



# TRABALHO DE GRADUAÇÃO

ENGENHARIAS 2020

## ANÁLISE DE MÉTODOS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS COM APLICAÇÃO EM UM PROJETO DE EDIFÍCIO RESIDENCIAL

Gabriela Gomes Rossini<sup>1</sup>  
Leticia Milena Lopes dos Santos<sup>2</sup>  
Profa. Ma. Cândida Maria Costa Baptista<sup>3</sup>  
Universidade São Francisco  
**[ggr.rossini@gmail.com](mailto:ggr.rossini@gmail.com) e [leticia.millena@outlook.com](mailto:leticia.millena@outlook.com)**

<sup>1</sup>Aluna do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

<sup>2</sup>Aluna do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

<sup>3</sup>Professora Orientadora, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

**Resumo.** O setor da indústria da construção civil desempenha um papel importante para o avanço da economia, por suas atividades estarem ligadas ao desenvolvimento da infraestrutura país e por ser responsável por uma grande parte dos investimentos nacionais. Em contrapartida causa grandes impactos ambientais, através da emissão de gases de efeito estufa, da geração de resíduos oriundos do processo de construção, do consumo de matérias-primas, entre outros. Com o avanço da tecnologia tornou-se possível construir edifícios que causem um menor impacto ao meio ambiente, essas construções possuem o desafio de ser sustentáveis e viáveis do ponto de vista econômico. O objetivo deste trabalho é realizar uma análise baseada em pesquisas científicas sobre os métodos construtivos e tecnologias sustentáveis existentes e aplicá-los em um projeto de edifício residencial, para avaliar a viabilidade financeira e ambiental da implantação destes métodos.

**Palavras-chave:** construção civil, impactos ambientais, tecnologias sustentáveis.

### Introdução

A princípio o homem se abrigava sob menires naturais, como as árvores, e posteriormente, começou a se abrigar em cavernas. Como o homem nem sempre encontrou cavernas naturais para se abrigar, acabou por se contentar com barracas fixadas sobre o solo, essas habitações conservam a mesma forma até os dias atuais, lembra barracas de campismo contemporâneas. (ALONSO PEREIRA, 2010).

O período da Idade Antiga coincide com o surgimento das primeiras civilizações. Os Mesopotâmicos criaram uma rede comercial através dos rios e formaram uma hierarquização social forte, que era organizada em pequenas cidades-estados. As casas consistiam em plantas

circulares ou quadradas dispostas em volta de um pátio, os principais recursos de construção que eram utilizados eram o adobe e as vigas de madeira (LOURENÇO; BRANCO, 2013).

As principais construções no Egito, situavam-se nas margens do rio Nilo. A arquitetura da região era composta por paredes e muros inclinados e os edifícios eram construídos com materiais como pedra e argila. Os terraços das habitações eram revestidos com troncos de palmeiras unidos, a era utilizada para a construção de andaimes, não possuindo função estrutural (LOURENÇO; BRANCO, 2013).

Em algumas regiões, a falta de pedra em alguns lugares levou a produção de tijolos secos ao sol ou adobe, que necessitavam de um grande período para secagem. A aplicação era comprometida pela exposição constante a ciclos de umidade, exemplificadas pelas cidades construídas em adobe (kasbah) no Marrocos. Juntamente com o adobe, as argamassas de argila foram uma alternativa para revestimentos, utilizados para diminuir as irregularidades e preencher fissuras (MOHAMAD; MACHADO; JANTSCH, 2017).

Antigamente os conhecimentos da construção eram baseados nas tradições, nas regras generalizadas e nas experiências obtida com erros passados. Esse cenário começou a mudar com a chegada do período Renascentista, no século XV, onde começa a nascer a profissão do arquiteto e se começa a definir o conceito de arquitetura. Durante o período da Revolução Industrial, com o surgimento de novos materiais, novos sistemas e métodos de construir, surge a Engenharia Moderna, com a criação de Universidades e cursos de Engenharia, onde se procurava formar técnicos aptos para lidar com os novos materiais (CAMPOS, 2002).

No início do século XX, é aberta uma nova etapa cultural e arquitetônica. As principais contribuições arquitetônicas da época, são oferecidas pelas vanguardas artísticas e os experimentalismos dos anos que se seguiram à Primeira Guerra Mundial. Na passagem da vanguarda para o experimentalismo, se destaca o processo feito pelo arquiteto norte-americano Frank Lloyd Wright (1869-1959), que redefiniu o conceito de espaço interior, utilizando da técnica de diminuir ao mínimo as paredes internas, permitindo converter cômodos que antes eram separados em espaços únicos, como por exemplo, a sala de jantar e a sala de estar, que passaram a integrar um mesmo ambiente (ALONSO PEREIRA, 2010).

A chegada do século XXI trouxe grandes desafios a humanidade. Atualmente se tem obtido um grande esforço na procura por materiais não poluentes e que consumam pouca energia em sua utilização e produção. Materiais industrializados, como o aço e o cimento Portland, são utilizados em quase todas as obras da construção civil, em todas as partes do mundo, inclusive no Brasil, onde materiais convencionais, que são produzidos localmente, existem em grandes quantidades (GHAVAMI, 2014).

O ritmo da inovação tem sido notado em muitos setores, no entanto, o setor da construção tem sido mais lento para adotar e se adaptar as novas tecnologias do que outros setores no mundo. Novas tecnologias (digitais), como o BIM, setores sem fio e impressão 3D, oferecem um novo jeito de estruturar o processo de produção de edificações, desde a concepção, planejamento, construção e operação, produzindo, para o setor da construção, eficiência e produtividade dos produtos. Contudo, o passo de absorção dessas tecnologias, ainda é lento no Brasil (CNI; CBIC, 2017).

Em 2013, entrou em vigor a Norma de Desempenho, documento que de uma forma geral, é voltado a implementação de qualidade nas edificações habitacionais, instituindo um nível de desempenho mínimo para os principais elementos das obras, ao longo de sua vida útil, sendo possível afirmar que esta norma induz a utilização de métodos construtivos inovadores (CÂMARA BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2016).

Segundo CNI e CBIC (2017), a indústria da construção civil é um importante agente de investimentos do país, contempla a construção de infraestrutura – rede de esgoto, aeroportos, estradas - escolas, hospitais, indústrias, edifícios residenciais e comerciais, entre outros, representa mais de 55% de investimentos nacionais, investimentos oriundos do governo possuem como sua principal fonte o setor privado, que se baseiam no retorno das taxas de

juros aplicadas e na redução dos níveis de inflação. Para que ocorra um novo ciclo de desenvolvimento sustentável, é necessário que o Estado esteja totalmente comprometido em evoluir a cadeia produtiva da construção, através ações e investimentos de forma contínua.

O conceito de sustentabilidade é baseado em três pilares: o econômico, social e ambiental. Seu objetivo é manter a integridade e harmonia entre os componentes, garantir a integridade do planeta, natureza e da sociedade, preservando o planeta para as gerações futuras (ECOando, 2017). Segundo Dias (2015), esse conceito foi desenvolvido após a primeira Conferência Internacional das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em 1972 em Estocolmo, podendo ser definida como destino do desenvolvimento sustentável e a persistência ao longo de um futuro indefinido.

O crescimento exorbitante da população, utilização irracional dos recursos naturais e degradação do meio ambiente, evidenciam que diversas partes do planeta ultrapassaram sua capacidade de atender dentro de limites aceitáveis, o bem-estar e as necessidades das gerações futuras. É necessário que se adote alternativas que amenizem os impactos causados, através de um desenvolvimento que distribua igualmente os benefícios dos processos econômicos, que respeite os limites ecológicos e a capacidade de manter-se no futuro (DIAS, 2015).

Segundo a CNI e CBIC (2017), o processo construtivo das edificações causa impactos em todo o processo. Estes impactos são causados através da emissão de gases de efeito estufa; volume de resíduos oriundos de processo de construção; consumo de matérias-primas, cujo setor da construção civil é seu maior consumidor.

A CNI e CBIC (2017), descrevem que o setor da construção civil precisa adotar novas formas de produzir e gerir as obras, fazer introdução progressiva da sustentabilidade e buscar soluções que são economicamente viáveis ao empreendimento. Para um empreendimento ser sustentável deve atender os seguintes requisitos: adequação ambiental; viabilidade econômica; justiça social; aceitação cultural.

Pode-se considerar que a eficiência energética; reutilização da água; reaproveitamento de materiais; gestão no canteiro de obras; redução da poluição, fazem parte do conceito de construção sustentável.

De acordo com Yudelso (2013), existe um estudo, que utilizou o maior banco de dados de propriedades comerciais disponível. O estudo mostrou que, além das taxas de ocupações e os aluguéis das edificações sustentáveis serem mais altos, os preços de venda também são substancialmente superiores.

Para o autor,

Na análise, as edificações com certificação LEED alcançaram aluguéis mais altos (122 dólares por m<sup>2</sup>) em relação aos edifícios de escritórios tradicionais e apresentaram taxas de ocupação 4,1% superiores. As edificações com certificação ENERGY STAR resultaram em aluguéis mais elevados em 25,82 dólares por m<sup>2</sup> e apresentaram taxas de ocupação 3,6% superiores em relação a outras semelhantes.

As edificações com certificação LEED que foram revendidas receberam 1.840 dólares a mais por m<sup>2</sup>, enquanto as edificações ENERGY STAR foram vendidas a uma média de 656 dólares a mais por m<sup>2</sup> em relação a edificações similares sem a certificação (YUDELSON, 2013, p. 96).

Os projetos de construções sustentáveis, vem aumentando ao longo dos anos. Segundo Gray (2018), em 2000 apenas 41 projetos de construção foram oficialmente classificados como edifícios verdes nos Estados Unidos, e no ano de 2017, obteve-se um salto para mais de 65 mil, e em outros lugares no mundo se obteve resultados semelhantes, uma tendência que deve continuar.

Até o ano de 2030, é estimado que 10% da energia produzida no Brasil seja solar, energia produzida através de placas fotovoltaicas. Processo no qual a construção civil terá

grande importância. Grande parte da energia limpa virá do alto de edifícios, dos telhados de casas, de prédios comerciais, de indústrias, shoppings e estacionamentos. Construções que funcionarão como edificações-usinas, uma prática sustentável (EM MOVIMENTO, 2017).

Essa expansão fotovoltaica, possibilitará que as edificações não sejam apenas consumidoras de energia, transformando-se em geradoras de eletricidade. A demanda no Brasil, por esse tipo de tecnologia é crescente, e tem avançado em média 300% ao ano desde 2015, de acordo com estimativa da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (EM MOVIMENTO, 2017).

A gestão de resíduos na construção civil, também ocupa um papel de grande importância no desenvolvimento de construções sustentáveis. Existe potencial para reaproveitamento de resíduos de alvenaria, concreto e argamassas interposto por processos mecanizados de britagem e classificação que são acompanhados por triagem na entrada e nas correias transportadoras que fazem transferência para formação de pilhas dos agregados produzidos (CARELLI et al., 2015)

## Desenvolvimento

De acordo com Oshiro (2015), as alternativas para a eficiência energética são necessárias para diminuir os impactos negativos ao meio ambiente. A implantação das alternativas deve ser estudada e projetada de forma que o futuro empreendimento seja sustentável economicamente e ambientalmente, sem prejudicar o conforto do ambiente.

Podemos considerar como alternativas para eficiência energética a possibilidade de controle da ventilação; escolher equipamentos e eletrodomésticos eficientes em energia; e utilizar técnicas e tecnologias para diminuir o consumo de energia elétrica, a fim de gerar economia e sustentabilidade (OSHIRO, 2015).

No Brasil a NBR 15575-1 (ABNT, 2013), determina os níveis mínimos satisfatórios de iluminação de ambientes residenciais, e indica métodos de análise de iluminação natural e de luz artificial, tanto em fase de projeto, através de simulação em computador, quanto para a medição in loco em obras finalizadas. As simulações são caracterizadas por avaliação com tipo de céu padrão e dias e horários específicos. A Tabela abaixo mostra os níveis de desempenho para ambientes com iluminação natural.

Dependência	Iluminância geral (lux) para o nível mínimo de desempenho M
Sala de estar; Dormitório; Copa / cozinha; Área de serviço.	≥ 60
Banheiro; Corredor ou escada interna à unidade; Corredor de uso comum (prédios); Escadaria de uso comum (prédios); Garagens/estacionamentos	Não exigido

Fonte: ABNT (2013)

FIGURA 1 — Tabela de iluminação mínima para iluminação natural.

De acordo com NBR 15575-1 (ABNT, 2013), as simulações para o plano horizontal devem ser feitas nos períodos da manhã (9:30h) e da tarde (15:30h), respectivamente para os dias 23 de abril e 23 de outubro e sua avaliação deve ser realizada com emprego do algoritmo apresentado na ABNT NBR 15215-3, com as seguintes condições: considerar a latitude e a longitude do local da obra, supor dias com nebulosidade média (índice de nuvens 50%); supor desativada a iluminação artificial, sem a presença de obstruções opacas (janelas e cortinas abertas, sem roupas estendidas nos varais etc.); simulações para o centro dos

ambientes, na altura de 0,75m acima do nível do piso; simulações nos pontos centrais de corredores interno ou externos à unidade, a 0,75m do nível do piso; para escadarias, simulações nos pontos centrais dos patamares e a meia - largura do degrau central de cada lance, a 0,75m acima do nível do piso; para o caso de conjuntos habitacionais constituídos por casas ou sobrados, considerar todas as orientações típicas das diferentes unidades; no caso de conjuntos habitacionais constituídos por edifícios multipiso considerar, além das orientações típicas, os diferentes pavimentos e as diferentes posições dos apartamentos nos andares; considerar os eventuais sombreamentos resultantes de edificações vizinhas, taludes, muros e outros possíveis anteparos, desde que se conheçam o local e as condições de implantação da obra.

De acordo com Silva (2007), o bom aproveitamento da luz natural, além de reduzir o consumo energético, também pode diminuir as cargas térmicas, fornece níveis de iluminação mais satisfatórios que a iluminação artificial, evita problemas de ofuscamentos e contrastes, assim como efeitos estimulantes, devido a variação de cor ao longo do dia.

Porém a utilização de vidro sem nenhuma proteção solar pode causar desconforto térmico o que muitas vezes é corrigido com a utilização de ventilação artificial (ar-condicionado) e proteções interiores como as cortinas, diminuindo a vida útil da edificação, constatado que esses ajustes elevam os gastos com energia elétrica, recursos energéticos fósseis, a emissão de contaminantes e custos de manutenção dos equipamentos para ventilar e iluminar (PÉREZ, 2012).

Os elementos de controle servem para equilibrar a radiação solar, luz e calor permitindo a vista para o exterior e a ventilação. Esses elementos de controle de acordo com Frota (2004, p. 164), podem ser definidos como: varanda, marquise, sacada, telas especiais, toldos, cortinas e persianas, elementos vazados, pérgulas, brise-soleil vertical, brise-soleil horizontal, brise-soleil de composição de placas verticais e horizontais (mistos).

Uma solução para a proteção contra ganhos térmicos bastante utilizada são os brises ou brise-soleil, que podem ser incorporados as edificações de diversas formas, podendo ser verticais, horizontais ou mistos, fixos ou móveis, e o seu dimensionamento depende da latitude da cidade, azimute e altura solar. O correto dimensionamento dos brises pode ser realizado através de softwares especializados (GARCIA et al., 2020).

Foi realizado um estudo que tinha como objetivo realizar uma simulação paramétrica de brise-soleil para redução de consumo energético em uma edificação comercial e foi constatado que após a adoção de brises dimensionados de forma tradicional, houve uma redução de consumo energético na ordem dos 17%, o que pode ser considerado uma grande economia de energia (GARCIA, 2020). Pode-se observar o resultados dos estudos na imagem abaixo:

Brise	Consumo total (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	Redução em relação ao <i>Baseline</i>	Pontuação atingida no LEED
Sem brise ( <i>Baseline</i> )	346,37	-	-
Brise dim. pela arquiteta	285,55	17,56%	6
Brise otimizado 1	272,69	21,27%	8
Brise otimizado 2	273,34	21,08%	8
Brise otimizado 3	273,34	21,08%	8
Brise otimizado 4	276,07	20,29%	8
Brise otimizado 5	276,17	20,26%	8
Meta de redução	263,24	24%	10

Fonte: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rt/article/view/9783>>

FIGURA 2 — Tabela consumo de energia comercial com a utilização de brises.

Outra maneira de se obter uma maior eficiência energética é com a utilização de energia solar fotovoltaica, trata-se da energia solar no ambiente físico que pode ser refletida, transmitida e absorvida. A energia solar fotovoltaica é a energia obtida pela conversão direta

da luz em energia elétrica. A eletricidade é formada pela radiação solar que incide sobre as células fotovoltaicas, que são dispositivos feitos de materiais semicondutores e que agrupadas entre si, formam os painéis solares (PINHO, 2014).

O sistema fotovoltaico é classificado em sistema conectado à rede elétrica pública (on grid), quando não há necessidade de banco de baterias para armazenar a energia gerada e sistema isolado (off grid) que é composto por equipamentos auxiliares que em conjunto com os painéis solares atuam no armazenamento e distribuição da energia gerada. O regulador de carga é um componente que controla a carga do sistema e faz proteção da bateria contra sobrecargas do sistema e asseguram que o sistema opere em sua máxima eficiência (OLIVEIRA; PEREIRA, 2015).

A bateria é um equipamento capaz de armazenar a energia gerada pelos painéis solares e tem o intuito de suprir a demanda da mesma na ausência da radiação solar, uma vez que a energia solar é reduzida em dias nublados e não ocorre nos períodos noturnos (PINHO, 2014).

Outro equipamento que faz parte do sistema fotovoltaico é o inversor. Este dispositivo eletrônico fornece energia elétrica em corrente alternada, uma vez que a energia elétrica gerada a partir dos painéis solares é em corrente contínua. Além disso, é capaz de ajustar a frequência e nível de tensão gerada para que o sistema possa ser conectado à rede pública. (OLIVEIRA; PEREIRA, 2015).

Os painéis solares devem ser instalados em espaços amplos, afastados da vegetação vizinha e/ou objetos sombreadores no entorno, estejam em um local que tenha boa incidência de radiação solar e o mais próximo possível das baterias e cargas. No geral não existem restrições quanto ao local de instalação. A instalação dos geradores fotovoltaicos tem que estar direcionada ao Norte Verdadeiro e para geração máxima de energia ao longo do ano o ângulo de inclinação deve ser o mesmo à latitude do local que será instalado o sistema (PINHO, 2014).

A energia gerada por cada placa fotovoltaica depende das características do painel solar (eficiência e coeficiente de temperatura) que são informados na ficha técnica do fabricante, da posição de instalação do painel fotovoltaico (direção e inclinação), das características dos inversores e do nível anual da irradiação no local (kWh/m<sup>2</sup>). A ocorrência de sombreamento também deve ser levada em conta, o sombreamento parcial do painel pode comprometer e/ou reduzir o desempenho do sistema (LAMBERTS et al., 2010).

Outro problema que é comumente encontrado nas residências são os ruídos provenientes dos centros urbanos que podem causar sérios transtornos dentro das edificações, diminuindo a qualidade de vida das pessoas. Os principais materiais utilizados na construção civil como blocos de concreto, blocos cerâmicos e o próprio concreto armado já possuem características isolantes, mas nem sempre são suficientes (CATAI; PENTEADO; DALBELLO, 2006).

Para uma atenuação suplementar, podem ser empregados ao edifício diferentes materiais, como: lã de vidro, lã de rocha, espuma acústica, fibra mineral entre outros, esses materiais podem ser utilizados juntamente com drywalls, que é uma técnica bastante atual e muito utilizada no Brasil. Os materiais utilizados para isolamento acústico podem ser classificados em convencionais e não convencionais, sendo que, os materiais convencionais são os materiais de vedação de uso comum dentro da construção civil, como os blocos cerâmicos e de concreto, vidro e a madeira, já os não convencionais são desenvolvidos especialmente para isolar acusticamente os ambientes, como a lã de vidro e de rocha, vermiculita, espumas elastoméricas, fibra de coco, entre outros (CATAI; PENTEADO; DALBELLO, 2006).

A fibra de pet ou lã de pet, é um material ecologicamente correto, e pode ser utilizado para o isolamento acústico, esse material é fabricado a partir da reciclagem de garrafas pet descartadas na natureza, e atende as exigências de conforto ambiental e projetos arquitetônicos, além de ter características de fácil manuseio e armazenagem, devido ao poder

de compactação e resiliência. Para a produção dessa fibra, é necessário que ela passe por um processo de compactação a baixa temperatura (160° a 180°) e pressão, não é utilizada nenhum tipo de água ou componente volátil, o que garante muito mais resistência e mantém as funções de comportamento térmico e acústico. (FAUTH et al., 2016).

A fibra de coco, assim como a fibra de pet, é uma opção para isolamento acústico ecologicamente correta, e possui características como a coloração uniforme, elasticidade, durabilidade, resistência à tração e à umidade, oferece muitas possibilidades de utilização como matéria-prima natural e reciclável para a indústria da construção civil. A fibra de coco pode ser utilizada na fabricação de telhas, tijolos com adição de fibra de coco, entre outros (FAUTH et al., 2016).

A economia de água é baseada na gestão da demanda e do abastecimento, e a demanda é um conjunto de operações que otimizam o sistema hidráulico do edifício, que permite que apenas a quantidade necessária de água seja utilizada para as atividades de consumo. As concessões se concentram em fontes alternativas de água para atender às necessidades de atividades de água não potável que requerem o uso de água não preciosa. As medidas de manutenção ajudam a reduzir o desperdício, reduzir o desperdício de água gerado e reduzir os custos de manutenção e operação (CBIC, 2019).

Segundo a CBIC (2019), a gestão de oferta trata-se das alternativas para o uso das águas potáveis e não potáveis e utiliza fontes alternativas. As fontes alternativas substituem as atividades de águas consideradas menos nobres, como descargas de bacias sanitárias, lavagens, irrigação e uso em sistemas de resfriamentos. As alternativas podem ser consideradas como potáveis, como o caminhão pipa e o poço profundos e não potáveis como por exemplo a água da chuva, água pluvial, água clara, água cinza, esgoto domésticos, entre outros.

O sistema de aproveitamento de água da chuva gera grande economia de água potável e consiste na captação, pré-tratamento, armazenamento, tratamento (se necessário) e posterior utilização. Para a captação pela cobertura, é fundamental adotar sistemas que impeçam a proliferação de mosquitos. As calhas e condutores são necessários para a drenagem das águas pluviais. Após escoar a água pela cobertura e condutores, alguns sólidos como folhas, insetos e galhos acompanham seu trajeto até o reservatório. A norma recomenda a instalação de telas ou grades à montante do reservatório para realizar a filtração da água e esses dispositivos devem estar de fácil acesso para manutenção. É necessário também utilizar uma bomba, para a água captada passar por um segundo filtro que retém as impurezas menores (CBIC, 2019).

Os reservatórios de água devem atender as normas de acordo com a NBR 15527, devem ser seguros e bem fechados, possuir extravasor, ter mecanismos que inibem a entrada de insetos, ser devidamente identificados, proteger a água de incidência direta de luz solar e ser separados dos reservatórios de água potável (CBIC, 2019).

Segundo Barros (2011), após o processo de captação de infiltração, a água é levada a outro reservatório para armazenamento e é destinada a alimentação de descargas sanitárias, irrigação de jardins, lavagens no geral. Reutilizar as águas cinzas, que são provenientes de banheiras, pias dos banheiros, chuveiros, tanques e máquina de lavar, é uma alternativa econômica e sustentável e obtém qualidade necessária para fins não potáveis.

Para realizar este processo é necessário de dois sistemas hidráulicos nas edificações residenciais, sendo um para água potável e outro para o efluente reaproveitado. O sistema de consumo direto é proveniente do abastecimento da caixa d'água que é responsável pela alimentação dos chuveiros e torneiras. Ao invés do efluente seguir para o sistema de esgoto convencional, ele é encaminhado a um tanque de tratamento e passara pelos processos de lodos ativados, desinfecção com cloro em primeiro estágio, filtração, ozonização e desinfecção com cloro em segundo estágio. Parte da água é encaminhada para a rede pública de esgoto e parte é destinada a uma segunda caixa d'água que abastece as descargas sanitárias, sistemas de irrigação de jardins e limpezas no geral (BARROS, 2011).

Além das medidas adotadas para uma maior eficiência energética e captação de água da chuva, existem inúmeros materiais que são ecologicamente sustentáveis, e causam menores impactos ao meio ambiente, que podem ser incorporados a uma edificação.

O tijolo modular de solo-cimento ou tijolo ecológico, possui esse nome por ser considerado um material fabricado de maneira ecologicamente correta, eliminando o processo de queima para se adquirir a resistência desejada, o que elimina a utilização de combustíveis e a emissão de gases do efeito estufa do processo. Além disso, o formato de prensagem do material, permite a passagem das tubulações elétricas e hidráulicas no interior do material, o que contribui para a redução de resíduos (NASCIMENTO et al., 2018).

Outra vantagem do tijolo ecológico é que para a sua fabricação pode ser utilizado praticamente qualquer tipo de solo, inclusive o solo que seria removido para realizar o corte do terreno. Vários estudos vem sendo desenvolvidos com a finalidade de utilizar resíduos como aditivo dessa mistura, como por exemplo: granito, caulim, casca de banana, restos de vegetais, lixo de aterros sanitários, bagaço de cana-de-açúcar, pó de serra, borracha, além dos resíduos construção civil, das indústrias petroquímicas e siderúrgicas e da mineração (GASPAR, 2020).

De acordo com Nascimento et al. (2018), esse material é composto por uma mistura íntima de solo, aglomerante hidráulico artificial denominado cimento Portland (utilizado em quantidades inferiores a quantidade do solo) e à adição de água em pequenas quantidades, afim de adquirir uma homogeneização adequada conforme as exigências definidas pela norma regulamentadora.

Nos dias atuais, existem diversas empresas que comercializam os tijolos ecológicos e sua comercialização geralmente é feita de duas formas, em tijolo maciço, que é ideal para a execução de paredes de tijolinho aparente, muito utilizada no estilo rústico, ou através do tijolo de dois furos, que possui a dimensão padrão de 7 x 12,5 x 25cm, e permite embutir colunas de sustentação e tubulação elétrica e hidráulica, além disso a câmara de ar formada contribui para o conforto térmico e acústico (GASPAR, 2020).

Quando comparamos o preço sozinho, o tijolo chega a ser até quatro vezes mais caro, porém a economia gerada pela redução do uso de argamassa e a execução mais rápida pode gerar uma economia de até 50% no valor da parede tradicional. Outro valor que contribui para essa economia é que o tijolo ecológico pode ser utilizado aparente, trazendo economia com revestimento e pintura (GASPAR, 2020).



Fonte: <<http://www.mixmaquinas.com.br/maquinatijoloecologico.html>>

FIGURA 3 — Parede de tijolo solo-cimento.

Segundo Gaspar (2020), algumas vantagens apresentadas pelo tijolo ecológico é: menor impacto do processo de produção; o recebimento de qualquer tipo de revestimento e pintura, porém o dispensa; o encaixe exige menor uso de argamassa; construção até 30% mais rápida; custo final pode ser até 50% mais barato.

Outra maneira de gerar menores impactos ao meio ambiente é através da utilização de lâmpadas LED, torneiras com sensores ou automáticas e bacias com descarga dupla, pois elas ajudam a reduzir o consumo de energia elétrica e água.

De acordo com Santos et al. (2015, p. 597),

A lâmpada de LED utiliza 82% menos energia elétrica que uma lâmpada incandescente, garantindo uma economia significativa na conta de energia. Uma lâmpada doméstica de LED tem durabilidade de 50.000 horas, contra 1.000 horas de uma incandescente e 6.000 horas de uma fluorescente, o que permite diminuir a quantidade de trocas de lâmpadas ou gastos com manutenções. Podem ser fabricadas em diversos tamanhos e formatos milimétricos, podendo ser usadas em vários ambientes e para inúmeras utilidades. Uma característica interessante é o fato de que sua luz não desbota ou danifica tecido, fato que tem contribuído para que lojas de vestuário optem por trocar suas iluminações convencionais em vitrine pela tecnologia de iluminação por LED.

As torneiras com sensores controlam a saída de água de acordo com a aproximação das mãos e podem reduzir o consumo de água entre 35% e 80%, em comparação com as tradicionais, esse tipo de torneira é mais utilizada em locais com grande fluxo de pessoas, como empresas, hospitais e shoppings centers, mas nada impede que sejam instaladas em casa (LEITE, 2014a).

De acordo com Leite (2014a), as torneiras automáticas liberam água com um simples apertado de botão, após alguns segundos, de acordo com a regulagem na instalação, a água é cortada e evita o desperdício, obtendo uma economia de 25% a 75% estima o Sindicato da Educação da Habitação de São Paulo (Secovi-SP).

Os gastos com a compra dessas torneiras podem variar muito de acordo com o modelo e marca, de acordo com pesquisa realizada pelo G1, os valores variavam entre R\$ 88,90 e R\$ 1.639,00. A instalação se parece com a da torneira tradicional, somente os modelos com sensores elétricos que necessitam de um ponto de energia próximo ao local. O retorno com a economia de água é imediato, somente durante uma escovação de dentes, é possível economizar cerca de 11,5 litros de água (LEITE, 2014a), podendo economizar ainda mais.

As bacias de água com válvula de duplo acionamento despejam três ou seis litros de água de acordo com a necessidade de uso, dependendo do botão escolhido, podem ser instaladas tanto para a descarga na parede quanto para caixas acopladas. As válvulas sem esse recurso gastam, em média, 12 litros de água por descarga em vasos sanitários com caixa acoplada e 10 litros com a válvula instalada na parede (LEITE, 2014b).

Nos dias atuais tem se observado a crescente impermeabilização das superfícies decorrente da urbanização das cidades. Em uma área com cobertura florestal, 95% da água da chuva é infiltrada no solo, enquanto nas áreas urbanas este percentual é somente de 5%. Com a drenagem da água através do solo prejudicada devido as vias pavimentadas e ao grande número de construções, o escoamento e o retorno ao lençol freático se torna mais complicado, resultando em alterações nos leitos dos rios e dos canais e aumento da constância e do volume de enchentes (MARCHIONI; CLÁUDIO OLIVEIRA, 2010).

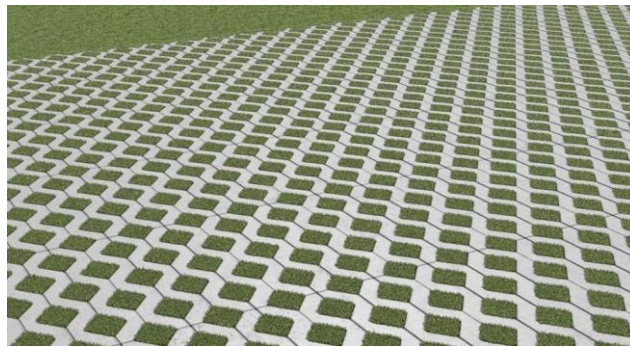
Uma alternativa para reduzir esses impactos é a implantação de pavimentos permeáveis, que podem ser utilizados como estacionamentos, tráfego de veículos, via para pedestres ao mesmo tempo em que permitem a infiltração da água, colaborando para a diminuição das áreas impermeabilizadas na cidade. Os pavimentos permeáveis são os que permitem que a água e o ar podem atravessar, podendo ser de concreto poroso moldado in loco ou de peças pré-moldadas de concreto (MARCHIONI; CLÁUDIO OLIVEIRA, 2010).

Existem vários tipos de pavimentos permeáveis que são divididos em: pavimentos de asfalto poroso, pavimentos de concreto poroso, pavimento de blocos de concreto vazado, pavimento de blocos de concreto e paralelepípedos.

Segundo Bernucci et al.<sup>1</sup>(2006 apud GONÇALVES; OLIVEIRA, 2014, p. 2), os pavimentos de asfalto poroso possuem a camada superior (revestimento asfáltico) composta de forma parecida as convencionais, mas com a retirada de fração de areia fina (gradação aberta) da mistura dos agregados do pavimento, conhecida como camada porosa de asfalto (ou atrito) (CPA). Essa graduação resulta em uma mistura asfáltica que pode conter entre 18% e 25% de vazios, permitindo rápida absorção da água. Além de sua função na estrutura permeável, o CPA apresenta outras vantagens como o aumento da aderência pneu-pavimento e a redução de ruído.

A camada superior de concreto poroso é composta a partir de conceito parecido ao do CPA, retirando a areia fina da mistura dos agregados do pavimento. Como consequência obtém-se entre 15% e 25% de vazios. Porém apresenta menor resistência que o concreto comum, sendo indicado apenas para locais de tráfego leve ou pouco intenso (GONÇALVES; OLIVEIRA, 2014).

Os blocos de concreto vazado, conhecidos como concregrama, são assentados sobre material granular como a areia e são preenchidos com vegetação rasteira, como a grama. São instalados filtros geotêxteis para prevenir o carreamento da areia (GONÇALVES; OLIVEIRA, 2014).



Fonte: <<http://tecnopisosbrasil.com.br/>>

FIGURA 4 — Pisograma de concreto.

Segundo Madrid et al.<sup>2</sup> (2010 apud GONÇALVES; OLIVEIRA, 2014, p. 4), os blocos de concreto intertravados também possuem permeabilidade, cuja magnitude está ligada a permeabilidade do concreto do bloco em si, da granulometria do material de assentamento e da largura das juntas. Porém a permeabilidade deste tipo de pavimento é menor que a dos outros tipos de pavimentos permeáveis, diminuindo com o tempo, podendo chegar à metade do valor original após cinco anos em média.

Existem inúmeros softwares que podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, estruturais, hidráulicos entre outros. Alguns dos mais utilizados e conhecidos atualmente são o AutoCad e o Revit, ambos pertencentes a Autodesk, e possuem ferramentas que são muito uteis e agilizam os processos de criação.

A Autodesk foi fundada por John Walker, em 1982, e um ano seguinte lançou o AutoCAD, o primeiro programa CAD (projeto auxiliado por computador) de grande significado para computadores, o que mudou para sempre o mundo dos projetos

---

<sup>1</sup> BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação Asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras, 2006.

<sup>2</sup> MADRID, Germano. Pavimento intertravado: mais ou menos permeável? **Revista Prisma**, ed. 14, 2010.

(BELLUOMINI, 2017). Antes do lançamento do AutoCAD os projetos eram feitos a mão, necessitando de muito mais ferramentas e mais tempo para a elaboração dos projetos

O AutoCAD é um software utilizado na construção civil, por arquitetos, engenheiros e profissionais de construção que permite criar, anotar e projetar geometria em 2D e modelos em 3D com objetos sólidos, objetos de malha e superfícies (AUTOCAD, 2020).

De acordo com Lima e Moraes (2013), o software é utilizado principalmente para a criação de peças de desenho técnico em 2 dimensões (2D), e foi apropriado pelos arquitetos e engenheiros para o desenvolvimento de desenhos técnicos de arquitetura e urbanismo, assim como para a elaboração de desenhos tridimensionais (3D).

O software Autodesk Revit é uma das ferramentas BIM (Building Information Model), mais utilizadas e conhecidas atualmente, e é utilizado para aumentar a eficiência e a precisão ao longo da elaboração do projeto, desde o projeto conceitual, a visualização e a análise até a construção e fabricação (REVIT, 2020).

De acordo com Clementino (2018), o BIM é um sistema inteligente que possibilita a criação de projetos com base em um modelo parametrizado, que possibilita a visualização de volumetria, que gera quantitativos de materiais, estima custos para o desenvolvimento do projeto, e visualiza incompatibilidades e interferências entre os diferentes tipos de projetos, o que facilita a comunicação entre as pessoas envolvidas no processo.

O software Revit possibilita a elaboração de projetos em 3D com precisão, e à medida que os modelos se desenvolvem as plantas de piso, cortes e elevações se atualizam automaticamente, o que facilita e diminui os erros durante a execução do projeto (REVIT, 2020).

## Material e Métodos

A metodologia deste trabalho seguiu as seguintes etapas: revisão bibliográfica, a fim de obter uma base teórica sobre as tecnologias sustentáveis existentes e como devem ser aplicadas; planejamento do projeto; definição das tecnologias sustentáveis utilizadas no projeto; elaboração da planta baixa do edifício através do software AutoCad; importação do projeto e desenvolvimento no software Revit; estudo solar baseado na localização do edifício no software Revit; análise de viabilidade de implantação das tecnologias sustentáveis.

O projeto do edifício foi realizado pelos softwares AutoCad e Revit. e foi desenvolvido com o propósito de ser um edifício residencial sustentável. O terreno escolhido fica localizado no Bairro Santa Luzia em Bragança Paulista – SP.

O edifício projetado possui um pavimento térreo e dez pavimentos tipo, com seis apartamentos por pavimento. No térreo está localizada a área comum do edifício, como salão de festas, salão de jogos, academia, bicicletário coletivo, brinquedoteca e coworking, que é um espaço pensado para que os moradores possam compartilhar o espaço de escritório.



Fonte: Revit.

FIGURA 5 — Planta baixa pavimento térreo e pavimento tipo.

As tecnologias sustentáveis que foram incorporadas ao projeto foram: captação de água da chuva, que será utilizada para a limpeza e jardinagem da área comum; as placas de energia fotovoltaica, utilizadas para produzir a energia elétrica do condomínio, os brises-soleil móveis que aumentam a eficiência energética e diminuem a necessidade de uso de ar-condicionado; a alvenaria do edifício, executada com tijolo ecológico; a pavimentação da área comum, executada com pisograma de concreto; e janelas e esquadrias amplas, para otimizar a iluminação e ventilação natural dos apartamentos.

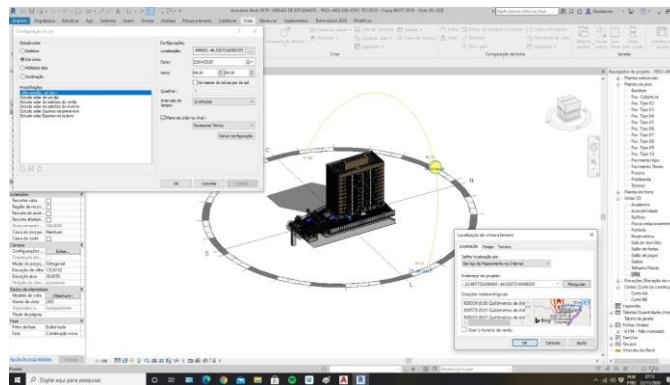
Foram realizados seis estudos de caso sobre as tecnologias sustentáveis aplicadas ao edifício, conforme pode ser observado:

#### Estudo de caso 1: Estudo solar.

Através do software Revit, foi realizado o estudo solar do edifício de acordo com a localização e o Norte Verdadeiro. As datas e horários para a realização do estudo foram feitas conforme as recomendações da NBR 15575-1 (ABNT, 2013), que especifica os dias 23 de abril e 23 de setembro nos períodos da manhã as 9:30h e da tarde as 15:30h.

Para a realização desse estudo foram realizadas as seguintes etapas:

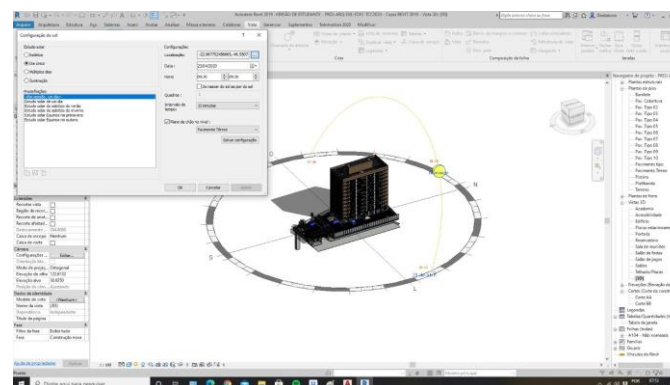
- 1- Inserção do endereço do loteamento:



Fonte: Os autores.

FIGURA 6 — Processo de realização do estudo solar.

- 2- Inserção das datas e horários do estudo do sol. Dias escolhidos: 23 de abril e 23 de outubro; 09:30h e 15:30h para ambas as datas.



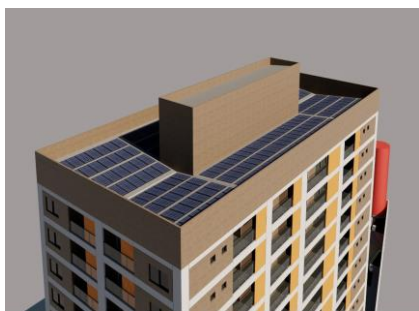
Fonte: Os autores.

FIGURA 7 — Processo de realização do estudo solar.

Após a inserir as informações foram geradas as imagens do estudo solar, cada imagem mostra o caminho percorrido pelo sol na data selecionada e a localização exata nos horários estipulados.

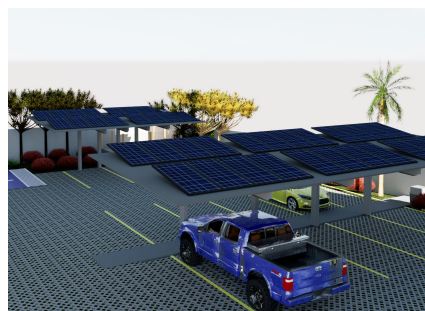
#### Estudo de caso 2: Placas de energia solar fotovoltaicas.

Foram incorporadas as placas de energia solar fotovoltaicas ao edifício, visando produzir a energia suficiente para suprir todos os apartamentos. Com a energia fotovoltaica os moradores praticamente não terão gastos com energia elétrica e a energia utilizada será uma energia limpa.



Fonte: Os autores.

FIGURA 8 — Placas fotovoltaicas.



Fonte: Os autores.

FIGURA 9 — Placas fotovoltaicas.

Para a realização do projeto ficou definido que o modelo de placa solar utilizado será o HiKu CS3W da marca *Canadian Solar* com a potência de 400W, e rendimento de 18,1%, cada placa possui as dimensões de 2108 x 1048 x 40 mm e pesa 24,9kg. Para este projeto foi constatado que o melhor método de produção de energia solar é o on-grid, em que as placas ficam ligadas a rede de energia elétrica pública.

De acordo com EPE (2020), o consumo médio mensal de energia elétrica em residências na região sudeste no ano de 2019 foi de 172,9kWh/mês, este valor estimado para o total de 60 apartamentos que existem no edifício chega a uma média de 10.374,00 kWh/mês, de consumo de energia elétrica, que pode ser maior ou menor, a depender da quantidade de pessoas que moram na residência.

Conforme Procel (2020), cada placa de energia fotovoltaica instalada ao edifício produz uma média de 50kWh/mês. Foram instaladas um total de 252 placas de energia fotovoltaicas, espalhadas sobre a cobertura do edifício, portaria e estacionamento, que produzem cerca de 12.600,00kWh/mês, que deve ser suficiente para produzir toda a energia consumida por mês, porém este valor pode variar conforme níveis de irradiação.

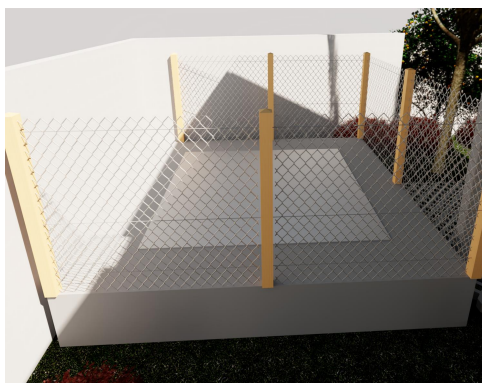
De acordo com Energisa (2020), o valor cobrado por consumo de energia elétrica entre 101 a 220 kWh na cidade de Bragança paulista é de R\$ 0,40353, o que gera uma economia de aproximadamente 80 reais mensais para cada morador do edifício, pode ser maior ou menor de acordo com a variação do consumo.

Foram feitas cotações para a incorporação das placas de energia fotovoltaica com fornecedores da região, o menor valor encontrado para a compra dos materiais e instalação foi de R\$ 336.800,00. Este valor pode sofrer alguma alteração conforme necessidades do projeto específico.

#### Estudo de caso 3: Captação e reuso de água da chuva.

A água da chuva é captada através dos telhados do prédio, portaria e vagas de estacionamento, são armazenadas em um reservatório enterrado, que fica localizado próximo

ao estacionamento. O volume de água armazenada pode ser utilizado para limpeza, jardinagem das áreas comuns do condomínio e para limpeza de veículos dos moradores



Fonte: Os autores.

FIGURA 10 — Reservatório de águas pluviais.

Para executar o sistema de coleta, tratamento e uso de água pluvial, existem etapas a serem seguidas. A primeira etapa foi determinar que os telhados do edifício, das vagas e da portaria são a área de captação, que totalizam 749,86 m<sup>2</sup>. A captação de água da chuva é realizada por meio de condutores verticais e horizontais (SAUTCHUK et al., 2005). Após, foi pesquisada a média do índice pluviométrico da cidade de Bragança Paulista no ano de 2019, que de acordo com DAEE (2020), foi de 1390,10 mm anuais.

Segundo NBR 15527 (ABNT, 2007), deve ser instalado junto ao sistema, um reservatório temporário para descarte da água coletada referente a 2mm de precipitação, pois nessa fase inicial da chuva pode conter impurezas que afetam a qualidade da água que será reutilizada.

Nas extremidades entre os condutores verticais e horizontais são instaladas telas para a retenção de resíduos grossos, como folhas de árvores, gravetos, entre outros. A água pluvial captada no telhado, é levada até o local onde ocorre o processo de filtração e tratamento da água e depois destinada ao reservatório de armazenamento. Este reservatório, também chamado de cisterna, para melhor funcionamento recomenda-se que fique enterrado, dessa forma há o controle da variação de temperatura e qualidade da água armazenada. Assim, evita que os raios solares penetrem em seu interior e prolifere microrganismos (SAUTCHUK et al., 2005).

O dimensionamento do reservatório se dá pelo volume de chuva aproveitável descrito pela NBR 15527 (ABNT, 2007), apresentado pela equação:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

V = volume de água de chuva aproveitável e o volume da cisterna, expresso em litros (L);

P = precipitação média anual da chuva no tempo;

A = é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

Conforme a precipitação média anual da cidade de Bragança Paulista o volume aproveitável de chuva anual é de 52.119,01 litros. Com o aproveitamento mensal do volume de chuva de 4.343,25 litros, a cisterna enterrada contida no projeto é de 5 mil litros.

As cisternas podem ser feitas de diferentes materiais, ou podem ser fabricadas em alvenaria. O modelo a ser escolhido depende da quantidade de chuva que será armazenada, a quantidade de água gasta pelo condomínio e o espaço determinado para a instalação. Foram analisados os modelos e o definido é o que possui a melhor viabilidade econômica, que foi o de alvenaria.

A cisterna pode ser construída em concreto armado ou com tijolos e argamassa, deve ter uma eficiente impermeabilização a fim de evitar infiltrações e vazamentos futuros. O custo

para construir a cisterna, mais a compra do kit água de chuva (bomba, sifão, ladrão, entre outros) é inferior se comparado a compra da cisterna de plástico enterrado e o kit água de chuva.

Segundo as informações da SABESP, o cálculo do consumo de água é progressivo, quanto maior o consumo, maior será o preço. Para consumos até 10m<sup>3</sup> por mês, é cobrado uma taxa de água no valor de R\$ 9,18/m<sup>3</sup> e R\$ 7,34/m<sup>3</sup> de esgoto. A economia anual é de aproximadamente R\$ 860,00.

#### Estudo de caso 4: Pisograma de concreto.

A pavimentação da área de estacionamento do condomínio é feita com o pisograma de concreto, que permite que o solo absorva a água da chuva e diminua os impactos causados por chuvas fortes nas redes de drenagem pública, evita riscos de enchentes e aumenta o percentual de área permeável do condomínio.



Fonte: Os autores.

FIGURA 11 — Pisograma de concreto.



Fonte: Os autores.

FIGURA 12 — Pisograma de concreto.

Foi desenvolvido um comparativo econômico entre o pavimento de concregrama e pavimentação asfáltica. Essa análise foi baseada no custo gerado para o processo de execução de cada serviço e contempla os valores de material e mão de obra.

Os valores encontrados foram obtidos a partir de pesquisas realizadas nos fornecedores da região. Foram realizadas cotações em três fornecedores diferentes para cada método analisado e o menor valor foi considerado para realizar a análise. Foi encontrado o valor de R\$ 82.254,35, para a execução da pavimentação de asfalto e R\$ 59.969,89 para a pavimentação com pisograma de concreto, ambos os valores estão inclusos o material e a mão de obra.

#### Estudo de caso 5: Brises-soleil de madeira móveis.

Foram incorporadas as varandas do edifício os brises-soleil de madeira que providenciam um maior conforto térmico, sem prejudicar a iluminação natural dos ambientes. Os brises são móveis, a intenção é que o morador tenha a opção de definir a melhor usabilidade, de acordo com a insolação que recebe.



Fonte: Os autores.

FIGURA 13 — Brises-soleil.

Os brises ficam localizado nas varandas da sala de estar dos apartamentos, o material definido foi a madeira, pois valoriza a estética da construção. No total, foram instalados 320 brises com dimensão de 1,00 x 2,40 m cada, algumas varandas possuem dois e outras possuem três brises móveis. Foi realizada as cotações de valores com três fornecedores e o menor valor encontrado para o material e instalação foi de R\$ 1150,00/m<sup>2</sup>, o que gera um custo total de R\$ 883.200,00 com os brises.

De acordo com Dufrio (2020), um ar-condicionado de 12.000 BTUs consome cerca de 348kWh/mês, que já inclusos os valores de impostos representa aproximadamente um acréscimo mensal de R\$ 267,60 na conta de energia. Com a implantação dos brises os ambientes tendem a ficar mais confortáveis termicamente e dispensa o uso do ar-condicionado.

#### Estudo de caso 6: Tijolos solo-cimento.



Fonte: Os autores.

FIGURA 14 — Parede de tijolos solo-cimento.

A primeira parte deste estudo consiste em um levantamento dos materiais necessários para a execução das paredes com o tijolo solo-cimento e com a alvenaria com a cerâmica tradicional.

Para a execução de uma parede de tijolo solo-cimento são utilizados 57 tijolos/m<sup>2</sup>, e é assentado com argamassa polimérica com o rendimento de 1,60kg/m<sup>2</sup>. Para a execução com bloco cerâmico tradicional são necessários 17 blocos/m<sup>2</sup> e o assentamento é feito com argamassa pronta, com rendimento de 15kg/m<sup>2</sup>.

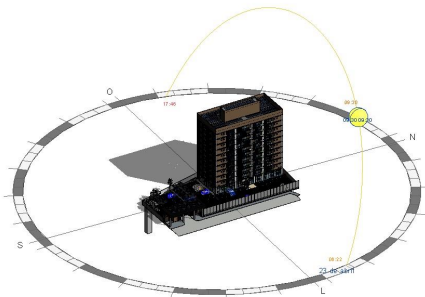
O tijolo de solo-cimento dispensa revestimentos e pode ser utilizado de forma aparente, tanto nas fachadas como na alvenaria de vedação, necessita apenas de impermeabilização. Já o bloco cerâmico, utilizado em empreendimentos de médio padrão, deve ser revestido com chapisco e reboco, posteriormente ser aplicada a seladora e pintura como acabamento.

Os valores para a mão de obra de alvenaria convencional, alvenaria de tijolo ecológico e pintores foram obtidos através na planilha SINAPI. Foi desenvolvido um comparativo entre o custo gerado de material e mão de obra entre os dois métodos estudados, e o método definido para a execução foi o de tijolo solo-cimento.

## Resultados e Discussão

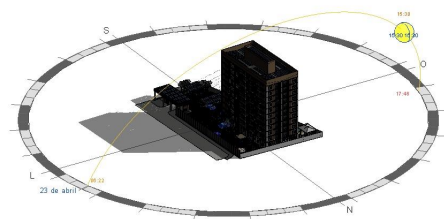
A partir das pesquisas e estudos realizados ao longo deste trabalho, os seguintes resultados e conclusões foram obtidos:

Estudo de caso 1: Estudo solar.



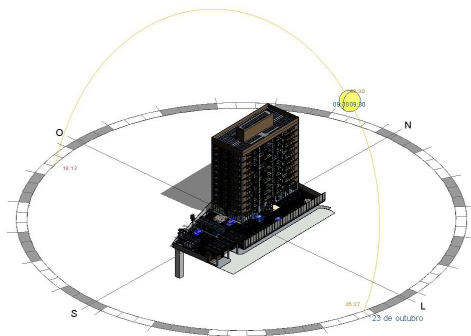
Fonte: Os autores.

FIGURA 15 — Posição solar 23/04 às 9:30h.



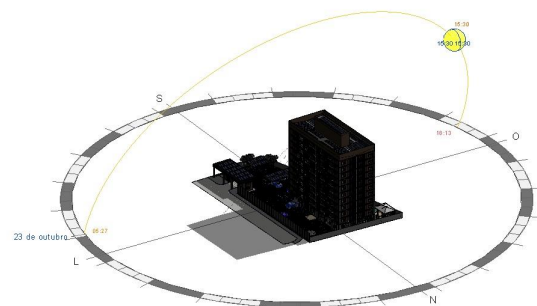
Fonte: Os autores.

FIGURA 16 — Posição solar 23/04 às 15:30h



Fonte: Os autores.

FIGURA 17 — Posição solar 23/10 às 9:30h.



Fonte: Os autores.

FIGURA 18 — Posição solar 23/04 às 15:30h

Com as informações obtidas através do estudo solar realizado no terreno, as esquadrias dos apartamentos foram posicionadas para receber a quantidade de luz e ventilação natural ideal. Este estudo também serviu como base para realizar o posicionamento das placas solares de maneira que recebam maior incidência de raios solares possível durante o dia e resultar em um maior aproveitamento energético para o edifício.

Pode-se concluir com a realização deste estudo que todos os apartamentos do edifício receberão iluminação solar em algum período do dia, as placas fotovoltaicas das vagas de estacionamento e da cobertura da guarita estão posicionadas voltadas para o Norte.

Estudo de caso 2 – Energia solar fotovoltaica.

<i>Material   Mão de Obra</i>	<i>Valor</i>
Painéis fotovoltaicos	R\$ 226.800,00
Inversor	R\$ 50.000,00
Instalação	R\$ 60.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 336.800,00</b>

\* Valores obtidos em empresas da região

Fonte: Os autores.

TABELA 1 — Processo de realização do estudo solar.

Conforme pode ser observado na tabela acima, a implantação do sistema de energia solar fotovoltaica exige um investimento inicial. Porém o valor investido é recuperado através da economia gerada com energia elétrica longo dos anos. Com a implantação das placas de energia fotovoltaica é gerada uma economia anual de aproximadamente R\$57.600,00, em apenas seis anos, é obtido todo o retorno do investimento. A vantagem de utilizar o sistema fotovoltaico é a diminuição dos gastos com energia elétrica, e dos impactos gerados ao meio ambiente e valorização do imóvel.

Estudo de caso 3 – Captação e reutilização de água da chuva.



Fonte: Os autores.

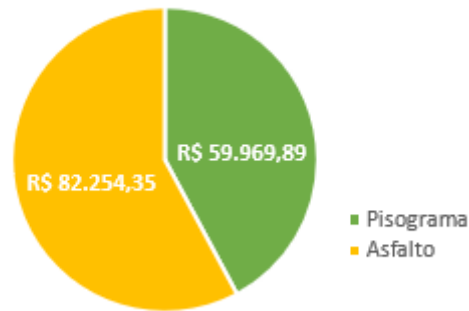
GRÁFICO 1 — Análise de viabilidade de captação de água da chuva.

A implantação do sistema de captação de água da chuva possui um custo relativamente baixo e apresenta resultados significativos com a economia de uso de água. Após realizada a comparação entre os custos para a execução da cisterna de alvenaria e a cisterna de plástico enterrado, foi constatado que a implantação do sistema de captação de água da chuva com reservatórios executados em alvenaria é mais econômico.

Conforme as taxas de consumo aplicadas pela SABESP, o valor que será economizado anualmente será de R\$ 860,00. Os custos com a execução do reservatório de água da chuva deve ser recuperado em menos de 5 anos.

Estudo de caso 4 – Pisograma de concreto

### PISOGRAMA X ASFALTO



Fonte: Os autores.

GRÁFICO 2 — Processo de realização do estudo solar.

O piso de concreto possui baixo custo de execução, se comparado ao pavimento asfáltico, a mão de obra é mais barata pois necessita de menos maquinário pesado para a sua execução.

A implantação deste sistema é eficaz do ponto de vista ambiental, aumenta as áreas permeáveis disponíveis no condomínio, evita que grande quantidade de água acabe nos sistemas de drenagem públicos, o que sobrecarrega o sistema e gera enchentes.

Estudo de caso 5: Brises-soleil de madeira móveis.



Fonte: Os autores.

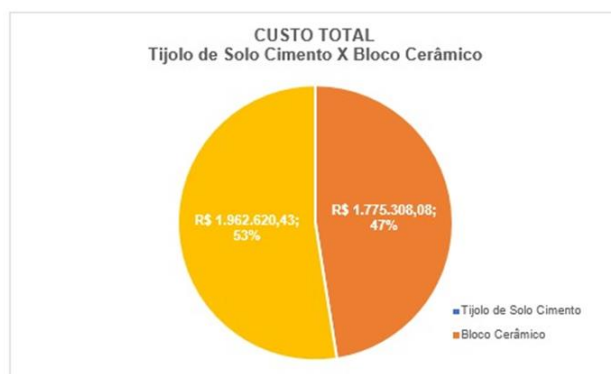
GRÁFICO 3 — Análise de viabilidade Brises-soleil.

Os Brises-soleil necessitam de um grande investimento financeiro para a sua implantação, porém comparado aos gastos com ar-condicionado a longo prazo, os gastos são muito maiores. O tempo de retorno para os investimentos dos brises se comparado aos gastos com ar-condicionado é de apenas seis anos.

Nesta simulação, não foram inclusos gastos como a instalação do sistema de ar-condicionado, pois existem inúmeras opções disponíveis no mercado, se este valor estivesse incluso o tempo de retorno seria ainda menor.

Os brises, trazem um conforto térmico aos ambientes, valorizam a estética do edifício e ajudam a economizar energia, que consequentemente diminui os impactos gerados ao meio ambiente.

Estudo de caso 6: Tijolos solo-cimento.



Fonte: Os autores.

**GRÁFICO 4** — Análise de viabilidade tijolo solo-cimento.

Após realizada a comparação entre os custos de material e mão de obra dos métodos de alvenaria convencional e de tijolo de solo-cimento, foi constatado que utilizar o tijolo de solo-cimento para a execução do edifício, gerou uma economia de 6% do custo total, que equivale a R\$ 187.312,35, comparado ao método de bloco cerâmico.

A utilização do tijolo ecológico, traz muitos benefícios do ponto de vista ambiental, diminui os impactos gerados pela emissão de gases de efeito estufa, reduz a quantidade de resíduos produzidos e possui uma mão de obra mais rápida, o que gera economia de tempo na obra.

## Conclusões

É possível concluir que a incorporação das tecnologias sustentáveis a um empreendimento traz muitos benefícios do ponto de vista ambiental e do ponto de vista econômico. Do ponto de vista ambiental podemos citar a redução dos impactos causados pela geração de resíduos, maior eficiência energética, energia elétrica limpa, reutilização de águas pluviais, redução da emissão de gases de efeito estufa, redução do consumo de matéria prima, entre outros. Do ponto de vista econômico podemos citar a economia gerada com gastos de energia elétrica e água e a valorização do imóvel, tanto para venda quanto para aluguel.

A demanda por tecnologias ambientais vem crescendo ao longo dos anos, e a cada dia as pessoas estão mais atentas aos impactos causados ao meio ambiente, isso gera uma preocupação do consumidor sobre tudo o que está comprando, inclusive sobre imóveis. É necessário que o setor da construção civil adote novos meios para produzir obras, fazer a introdução da sustentabilidade aos projetos, buscando soluções economicamente viáveis, respeitando os limites ecológicos.

Através da realização dos estudos, foi possível analisar a viabilidade financeira dos métodos sustentáveis aplicados ao projeto. Os métodos exigem um investimento inicial, porém é recuperado com as economias geradas e com a venda ou locação do imóvel. Uma construção sustentável, além destes benefícios, proporciona um maior conforto aos ambientes, por ter uma iluminação natural agradável, um maior conforto térmico e acústico. Conclui-se, portanto, que os métodos sustentáveis apresentados nesta pesquisa são viáveis do ponto de vista econômico e sustentável.

## Agradecimentos.

Agradecemos a Deus, por nos manter no caminho certo durante este projeto de pesquisa e por nos ajudar a chegar ao final. Agradecemos a nossa Orientadora Profa. Ma. Cândida Maria Costa Baptista por aceitar conduzir nosso trabalho de pesquisa e sempre estar disposta a tirar dúvidas. Agradecemos também a Universidade São Francisco e a todos os

professores pela qualidade de ensino.

Eu Letícia, sou grata a minha mãe Maria Andreia e a minha irmã Nicolý, que sempre me apoiaram e confiaram em mim, durante toda a minha vida, mesmo quando estava desanimada com os obstáculos e me ajudaram a passar por todas as dificuldades.

Eu Gabriela, dedico este trabalho a minha família, principalmente meus pais Marcos e Ana e minha irmã Isabela que, com muito carinho, apoio, confiança e motivação não mediram esforços para que eu chegasse até aqui.

## Referências Bibliográficas

ALONSO PEREIRA, José Ramón. **Introdução à história da arquitetura:** das origens ao século XXI. Porto Alegre: Bookman, 2010. Tradução de Alexandre Salvaterra. Disponível em: <https://idoc.pub/download/introducao-a-historia-da-arquitetura-das-origens-ao-seculo-xxi-jose-ramon-alonso-pereira-1430o7opyv4j>. Acesso em: 28 abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527. **Água de chuva:** Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos, Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575-1. **Edificações habitacionais:** Desempenho, Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

AUTOCAD. **Visão Geral.** Autodesk: [2020]. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview?plc=ACDIST&term=1YEAR&support=ADVANCED&quantity=1#internal-link-what-is-autocad>. Acesso em: 15 jun. 2020.

BARROS, Jorge Gomes do Cravo. **Conservação da Água:** Conservar água, uma questão de sobrevivência!. [S. l.]: PORTAL SÃO FRANCISCO, 2011. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/meio-ambiente/conservacao-da-agua>. Acesso em: 29 jun. 2020.

BELLUOMINI, Nayra. **A evolução do CAD.** [S. l.], 2 jan. 2017. Disponível em: <https://blogs.autodesk.com/por-dentro-da-autodesk-brasil/2017/01/02/a-evolucao-do-cad/>. Acesso em: 14 jun. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Catálogo de inovação na construção civil.** Brasília, DF: CBIC, 2016. Disponível em: [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo\\_de\\_Inovacao\\_na\\_Construcao\\_Civil\\_2016.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo_de_Inovacao_na_Construcao_Civil_2016.pdf). Acesso em: 01 jun. 2020.

CAMPOS, Maria Helena Arranhado Carrasco. **A construtibilidade em projectos de edifícios para o ensino superior público em Portugal:** a evolução da construção. Perspectiva e enquadramento histórico. Orientador: Professor Doutor José Manuel Cardoso Teixeira. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade do Minho, [Guimarães], 2002. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/205?mode=full>. Acesso em: 4 maio 2020.

CARELLI, Élcio *et al.* **Gestão ambiental de resíduos da construção civil:** avanços institucionais e melhorias técnicas. São Paulo: SindusCon-SP, 2015. Disponível em: <https://sindusconsp.com.br/wp-content/uploads/2015/09/MANUAL-DE-RES%20DUOS-2015.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2020.

CATAI, Rodrigo Eduardo; PENTEADO, André Padilha; PENTEADO, Paula Ferraretto. Materiais, técnicas e processos para isolamento acústico. *In*: CBECIMAT - CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 17., 2006, Foz do Iguaçu. **Concresso** [...]. Foz do Iguaçu: CBECIMat, 2006. p. 4205-42016. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17747/material/Engenharia%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o,%20Engenharia%20Civil,%20Mecatr%C3%B4nica.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Guia orientativo das normas de conservação de água, fontes alternativas não potáveis e aproveitamento de água de chuva em edificações**. Brasília, DF: CBIC, 2019. Disponível em: [http://portalsinduscon.com.br/upload/2020/down\\_lp/guia\\_cbic\\_agua.pdf](http://portalsinduscon.com.br/upload/2020/down_lp/guia_cbic_agua.pdf). Acesso em: 25 jun. 2020.

CLEMENTINO, Alessandro de Liz. **O uso da metodologia BIM e templates personalizados em Revit, para otimização do processo construtivo**. [2018]. Trabalho de conclusão de curso (Graduando em Engenharia Civil) - Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS, [S. l.], [2018]. Disponível em: <http://192.100.247.84/bitstream/prefix/616/1/Alessandro.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020..

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI); CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Construção sustentável: a mudança em curso**. Brasília, DF: CNI, 2017. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/sustentabilidade/wp-content/uploads/sites/22/2017/10/Caderno-Setorial-CBIC-CNI-Sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2020.

DAEE. **Hidrologia: Banco de Dados Hidrológicos**. [S. l.]: DAEE, 2020. Disponível em: <http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br/>. Acesso em: 22 nov. 2020.

DIAS, Reinaldo. **Sustentabilidade: origem e fundamentos educação e governança global Modelo de Desenvolvimento**. São Paulo: Atlas, 2015. ISBN 978-85-224-9919-9

DUFRIO. **Tabela de consumo de ar condicionado para calcular seus gastos**. [S. l.]: BlogDufrio, 11 fev. 2020. Disponível em: <https://www.dufrio.com.br/blog/ar-condicionado/tabela-consumo-ar-condicionado/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

ECOando. **Os três pilares da sustentabilidade: a capacitação como ferramenta de desenvolvimento social dos colaboradores**. São Paulo, ESTADÃO: 2017. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/blogs/ecoando/os-tres-pilares-da-sustentabilidade-a-capacitacao-como-ferramenta-de-desenvolvimento-social-dos-colaboradores/>. Acesso em: 9 jun. 2020.

EM MOVIMENTO. Entenda por que a sustentabilidade chega com força na construção civil. **G1**, [S. l.], 19 dez. 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/especial-publicitario/em-movimento/noticia/entenda-por-que-a-sustentabilidade-chega-com-forca-na-construcao-civil.ghtml>. Acesso em: 3 jun. 2020.

ENERGISA. **Mobilidade Tarifária Convencional: Baixa Tensão**. [S. l.]: Energisa, 2020. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx>. Acesso em: 19 nov. 2020.

EPE. **Anuário estatístico de energia elétrica 2020**. [S. l.]: EPE - Empresa de Pesquisa Energética, 2020. 6 p. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/EPEFactSheetAnuario.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2020.

FAUTH, A. C. *et al.* 5º Seminário Internacional de Construções Sustentáveis e 2º Fórum de Desempenho das Edificações. *In: 5º SICS SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS*, 2016, Passo Fundo - RS. **Seminário** [...]. Passo Fundo - RS: IMED, 2016. Disponível em: [https://www.imed.edu.br/Uploads/5\\_SICS\\_paper\\_13.pdf](https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_13.pdf). Acesso em: 10 jul. 2020.

FROTA, Anésia Barros. **Geometria da insolação**. São Paulo: Geros, 2004.

GARCIA, Marina da Silva; VILELA, Jacqueline Alves; MAIRINK, Ana Júlia Maia; VELOSO, Ana Carolina de Oliveira; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de. Simulação paramétrica de brise-soleil para redução de consumo energético em edificação comercial. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 16, n. 40, p. 1-27, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/9783/7427>. Acesso em: 22 nov. 2020.

GASPAR, Marília. **Conheça tudo sobre o Tijolo Ecológico e seu uso nas obras**. [S. l.]: Plataforma Sienge, 20 mar. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/tijolo-ecologico/>. Acesso em: 14 nov. 2020.

GHAVAMI, Khosrow. **Materiais e tecnologias não convencionais para o século XXI**. Rio de Janeiro: [2014]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/269996464\\_Materiais\\_e\\_Tecnologias\\_ao\\_Convencionais\\_para\\_o\\_Seculo\\_XXI](https://www.researchgate.net/publication/269996464_Materiais_e_Tecnologias_ao_Convencionais_para_o_Seculo_XXI). Acesso em: 01 junho 2020.

GONÇALVES, Andre Bertoletti; OLIVEIRA, Rafael Henrique de. **PAVIMENTOS PERMEÁVEIS e sua influência sobre a Drenagem**. [S. l.]: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – PHA, 2014. 10 p. Disponível em: [http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id\\_arq=11805#:~:text=Pavimentos%20perme%C3%A1veis%20s%C3%A3o%20definidos%20como,de%20sistema%20auxiliar%20de%20drenag](http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=11805#:~:text=Pavimentos%20perme%C3%A1veis%20s%C3%A3o%20definidos%20como,de%20sistema%20auxiliar%20de%20drenag). Acesso em: 14 nov. 2020.

GRAY, Richard. Construção verde: o setor que vai oferecer milhões de empregos. **Época Negócios**, [São Paulo]: Globo, 2018. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/11/construcao-verde-o-setor-que-vai-oferecer-milhoes-de-empregos.html>. Acesso em: 24 mar. 2020.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; PEREIRA, Cláudia Donald; BATISTA, Juliana Oliveira. **Casa Eficiente: Consumo e Geração de Energia**. Florianópolis: UFSC/ LabEEE, 2010. 76 p. v. 2. ISBN 978-85-7426-101-0. Disponível em: [https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente\\_vol\\_II\\_WEB.pdf](https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_II_WEB.pdf). Acesso em: 16 nov. 2020.

LEITE, Isabela. Como economizar água instalando ‘torneiras inteligentes’. **G1 - O portal de notícias da Globo**, [S. l.], 7 ago. 2014a. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao>

paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-agua-instalando-torneiras-inteligentes.html. Acesso em: 14 nov. 2020.

LEITE, Isabela. Como economizar instalando válvula de descarga com duplo acionamento. **G1 - O portal de notícias da Globo**, [S. l.], 1 ago. 2014b. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-instalando-valvula-de-descarga-com-duplo-acionamento.html>. Acesso em: 14 nov. 2020.

LIMA, Fernando; MORAIS, Vinicius. **Modelagem tridimensional digital e concepção de projetos arquitetônicos**: um estudo comparativo entre as potencialidades dos softwares AutoCAD, SketchUp e Rhinoceros+Grasshopper na proposição arquitetônica. São Paulo: [2013]. Disponível em: [https://www.academia.edu/4066011/Modelagem\\_tridimensional\\_digital\\_e\\_concep%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_projetos](https://www.academia.edu/4066011/Modelagem_tridimensional_digital_e_concep%C3%A7%C3%A3o_de_projetos). Acesso em: 15 jun. 2020.

LOURENÇO, Paulo B.; BRANCO, Jorge M. Dos abrigos da pré-história aos edifícios de madeira do século XXI. *In*: MELO, Arnaldo Sousa; RIBEIRO, Maria do Carmo. **História da Construção**: Arquiteturas e Técnicas Construtivas. Braga: CITCEM, LAMOP, 2013. p. 199-212. Disponível em: [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/26503/1/Lourenco\\_Branco.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/26503/1/Lourenco_Branco.pdf). Acesso em: 19 maio 2020.

MARCHIONI, Mariana; SILVA, Cláudio Oliveira. **Pavimento Intertravado Permeável**: Melhores Práticas. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2010. 24 p. Disponível em: [https://castelatto.com.br/cartilha/Cartilha\\_Pav\\_Intertravado\\_Permeavel.pdf](https://castelatto.com.br/cartilha/Cartilha_Pav_Intertravado_Permeavel.pdf). Acesso em: 14 nov. 2020.

MOHAMAD, Gihad; MACHADO, Diego Willian Nascimento; JANTSCH, Ana Cláudia Akele. **Alvenaria estrutural**: construindo o conhecimento. São Paulo: Blucher, 2017. 168 p. ISBN 978-85-212-1103-7.

NASCIMENTO, Álvaro Morais do; FEITOSA, Alan de Oliveira; ALMEIDA, Thiago da Silva; LACERDA, Diego Meira de. Tijolo modular de solo-cimento como material na construção civil. **Inter Scientia**, [s. l.], ano 2018, v. 6, n. 1, p. 187-202, 12 jun. 2018. Disponível em: <https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/download/645/527/>. Acesso em: 14 nov. 2020.

OLIVEIRA, Manuel; PEREIRA, Filipe. **Curso Técnico Instalador de Energia Solar Fotovoltaica**: Sistemas solares fotovoltaicos. 04. ed. Portugal: Publindústria, 2015. 400 p. ISBN 9789897230820.

OSHIRO, André Hideki Furuwaka. **Análise da intensidade energética**: um estudo de caso para o estado de São Paulo. Orientador: Prof. Dra. Hirdan Katarina de Medeiros Costa. 2015. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-11062015-110952/publico/Dissertacao\\_Andre\\_Oshiro.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-11062015-110952/publico/Dissertacao_Andre_Oshiro.pdf). Acesso em: 30 jun. 2020.

PÉREZ, Guillermo de la Paz. **Brise-soleil, recurso arquitectónico de control solar. Evolución y propuesta de diseño optimizado para Camagüey**. La habana: Universidad de Camagüey, 2012. v. 33. ISBN 1815-5898. Disponível em:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-58982012000200007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982012000200007). Acesso em: 22 nov. 2020.

PINHO, João; GALDINO, Marco. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL-CRESESB, 2014. 530 p. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual\\_de\\_Engenharia\\_FV\\_2014.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf). Acesso em: 16 nov. 2020.

PROCEL. **Módulos Fotovoltaicos**. [S. l.], 10 nov. 2020. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID=%7BD39DF781-0536-48CB-AE2D-DD5F4DF4F926%7D&ServiceInstUID=%7B46764F02-4164-4748-9A41-C8E7309F80E1%7D>. Acesso em: 19 nov. 2020.

REVIT. **Visão Geral**. Autodesk: [2020]. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?plc=RVT&term=1YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>. Acesso em: 15 jun. 2020.

SANTOS, Talía Simões dos; BATISTA, Marília Carone; POZZA, Simone Andréa; ROSSI, Luciana Savoi. Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais. **Eng Sanit Ambient**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 595-602, 15 out. 2015. DOI 10.1590/S1413-41522015020040125106. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522015000400595&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522015000400595&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 14 nov. 2020.

SAUTCHUK, Carla; FARINA, Humberto; HESPANHOL, Ivanildo; OLIVEIRA, Lucia Helena; COSTI, Luiz; ILHA, Marina; GONÇALVES, Orestes M.; MAY, Simone; BONI, Solange; SCHMIDT, William. **Conservação e reuso da água em edificações**, São Paulo: SindusCon-SP, 2005. Disponível em: <http://www.ufscar.br/progesa/ManualReusoH2OANA.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2020.

SILVA, Joene Saibrosa da. Estratégias para luz natural: sistemas convencionais e brise-soleil como elemento de controle. **Paranoá**, [s. l.], n. 3, p. 22-36, 2007. DOI <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n3.2007.12108>. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/10506>. Acesso em: 22 nov. 2020.

YUDELSON, Jerry. **Projeto integrado e construções sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2013. Tradução de Alexandre Salvaterra. 261 p. ISBN 978-85-8260-086-3.

**Anexos.**



