reuso, entre diversas outras melhorias modernas e tecnológicas para a o meio ambiente e para a sociedade. Os selos mais relevantes são:

- **LEED:** segundo Santos (2014), o certificado LEED (*“Leadership” in Energy and Environmental Design*) é um sistema internacional que examina a sustentabilidade de uma construção. Por meio deste, é possível analisar o quão ecologicamente correto e quais melhorias podem ser realizadas na edificação.

Moldando-se ao sistema, a obra tem um aval de uma construção com medidas sustentáveis, além da valorização do imóvel. Há vários níveis a serem classificados: Certificado (entre 40 e 49 pontos); Prata (entre 50 e 59 pontos); Ouro (entre 60 e 79 pontos); Platina (alcançando 80 pontos ou mais).



Imagem 7: Selos de certificação Leed. Fonte: SALES,2015.

- **SELO VERDE:** O selo verde tem como função mostrar os produtos, serviços e empreendimentos feitos de maneira sustentável – não degradando o meio ambiente tanto na embalagem como na produção. Também conhecido como Programa de Rotulagem Ambiental (ISO – 14020), o selo tem como função despertar práticas sustentáveis, estimulando uma competição entre concorrentes – além disso, o selo também tem como objetivo mostrar ao consumidor final todo o processo de determinados produtos.

Existem dois tipos de selos verdes: o primeiro é a aprovação de uma associação especializada, apontando se o produto daquela empresa é ambientalmente correto; o segundo tipo é a auto alegação por parte da empresa que seu produto é reciclável



Imagem 8: Selo Verde. Fonte: REDAÇÃO PENSAMENTO VERDE, 2013.

- **AQUA-HQE:** certificado HQE - *Haute Qualité Environnementale* (Alta Qualidade Ambiental) é uma certificação do ramo da construção civil internacional, desenvolvida na França e aplicada no Brasil pela Fundação Vanzolini.

Para atuar no Brasil, o certificado foi desenvolvido levando em consideração a nossa cultura, nosso clima e as normas técnicas vigentes, buscando sempre alinhar melhorias na construção civil e sustentabilidade.

O certificado atende edifícios residenciais e não-residenciais, organizações de saúde e hospitais, edifícios em operações, bairros e loteamentos.



Imagem 9: Certificado Processo Aqua-HQE. Fonte: INOVATECH, 2018.

- **SELO CASA AZUL:** Com o objetivo de incentivar a construção sustentável no Brasil, a Caixa Econômica Federal criou em junho de 2010 o primeiro certificado brasileiro, o Selo Casa Azul. Este selo é uma classificação socioambiental para os projetos habitacionais que recebem o seu financiamento.

O selo visa trazer aos projetos dos edifícios, soluções eficientes para a construção, com o uso racional de recursos naturais, e para o uso, ocupação e manutenção, tornando os custos de manutenção e as despesas mensais menores para os moradores. Outro objetivo, ao se criar o selo, foi a conscientização de empreendedores e moradores, em relação as vantagens da sustentabilidade na construção.

O selo pode conferir três níveis de certificação, baseando-se no número de critérios atendidos: Ouro – o projeto atende 19 critérios obrigatórios e, pelo menos, mais 12 critérios opcionais. Prata – o projeto atende 19 critérios obrigatórios e, pelo menos, mais 6 critérios opcionais. Bronze – o projeto atende 19 critérios obrigatórios. (LABEEE, 2016),



Imagem 10: Selo Casa Azul. Fonte: REDAÇÃO PENSAMENTO VERDE, 2014.

- **SELO PROCEL EDIFICA:** O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – PROCEL EDIFICA foi criado em 2003. Esse programa visa o uso racional da energia elétrica em edificações desde seu alicerce até o acabamento, incentivando a

conservação e o uso eficiente de recursos naturais (água, energia, ventilação, etc...) nas construções, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente.



Figura 11: Selo Procel Edifica. Fonte: RANGEL, 2015.

Uma edificação que inicia com um projeto eficiente tem potencial de economizar 50% de energia elétrica. Entretanto as edificações construídas que recebam um *Retrofit*, o ganho em termos de economia de energia pode eventualmente atingir 30%. (RANGEL, 2015).

Retrofit

Com a desvalorização dos grandes centros urbanos e o surgimento das novas tecnologias, os tradicionais prédios e construções antigas foram ficando de lado, tornando-se um problema para as grandes cidades. A partir deste problema, o termo *Retrofit* passou a ser bastante discutido. O então problema, acabara de ter uma solução, a fim de reestruturar, renovar e atualizar a construção, mantendo as características que fazem parte da história do ambiente.

Segundo Garrido Barricentos (2004), o conceito de retrofit ["retro", do latim significa movimentar-se para trás e fit, do inglês, adaptação, ajuste] surgiu ao final da década de 90 nos Estados Unidos e na Europa. A princípio utilizado na indústria aeronáutica, referia-se a atualização de aeronaves aos novos e modernos equipamentos disponíveis no mercado e, com o passar do tempo, começou a ser empregado também na Construção Civil.

O Retrofit nada mais que é a junção da reforma e da restauração com a sustentabilidade. Melhorias tecnológicas e ambientais são desenvolvidas para o ambiente, sendo que os principais elementos históricos do ambiente são mantidos.

Segundo Vale (2006), a relação entre o retrofit e a valorização do imóvel é direta, a princípio. Acredita-se que o investimento de cada proprietário representa 10% na valorização total do imóvel. Por exemplo, se uma reforma custar R\$5.000 para cada condômino, o imóvel valorizará R\$50.000. Com isso, é notável que recuperar fachadas, investir em elevadores, equipamentos e mobiliário valoriza imediatamente o imóvel.

Dentre os benefícios que o Retrofit proporciona, Vale (2006) cita uma maior comodidade para os usuários, e uma redução de custos operacionais (gastos para o funcionamento e manutenção) na ordem de 30%.

A principal desvantagem da aplicação do Retrofit às construções antigas é o estado atual dos aspectos técnicos da sua estrutura. Por serem antigas e podendo até mesmo estarem abandonadas, os processos de aplicação do Retrofit para a modernização e a adequação da construção às novas tecnologias e materiais acabam inviabilizando o projeto, seja pelo alto custo do investimento ou pela sua estrutura já comprometida.

De acordo com Caprecci (2020), para deixar mais clara a definição do retrofit, pode-se compará-lo com reforma e restauração, levando em consideração uma Igreja construída nos anos 20 do século passado:

Reforma: aqui seriam corrigidos pequenos aspectos, o que incluiria o acréscimo de um novo ambiente, reparos no banheiro e troca do assoalho;

Restauração: traria um aspecto renovado por dentro e por fora, mas manteria todas as características originais, inclusive proximidade com as cores e os azulejos utilizados;

Retrofit: procuraria manter a fachada tradicional e os afrescos da capela, mas acrescentaria ar-condicionado e uma nova rede elétrica com eficiência solar, assim como um sistema de reaproveitamento da água.

Eficiência energética

De acordo com Abesco (2020), a eficiência energética é a atividade que busca melhorar o uso das fontes de energia. A utilização racional de energia chamada também de eficiência energética, consiste em usar de modo eficiente a energia para se obter um determinado resultado. Por definição, a eficiência energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização.

Conforme Solar (2008), os maiores gastos operacionais de um edifício são a energia (eletricidade), gás natural e água, que impactam diretamente no bem-estar da sociedade que frequenta o local, tanto residencial como comercial. Uma forma de contornar esse problema em uma construção já existente e ultrapassada é a aplicação do Retrofit, que buscará proporcionar ganhos a todos.

Com a atualização e a modernização de uma edificação, de acordo com SOLAR (2008), os ganhos energéticos favorecem na diminuição dos custos em energia elétrica de um prédio ou condomínio em cerca de 20 a 30%, realizando por exemplo desde a troca de luminárias e sistemas de iluminação, e até a substituição de fachadas, utilizando vidros refletivos para impedir que o calor entre ao ambiente interno, permitindo somente a passagem da luz solar.

De acordo com SOLAR (2008), a eficiência energética não beneficia somente os custos financeiros de uma edificação, mas também proporciona ao usuário um melhor conforto termoacústico, uma melhora na qualidade do ar interno e atrativos para o edifício.

BIM

Durante muitos anos, os projetos da construção civil eram feitos à mão com um lápis ou lapiseira, borracha e uma régua e/ou escalímetro. Porém isso mudou a partir de 1982, quando nasceu a tecnologia CAD, auxiliando no uso do computador em projetos. Nos últimos anos, contudo, houve uma evolução do CAD, chamada “*Building Information Modeling*” ou BIM – em português, modelação da informação da construção.

A modificação mais importante é a criação de objetos parametrizados na modelação do projeto, ou seja, uma mudança em uma elevação, reflete em todas as outras vistas já criadas, automaticamente. As únicas questões que se devem ter atenção para realizar o que se deseja são os parâmetros – onde é preciso colocar altura ou profundidade, comprimento e largura, entre outras informações. Com a ferramenta BIM, acelera-se o tempo de fazer um projeto, podendo ser realizado até mesmo orçamentos dentro dela, além do mais que há

menos chances de errar, já que ela muda a informação em todas as janelas de visualização, ao contrário do CAD.

A tecnologia BIM vem se desenvolvendo desde os anos 2000, porém não é considerada uma realidade na construção civil no Brasil e no mundo, pois há um alto custo, falta de treinamento, melhora de hardware e pouco conhecimento da tecnologia. Além do fato de as empresas não quererem investir em uma tecnologia onde promoveria alterar significativamente os seus processos.

Para a aplicação do Retrofit em construções a utilização da nova tecnologia é essencial. O projeto que já está construído pode ser facilmente modificado no computador, podendo realizar não somente as alterações arquitetônicas, mas também os sistemas elétricos, estruturais e hidráulicos. De acordo com SOUZA (2020), o BIM permite que vários usuários acessem o projeto, e auxilia na detecção de quaisquer conflitos e incompatibilidade, que acabam sendo comuns em projetos de reformas e Retrofit.



Figura 12: Benefícios do BIM. Fonte: ESTÚDIO ORIGEM, 2016

Material e Métodos

Há vários métodos para aplicar sustentabilidade em projetos de *Retrofit*. Neste trabalho, será focado em quais poderiam ser aplicados no estudo de caso que será tratado mais à frente. As possíveis inovações a serem implantadas são:

- **ENERGIA SOLAR:** De acordo com FONTES (2018), a energia fotovoltaica é a eletricidade gerada pelos raios solares incidentes nas placas fotovoltaicas. A produção é realizada em grandes usinas solares, ou em micros projetos instalados pelos próprios consumidores. Conforme SOLAR (2015), as células fotovoltaicas absorvem os raios solares e os convertem em energia elétrica, gerando corrente contínua (CC), e o inversor possui a função de captar e transformar em corrente alternada (CA), podendo ser utilizada nas mais diversas aplicações. Assim como na energia eólica, o excedente produzido pela mini geração de energia também pode ser vendido à companhia elétrica local, podendo este valor, ser abatido como um crédito nas contas futuras. De acordo com ELEKT (2014), pode-se citar algumas vantagens e desvantagens em relação à utilização do sistema de placas fotovoltaicas:

Vantagens: utilização de uma energia limpa e inesgotável; não gera ruídos como a geração de energia eólica e também não causa nenhum malefício à fauna local; não gera

nenhum tipo de poluição; facilidade na instalação; baixo custo de manutenção; possui uma grande vida útil – variando entre 25 a 30 anos; médio retorno de investimento, variando entre 4 e 8 anos; valorização do imóvel.

Desvantagens: alto custo de instalação; a geração é intermitente, dependendo que o sol apareça, ou seja, em dias nublados, deverá ser utilizado a energia da rede elétrica local; por conta da legislação das redes elétricas públicas, é necessário ter na rede fotovoltaica um dispositivo de segurança a fim de interromper o fornecimento caso haja queda de energia.

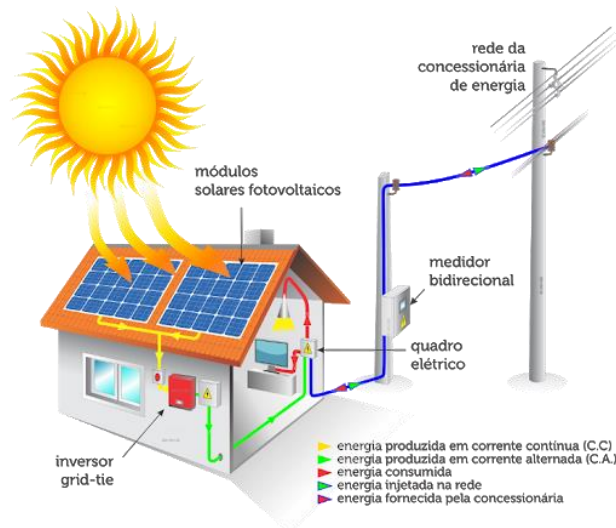


Figura 13: Sistema de geração de energia fotovoltaica. Fonte: FPX, 2012.

- **VIDROS DE ALTO DESEMPENHO:** A utilização dos vidros refletivos em aplicações do retrofit em empreendimentos já existentes tem ganhado cada vez mais proporções no mercado da construção civil. Os benefícios vão desde a nova estética gerada aos edifícios, até o aumento da luminosidade interna, auxiliando no conforto térmico e acústico do ambiente.

De acordo com DIVINAL (2018), os vidros refletivos - conhecido popularmente por possuírem o aspecto espelhado – possuem uma alta tecnologia em sua produção, que garante um controle eficiente da intensidade da luz e do calor do ambiente externo para o interno.

A produção dos vidros refletivos acontece a partir da aplicação de uma camada metalizada em uma das faces do vidro comum, podendo acontecer de duas formas, o pirolítico (em que os vidros recebem a camada metalizada durante o processo de fabricação ou de câmara a vácuo (em que o vidro passa por uma câmara mantida a vácuo, e recebe a deposição de átomos de metal sobre uma de suas faces). Atualmente, no mercado é encontrado uma vasta diversidade dos vidros de controle solar. Os vidros podem ser laminados e insulados, sofrendo combinação, tornam-se uma ótima opção arquitetônica e sustentável para as construções.

De acordo com PKO (2020), os vidros insulados permitem a combinação de dois ou mais tipos de vidros, aproveitando as propriedades técnicas de cada um deles. Os vidros são colocados junto a um perfil metálico e selados, formando uma câmara de ar hermeticamente vedada, podendo também conter uma micropersiana interna. Os insulados proporcionam um ótimo conforto térmico e acústico ao projeto, e são normalmente utilizados em: janelas, portas, ambientes climatizados, estúdios de gravação, bibliotecas, entre outros.



Figura 14: Vidro insulado. Fonte: GLASSEC, 2020.

De acordo com ABRAVIDRO (2020), os benefícios da utilização dos vidros refletivos em fachadas são:

- Design moderno e estética diferenciada;
- Ótimo desempenho no controle solar em relação à transmissão e reflexão de luz e calor;
- Redução em até 80% da passagem de calor por radiação solar para o interior do ambiente, garantindo assim o excelente isolamento térmico;
- Barreira contra raios ultravioletas (UV), quando laminados;
- Economia de consumo de energia elétrica pela diminuição do uso do ar condicionado, consequência do uso do controle térmico que o vidro proporciona;
- Controle da luminosidade incidente no vidro;
- Sensação de conforto ao usuário e racionalização no uso da luz elétrica.

- **BRISES METÁLICOS:** O brise é um material, normalmente, de alumínio que tem por principais funções a beleza estética e a diminuição da incidência dos raios solares, sendo aplicado às fachadas de edifícios ou residências, melhorando o conforto térmico dos ambientes.

De acordo com Silva e Amorim (2008) por se tratar de protetores solares externos, apresentam-se como os mais eficientes, por barrarem o calor antes que ele penetre no ambiente, reduzindo assim as cargas térmicas, melhorando a distribuição da iluminação, permitindo ventilação e diminuindo o consumo energético, entre outras vantagens.

Há vários modelos de brises, podendo-se variar na sua forma, cor, material, fixo ou móvel e posição.



Imagem 15: Fachada em brise de alumínio. Fonte: REFAX, 2016.

Segundo Maragno (2000), o brise é o dispositivo externo de proteção solar mais eficiente na diminuição de ganho de calor quando se comparado aos demais dispositivos, conforme figura a seguir.

SISTEMAS DE PROTEÇÃO SOLAR	PERCENTUAL DE REDUÇÃO DOS GANHOS DE CALOR SOLAR (em vidro simples transparente de 1/2")
Brise-soleil*	75 a 90%
Vidros e películas reflexivos	37 a 68%
Vidros com pigmentos reflexivos	26 a 37%
Vidros de espectros seletivos	37 a 58%
Persianas internas de cores brilhantes com palhetas semi-abertas	30%
Persianas internas de cores médias com palhetas semi-abertas	22%
Cortinas internas translúcidas	54%
Cortinas internas opacas de cores claras	59%
Cortinas internas opacas de cores escuras	15%

* corretamente dimensionado em relação aos ângulos solares, afastado das superfícies de vedação e sem continuidade estrutural.

Imagem 16: Tabela comparativa entre os diferentes sistemas de proteção solar. Fonte: PACIFIC ENERGY, 2000.

- SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS:

Um dos principais métodos utilizados pelas empresas para aproveitar os recursos hídricos é o reuso da água da chuva. Mesmo a água sendo impura, poderá ser aproveitada para vários tipos de procedimento, como lavagem dos pátios, descarga, limpeza das áreas internas e externas e até mesmo irrigação de gramados.

O sistema de captação de água de chuva é um mecanismo para receber o maior volume de água possível, necessário a instalação de calhas e reservatórios. Para armazenamento, é necessário um reservatório de retenção (cisternas) de águas pluviais que é composto por um dispositivo de descarte e/ou filtro, freio d'água, mangueira flutuante, sifão-ladrão e uma área de ventilação. O uso dessa água é voltado para lavagem de pisos, lavagem de carros, irrigação de jardim e uso em descargas de vasos sanitários.

A NBR 15527 normatizou o uso e aproveitamento desse sistema, oferecendo aos profissionais da área o respaldo técnico para concepção de um sistema mais eficaz de reaproveitamento.

Segundo Denise (2018) esta água deve ser, de forma imprescindível, clorada para seu reuso em edificações, quando se destina a lavagem de pisos, lavagem de carros, uso em descargas de vasos sanitários, ou seja, em todos os processos em que o reuso tenha contato humano. Isto porque contém inúmeros agentes infectocontagiosos e coliformes fecais, provindos dos telhados, onde pássaros, ratos, insetos dos mais variados defecam.

De acordo com Denise (2018) as vantagens de reutilização de água pluvial são:

- Redução do consumo de água da rede pública e o custo de fornecimento da mesma;
- Evita o consumo de água potável onde o uso não é imprescindível, como na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc.;
- Os investimentos são de baixo custo e a obra é rápida;
- Manutenção e operação são mínimas para adotar a captação de água pluvial;
- O retorno do investimento ocorre a partir de dois anos e meio;
- Ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que seria drenada para galerias e rios;
- Encoraja a conservação da água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais das cidades.

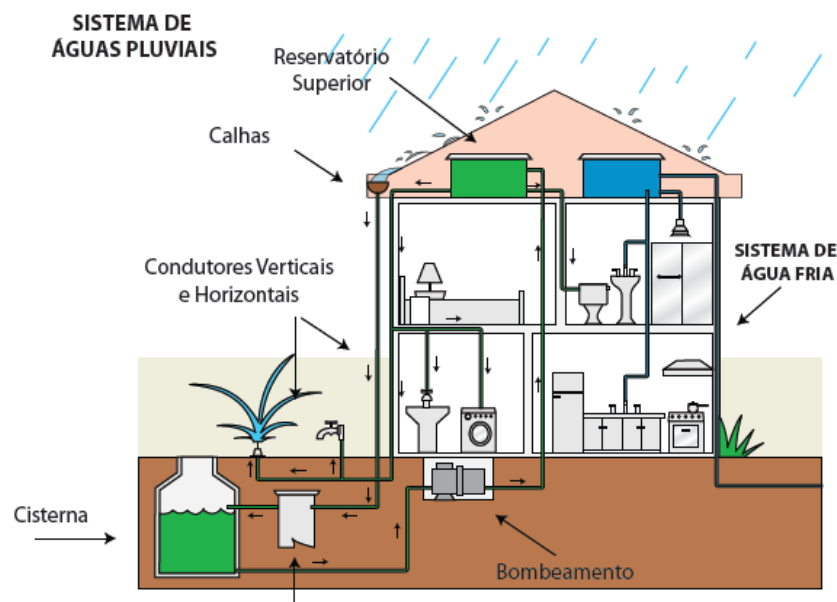


Imagem 17: Sistema integrado à edificação para o aproveitamento de águas pluviais em usos internos e externos. Fonte: UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2017.

Estudo de Caso

Após o estudo teórico sobre o *Retrofit* e as maneiras de trabalhar com a construção civil aliada com a sustentabilidade, foi iniciada a busca de uma edificação onde pudesse ser aplicados os seus conceitos, a fim de colocar em prática o aprendizado. O local escolhido foi a Escola Municipal Dr. Jorge Tibiriçá, localizada na rua Coronel Leme, Nº 20, Centro, Bragança Paulista - SP, uma escola histórica – construída em 09 de agosto de 1897.

Sistema de Reutilização de Águas Pluviais

Será utilizado o Sistema de Reutilização de Águas Pluviais, seguindo as recomendações da NBR 15527/2007 – Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não Potáveis – em que é apresentado cinco métodos para o cálculo de dimensionamento de reservatório. Para efeito de cálculo, esse trabalho utilizará somente um método – o de Rippl.

A partir do gráfico abaixo da análise pluviométrica da cidade de Bragança Paulista – SP pode-se observar os meses com maiores e menores índices de chuvas.

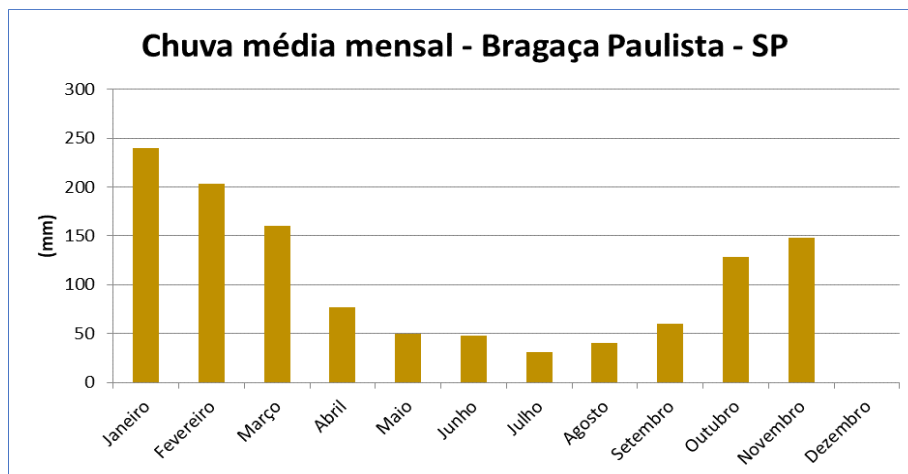


Gráfico 1: Chuva média mensal

Para efetuar os cálculos, foi necessário obter os dados da demanda de gastos mensais de água da escola, disponibilizados pela Prefeitura de Bragança Paulista, conforme a tabela a seguir:

Demanda de água E.M Dr. Jorge Tibiriçá (SABESP) 2020		
Referência	Valor	Uso (m ³)
Janeiro	R\$ 1.684,49	94
Fevereiro	R\$ 1.005,45	62
Março	R\$ 3.254,77	168
Abril	R\$ 2.490,85	132
Mai	R\$ 1.790,59	99
Junho	R\$ 1.854,25	102
Julho	R\$ 1.493,51	85
Agosto	R\$ 1.694,29	92
Setembro	R\$ 2.001,02	103
Outubro	R\$ 1.860,45	99
Novembro	R\$ 1.958,52	92

Tabela 1: Dados de demanda de água da escola. Fonte: Prefeitura de Bragança Paulista, 2020.

O cálculo do reservatório de água será realizado supondo que 40% da água utilizada na escola é destinada à limpeza de pisos, lavar calçada, terraços, janelas e o pátio da escola.

Para o cálculo, foi necessário, primeiramente, obter a área de cobertura de água pluvial, onde foi medido na planta, descontando a área descoberta do Pátio. A área obtida foi de $704,25 - 133,16 = 571,09$ m² aproximadamente.

Para a demanda de água, foi tomado como base os dados de uso de água da Escola do deste mesmo ano, obtidos na Prefeitura Municipal de Bragança Paulista – SP,

Supondo que 40% do uso de água da escola são para uso de limpeza de pisos, lavar a calçada e ambientes, para a descarga sanitária e para irrigação de jardins, os cálculos serão realizados a partir da média anual deste ano de 2020 – 99 m³ - com o cálculo: $99 \times 0,4 = 39,6 \text{ m}^3$. Todo o dimensionamento será realizado na ferramenta da “Microsoft” – o “Excel” – como será mostrado a seguir.

Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	Volume de Chuva Mensal (m ³)	Volume Demanda - Volume de Chuva (m ³)	Diferença Acumulada (m ³)
Janeiro	240	39,6	571,09	109,65	-70,05	0
Fevereiro	203	39,6	571,09	92,75	-53,15	0
Março	160	39,6	571,09	73,10	-33,50	0
Abril	77	39,6	571,09	35,18	4,42	4,42
Maior	50	39,6	571,09	22,84	16,76	16,76
Junho	48	39,6	571,09	21,93	17,67	17,67
Julho	31	39,6	571,09	14,16	25,44	25,44
Agosto	40	39,6	571,09	18,27	21,33	21,33
Setembro	60	39,6	571,09	27,41	12,19	12,19
Outubro	128	39,6	571,09	58,48	-18,88	0
Novembro	148	39,6	571,09	67,62	-28,02	0
	1185			541,39		25,44

Tabela 2: Dimensionamento do Reservatório de Água. Fonte: Próprio autor.

Será utilizado um reservatório de 25m³ (25.000L) para a captação, e a partir disso, podemos saber a quantidade de suprimento de água externa necessária para a edificação.

A partir da quantidade água a ser economizada, podemos calcular a economia e o tempo de retorno do investimento.

Um reservatório de água de 25.000L possui o valor aproximado de R\$ 12.499,00 e, considerando os valores dos outros materiais como as calhas, canos, cola e também a mão de obra, o valor total seria aproximadamente R\$ 15.000,00.

No decorrer do ano de 2020 até o presente mês (novembro) o consumo de água da escola foi de 1.185m³ e o valor gasto até aqui foi de R\$ 21.086,23, com a média de R\$ 18,69/m³. Caso a edificação possuísse o sistema de captação de águas pluviais seriam economizados cerca de 39,6m³ de água por mês da rede pública e o valor economizado seria de R\$ 740,00/mês. O investimento seria pago em aproximadamente 1 ano e 10 meses.

Sistema Energia Solar

Em se tratando de economia de energia elétrica, será usado o Sistema de Energia Solar. Para efetuar os cálculos, foi necessário obter os dados da demanda de gastos mensais de energia da escola disponibilizados pela Prefeitura de Bragança Paulista conforme a tabela a seguir:

Demanda de Energia E.M Dr. Jorge Tibiriçá (Energisa) 2020		
Referência	Valor	Uso (kWh)
Janeiro	R\$ 1.383,44	2100
Fevereiro	R\$ 1.678,52	2585
Março	R\$ 2.157,65	3311
Abril	R\$ 1.770,21	2774
Mai	R\$ 1.754,00	2760
Junho	R\$ 1.754,27	2758
Julho	R\$ 65,94	0
Agosto	R\$ 67,68	0
Setembro	R\$ 66,12	0
Outubro	R\$ 65,66	0
Novembro	R\$ 521,37	794

Tabela 3: Dados de demanda de energia elétrica da escola. Fonte: Prefeitura de Bragança Paulista, 2020.

Para efeito de cálculo do abastecimento de energia solar total da escola, foi necessário utilizar os dados dos meses de janeiro a junho – já que a escola Dr. Jorge Tibiriçá ficou paralisada por conta da pandemia do Covid-19. Portanto, foi calculado a média em reais e em quantidade de energia, resultando R\$1.749,68 e 2.714,67 kWh, respectivamente. Para essa devida pesquisa, será utilizado alguns sites de fornecedores que simulam/calculam o valor gasto aproximado com o Sistema de Energia Solar.



Figura 21: Simulação de gastos com Energia Solar. Fonte: NEOSOLAR, 2020.



Figura 22: Simulação de gastos com Energia Solar. Fonte: BLUESOL, 2020.

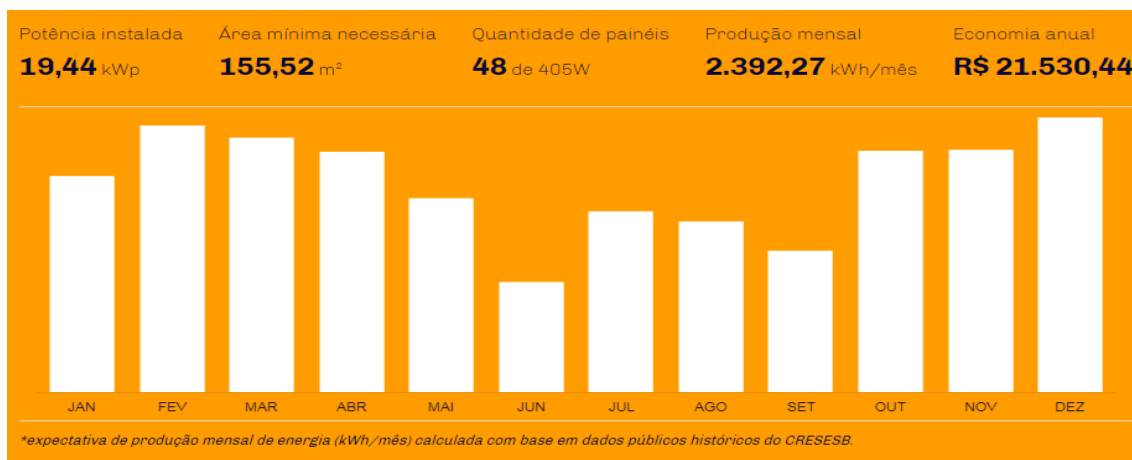


Figura 23: Simulação de gastos com Energia Solar. Fonte: PORTAL SOLAR, 2020.

Pôde-se obter, de acordo com os resultados das simulações, em média, um investimento entre R\$ 70.415,80 a R\$ 122.846,97 com tempo de retorno entre 4 a 5 anos, podendo gerar uma economia, em 30 anos, de R\$ 1.880.902,39 – dando a possibilidade da escola investir em outras áreas como tecnologia, sociedade e educação.

Conclusões

O surgimento das primeiras cidades deu-se a cerca de cinco milênios atrás, em um período histórico chamado proto-urbano. De forma sucinta, uma cidade se dava início a partir de um pequeno povoado, de um santuário, de uma aglomeração de pessoas, que começa, a se organizar em comunidade.

Ao passar do tempo o processo de urbanização começou a se desenvolver rapidamente, tendo o seu ápice no século XX, e a partir daí alguns problemas de expansão surgiram, como o abandono dos velhos centros e construções antigas.

Com a crescente desvalorização dos velhos centros e construções antigas, o termo *Retrofit* que de início foi criado para ser aplicado na indústria aeronáutica, que referia-se a atualização de aeronaves aos novos e modernos equipamentos disponíveis no mercado, começou a ser empregado também na Construção Civil.

Com o passar dos anos o *Retrofit* tem ganhado cada vez mais espaço no mercado da construção civil, com o objetivo de renovar o ambiente, utilizando melhorias tecnológicas a

fim de somar na eficiência energética, com o comprometimento de manter seus aspectos históricos.

No desenvolvimento do trabalho, foi realizado o estudo de caso do prédio da escola Dr. Jorge Tibiriçá, que fica na cidade de Bragança Paulista - SP. A escola centenária foi construída no ano de 1907 e foi seu prédio foi tombado em 2002 pelo CONDEPAATH.

O estudo de caso teve por objetivo principal destacar possibilidades, alternativas e levantar hipóteses para a aplicação de novas melhorias tecnológicas e mais eficientes no antigo prédio da escola.

Com a utilização do *Retrofit* no prédio da escola, haverá uma ótima valorização da edificação, o clima do ambiente ficará mais ameno, economia de energia e de água, dando melhores condições de utilização para os alunos e professores. Haverá diversos ganhos ao meio ambiente, poupando-o para as gerações futuras. Por se tratar de um prédio antigo, sua fachada e traços históricos serão mantidos a fim de preservar sua história.

Portanto, diante de todas as pesquisas que esse trabalho realizou, conclui-se que o *Retrofit* é uma proposta economicamente viável e altamente sustentável.

Agradecimentos

Gostaríamos primeiramente agradecer a Deus pelas nossas vidas e por sempre nos abençoar, às nossas famílias que sempre estiveram conosco nos apoiando, aos nossos amigos e colegas que percorreram estes longos cinco anos lado a lado com companheirismo e amizade, a todos os nossos professores que até aqui nos passaram um pouco de seus conhecimentos, e em especial a nossa amiga e orientadora Prof.^a M.^a Candida M. C. Baptista, que com paciência e sabedoria nos acompanhou até o término deste trabalho de graduação.

Referências Bibliográficas

ABRAVIDROS. **Vidro refletivo?** 2020. Disponível em: <<https://abraidro.org.br/vidros/vidro-refletivo-2/>> Acesso em 22 de junho de 2020. Acesso em 29 de junho de 2020.

ARAÚJO, S. R. de. **AS FUNÇÕES DOS TELHADOS VERDES NO MEIO URBANO, NA GESTÃO E NO PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, ago. 2007. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf>>. Acesso em: 2 de julho de 2020.

BLACENE, MARCELINO S. **REÚSO DE ÁGUAS CINZAS: AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM RESIDÊNCIAS.** Porto Alegre, 2011. Universidade Federal do Rio Grande Do Sul. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34521/000789725.pdf>. Acesso em: 28 de junho de 2020.

BRITO, Edwin. **CONHEÇA AS LIMITAÇÕES PARA REFORMAR IMÓVEIS TOMBADOS.** 2020. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/casa-e-decoracao/protecao-da-casa/conheca-as-limitacoes-para-reformar-imoveis-tombados,3cbc1a05b80c3410VgnVCM20000099cceb0aRCRD.html>>. Acesso em 02 de julho de 2020.

CAPELLO, Giuliana. **Como gerar energia eólica em casa?** 2016. Disponível em: <<https://casa.abril.com.br/construcao/como-gerar-energia-eolica-em-casa/>>. Acesso em 14 de maio de 2020.

CAPRECCI, Cláudia; LABATE, Graziella. **Retrofit**: conheça melhor essa tendência da arquitetura. 2016. Disponível em: < <https://www.imovelweb.com.br/noticias/reforma-e-construcao/retrofit/>>. Acesso em 13 de junho de 2020.

FONTES, Ruy. **O Que É e Como Funciona Energia Solar Fotovoltaica?** 2018. Disponível em: < <https://blog.bluesol.com.br/como-funciona-energia-solar-fotovoltaica/>>. Acesso em 22 de junho de 2020.

GLASSECVIRACON. **VIDRO LAMINADO**. 2020. Disponível em: < <https://glassecviracon.com.br/service/vidro-laminado/>>. Acesso em 28 de junho de 2020.

JUNIOR, Joel V. Baptista; Romanel, Celso. **Sustentabilidade na indústria da construção**: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras Número 2. Volume 5. 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692013000200004&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em 9 de junho de 2020.

KAVA, Cintia Merlo. **A Construção Civil, a Construção Sustentável e a Educação Socioambiental**: Um Estudo de Caso de Aplicações nas Habitações de Interesses Sociais. 2011. Disponível em: < <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/43217/R%20-%20E%20-%20CINTIA%20MERLO%20KAVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 15 de junho de 2020.

MIRANDA, DIEGO DE M. G. **ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DE USO DE BRISE-SOLEIL COMO SISTEMA DE CONTROLE TERMAL DE UMA FACHADA**. Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2016. Disponível em: < <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/12318/1/51500353.pdf>>. Acesso em 5 de julho de 2020.

PKO. **VIDROS INSULADOS E LAMINADOS: aproveitam a luz natural e bloqueiam raios UV**. 2020. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/vidros-insulados-e-laminados-aproveitam-luz-natural-e-bloqueiam-raios-uv_5491_5660>. Acesso em 30 de junho de 2020.

SOUZA, Eduardo. **Como o BIM pode tornar as reformas e retrofits mais eficientes** 2020. Disponível em: < <https://www.archdaily.com.br/br/927209/como-o-bim-pode-tornar-as-reformas-e-retrofits-mais-eficientes>>. Acesso em 20 de maio de 2020.

THOMÉ, Brenda B. **5 selos de sustentabilidade que agregam valor às suas obras**. 2016. Disponível em: < <https://www.sienge.com.br/blog/selos-de-sustentabilidade-agregando-valor-as-suas-obras/>>. Acesso em 13 de junho de 2020.

Anexos



Figura 24: Maquete 3D Revit – Escola Dr. Jorge Tibiriçá. Fonte: Próprio Autor.



Figura 25: Maquete 3D Revit – Escola Dr. Jorge Tibiriçá. Fonte: Próprio Autor.

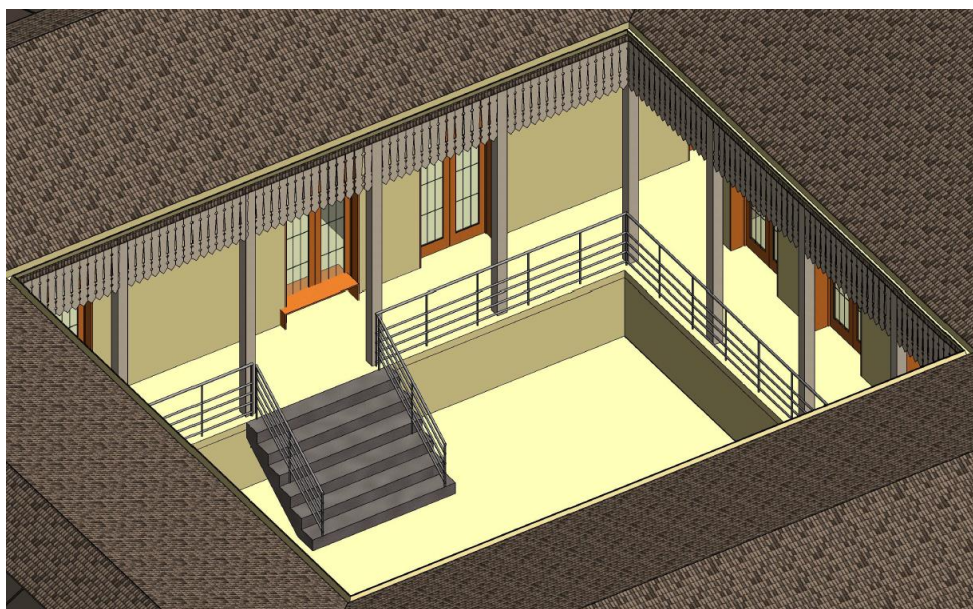


Figura 26: Maquete 3D Revit– Escola Dr. Jorge Tibiriçá. Fonte: Próprio Autor.



Figura 27: Maquete 3D Revit– Escola Dr. Jorge Tibiriçá. Fonte: Próprio Autor.