

**FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS DE EXTREMA
FACULDADE DE EXTREMA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ROBINSON RIBEIRO DA SILVA

**SUSTENTABILIDADE NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

EXTREMA

2018

ROBINSON RIBEIRO DA SILVA

**SUSTENTABILIDADE NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
civil da Faculdade de Extrema, como
requisito para obtenção do grau de
Engenheiro Civil.**

Orientador: Afonso Henrique Vilela.

EXTREMA

2018

ROBINSON RIBEIRO DA SILVA

**SUSTENTABILIDADE NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Extrema, como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovado em: **11/12/18**

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Afonso Henrique Vilela
(orientador)**

FACULDADE DE EXTREMA

Prof. Ma. Roberta Moraes Martins

FACULDADE DE EXTREMA

Prof. Mariana Junqueira Paduan

FACULDADE DE EXTREMA

Dedico este trabalho acadêmico primeiramente à Deus que me forneceu força e a sabedoria para superar as dificuldades, e aos meus familiares.

Agradeço ao meu orientador pela paciência e grande ensinamentos.

“O dinheiro faz homens ricos, o conhecimento faz homens sábios e a humildade faz grandes homens.”

Mahatma Gandhi.

RESUMO

O trabalho demonstra algumas possibilidades e técnicas sustentáveis em uma residência para economia de água potável e economia de energia elétrica, para economia de água potável foi sugerida uma cisterna para captação de água da chuva, para economia de energia elétrica foi sugerido o sistema de placas fotovoltaicas ao qual foi realizado uma simulação do tempo de retorno do investimento em minha residência ao qual o resultado foi de pouco mais de 9 anos, levando em consideração que uma placa fotovoltaica possui em média vida útil de 25 anos, há aproximadamente cerca de 15 anos de lucro com esse tipo de sistema.

Palavras-Chaves: Sustentáveis; água potável; energia elétrica; placas fotovoltaicas.

ABSTRACT

The work demonstrates some possibilities and sustainable techniques in a residence for saving of drinking water and saving of electrical energy, for saving of drinking water was suggested a cistern for capture of rainwater, for economy of electrical energy was suggested the system of photovoltaic plates to which was simulated the time of return of the investment in my residence to which the result was of little more than 9 years, taking into account that a photovoltaic plate has an average useful life of 25 years, approximately 15 years ago with this type of system.

Keywords: Sustainable; potable water; electricity; Photovoltaic panels.

LISTA DE SIGLAS

ABCP: (Associação Brasileira de Cimento Portland).

ANICER: (Associação Nacional da Indústria Cerâmica).

C: (Celsius).

CONAMA: (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

CTE: (Centro de Tecnologia de edificações).

FGV: (Fundação Getúlio Vargas).

FSC: (Forest Stewardship Council “Conselho de Manejo Florestal”).

GBI (Green Build Initiative).

IAI: (International Aluminium Institute).

IBGE: (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Kw/h: (Kilowatts/Hora).

LEED: (Leadership in Energy and environmental Design).

MPA: (Mega Pascal).

NBR: (Normas Brasileiras).

ONU: (Organização das Nações Unidas).

PVC: (Policloreto de Vinil).

SANEPAR: (Companhia de saneamento do Paraná).

SEAC: (Sindicato das Empresas de Asseio e Conservação).

SINDUSCON-SP: (Sindicato da indústria da construção civil do estado de São Paulo).

USBCG: (United States Green Building Council).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Residência com características sustentáveis.....	16
Figura 2: Iluminação natural utilizando Cobogó.	19
Figura 3: Iluminação natural utilizando Shed.....	20
Figura 5: Iluminação natural utilizando Clarabóia.....	20
Figura 6: Funcionamento da Prateleira de luz.....	21
Figura 7: iluminação natural utilizando prateleira de luz.....	21
Figura 8: Funcionamento da iluminação tubular solar.....	22
Figura 9: Iluminação tubular solar.	22
Figura 10: Exemplo de placas fotovoltaicas.	23
Figura 12: Produção de eletricidade em placas fotovoltaicas.	25
Figura 13: Controlador de Carga.....	26
Figura 14: Principais componentes do processo fotovoltaico.....	27
Figura 15: Sistema fotovoltaico com baterias de função principal.....	28
Figura 16: Sistema fotovoltaico com baterias de função secundária.....	29
Figura 17: Cisterna 1050 litros com filtro.	32
Figura 18: Cisterna 1050 litros sem filtro.	32
Figura 19: Residência com cisterna 1050 litros.....	33
Figura 20: Bairro Jardim Perdizes, em São Paulo.....	35
Figura 21: Edifício Eco Berrini, em São Paulo.....	36
Figura 22: Eco Commercial Building (ECB), em São Paulo.	37
Figura 23: Edifício Euro bussiness, em Curitiba.....	38
Figura 24: Estádio Mineirão, em Belo Horizonte.	38

Figura 25: Alvenaria Ecológica de solo-cimento.....	41
Figura 26: Processo de execução em alvenaria solo-cimento	41
Figura 27: Instalações elétricas em alvenaria solo-cimento	41
Figura 28: Instalações hidráulicas em alvenaria solo-cimento.	42
Figura 29: Esquema hidro modular em eco telhado.....	49
Figura 30: Edifício com implantação de telhado verde.....	51
Figura 31: Pavimento inter travado de concreto.....	53
Figura 32: Exemplos de piso grama.....	53
Figura 33: Bacia com caixa acoplada.....	58
Figura 34: Bacia com duplo acionamento.	59
Figura 35: Torneira com sensor de presença.....	60
Figura 36: Lixeira para coleta seletiva de resíduo.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparativo entre esquadrias de PVC e alumínio.....	45
Tabela 2: Distribuição dos recursos hídricos no Brasil.....	54
Tabela 3: Dispêndio hídrico na economia doméstica.	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. O QUE É CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL?	12
1.1.1. OBJETIVO	13
1.1.2. OBJETIVO GERAL	13
1.1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO	13
1.2. JUSTIFICATIVA	13
2. METODOLOGIA	13
2.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	13
2.2. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	14
3. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE	14
3.1. SUSTENTABILIDADE	15
3.1.1. PROJETO SUSTENTÁVEL	16
3.1.2. IMPLANTAÇÃO	17
3.1.3. INCIDÊNCIAS SOLARES E ORIENTAÇÃO DO LOCAL DA OBRA	17
3.1.4. ALVENARIA	17
3.1.5. COBERTURA	17
3.1.6. ABERTURA	18
3.1.7. ILUMINAÇÃO	18
3.1.8. ILUMINAÇÃO NATURAL	18
3.1.9. ILUMINAÇÃO ZENITAL	19
3.2. PRATELEIRA DE LUZ OU LIGHT SHELVES	21
3.2.1. ILUMINAÇÃO TUBULAR SOLAR	22
3.3. PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO	23
3.3.1. PLACAS FOTOVOLTAICAS	24
3.3.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID E OFF-GRID	25
3.3.3. SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO	27
3.3.4. TEMPO DE RETORNO PARA INVESTIMENTO EM ENERGIA SOLAR	29
3.4. CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	31
3.5. EMPREENDIMENTOS SUSTENTÁVEIS NO BRASIL	35
3.6. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS	39
3.6.1. BLOCO CERÂMICO	40
3.6.2. TIJOLO SOLO CIMENTO	40
3.7. ESQUADRIAS	43
3.7.1. ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	44
3.7.2. ESQUADRIAS DE PVC	44

3.7.3. ESQUADRIAS DE MADEIRA.....	45
3.8. TELHADO	46
3.8.1. TELHA DE TUBO DE CREME DENTAL.....	47
3.8.2. ECO TELHA	48
3.9. PAVIMENTAÇÃO EXTERNA.....	51
3.9.1. PAVIMENTO INTERTRAVADO	51
3.9.2. PISOGRAMA.....	53
3.9.3. ÁGUA	53
3.9.4. LIXO	60
3.9.5. LIXO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	60
3.9.6. LIXO DOMÉSTICO.....	61
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64

1. INTRODUÇÃO

O conceito de construções sustentáveis no Brasil não chega a ser novidade, pois, as mesmas demoraram um pouco a serem empregadas em nosso país, apenas à partir do ano de 2010 houve um índice significativo de empreendimentos com essas características. Em outros países como Japão, EUA, países desenvolvidos, há incentivo para elaboração de construções sustentáveis. Nos EUA há padrões reconhecidos internacionalmente como GBI (Green Build Initiative) e o LEED (Leadership in Energy and environmental Design), já na França existe a aqua-HQE, essas são algumas dentre as existentes.

A permacultura criada em 1970 pelos ecologistas australianos Holmgren e Molisson explica o conceito sustentável ao qual o homem deve se integrar à dinâmica da natureza, utilizando dela apenas o essencial para sobrevivência. Para isso podemos padronizar ações simples como preferir produtos recicláveis, cultivar as áreas verdes na região, favorecer a iluminação e a ventilação natural, economizar energia elétrica, e utilizar água de maneira racional, são essas medidas cruciais para um meio ambiente mais sustentável.

1.1. O QUE É CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL?

Define-se construção sustentável como a prática de atividades durante ou após trabalhos com intuito de obter uma construção favorável ao meio ambiente em que vivemos, proporcionando qualidade de vida as pessoas, com necessidade reduzida do dispêndio energético, aproveitando a luz solar, utilizando técnicas construtivas e materiais que geram maior eficiência energética e menor consumação de água potável. (ecycle.com).

1.1.1. OBJETIVO

1.1.2. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar de que forma o projeto sustentável nas edificações auxilia na redução do consumo dos recursos naturais presentes em nosso meio.

1.1.3. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Compreender o conceito de sustentabilidade.
- Identificar a importância da sustentabilidade na construção civil.
- Conhecer empreendimentos com emprego de métodos sustentáveis.

1.2. JUSTIFICATIVA

Devido as dificuldades que o setor de construção civil encontra para utilização dos recursos da natureza de maneira racional, e o descarte dos resíduos produzidos pelo setor, essa pesquisa se justifica através de análise de algumas soluções sustentáveis para o processo de contribuições ambientais, por meio disso, haverá vantagens social, econômica e ambiental.

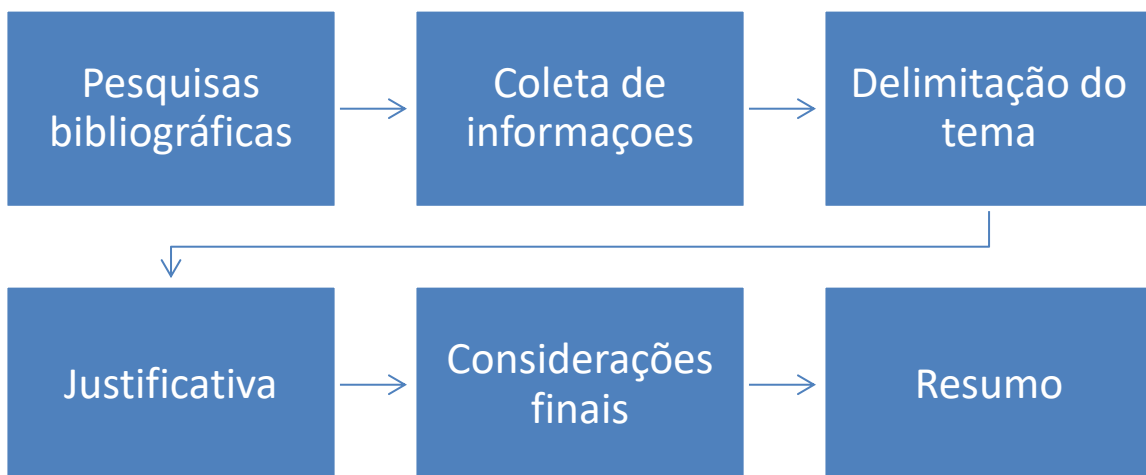
2. METODOLOGIA

2.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Objetiva-se o estudo da sustentabilidade através de referências bibliográficas, e pesquisas de sites de internet, considerando a pesquisa de caráter qualitativo, o trabalho demonstra os benefícios que a sustentabilidade fornece ao meio ambiente e à população.

2.2. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Para coleta de informações e estudo foi realizado a revisão bibliográfica procedimento ao qual foi importante para definir o conceito de materiais sustentáveis e das tecnologias disponíveis no mercado adequados à construção civil. Segue abaixo o procedimento utilizado para realização do trabalho.



3. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

Se resume a desenvolver a economia com o mínimo possível de agressões ao meio ambiente e a sociedade, com preocupação de comprometer as gerações futuras de suas próprias necessidades.

Segundo (ALMEIDA, 1992), sustentabilidade é aquele que: “Satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as capacidades de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades”.

3.1. SUSTENTABILIDADE

Um levantamento realizado pelo SindusCon-SP e pela FGV demonstra que o setor da construção civil é um das mais importantes na economia e desenvolvimento de nosso país, responsável por pouco mais de 2.327 milhões de empregos. Em compensação é o setor em que mais há dispêndio dos recursos da natureza ao longo de décadas. No Brasil, a construção civil é encarregada por 75% dos recursos extraídos do meio ambiente.

Segundo Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento criada pela ONU, a definição mais aceita para desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir a geração atual, sem comprometer a capacidade de satisfazer as insuficiências das futuras gerações. É o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.

Segundo IBDA a construção sustentável “deve contemplar o aproveitamento do meio natural sem causar prejuízo algum sobre a sustentabilidade, devendo aplicar o desenvolvimento tecnológico para a concretização de uma maior poupança energética e a diminuição dos resíduos, sem esquecer os aspectos estético, um dos fatores que determinam a habitação”.

Então pode se dizer que construção sustentável é a preocupação com o meio ambiente através de utilização racional dos materiais e tecnologias para uma melhor qualidade de vida as pessoas.

3.1.1. PROJETO SUSTENTÁVEL

Há algumas décadas cientistas dos mais diversos quadrantes e formações vem apontando os terríveis impactos que a população tem causado ao sistema de suporte de vida do planeta. Podemos afirmar que, hoje, elementos essenciais à vida como ar (seja dos ambientes internos e externos), a água (dos rios, lagos, lagos e oceanos e, principalmente, aquela que nos é suprida pelos serviços públicos), o solo (e, em consequência, os alimentos) e a energia (a radiação solar – já não filtrada plenamente pela camada de ozônio) estão seriamente comprometidos. (ALOYSIO; MIGUEL,2007).

A localização da construção é fundamental para à prosperidade sustentável, pois fatores como condições climáticas, construções vizinhas, radiação, amplitude térmica, umidade relativa do ar e a velocidade e direção do vento, são essenciais para construção (NAKAMURA, 2006 apud PREDIGER, 2008).

De fato, um projeto residencial sustentável possui algumas considerações essenciais, a Figura 1 abaixo demonstra algumas ideias para utilização da sustentabilidade em um domicílio.

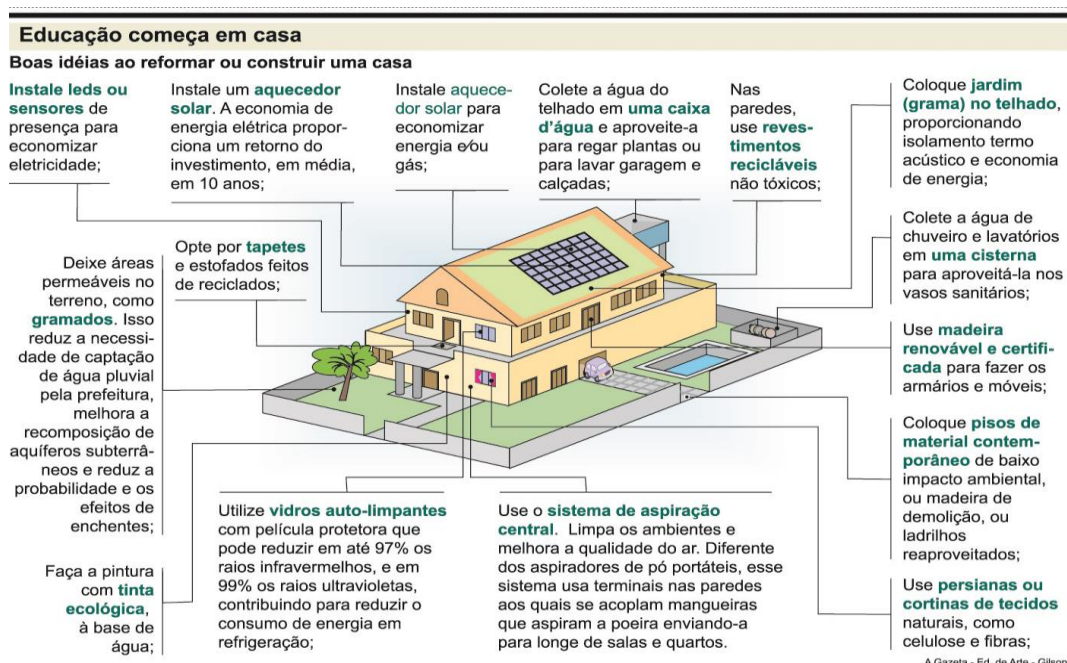


Figura 1: Residência com características sustentáveis.

Fonte: A Gazeta - Ed. de Arte – Gilson.

3.1.2. IMPLANTAÇÃO

- a) Em preocupação com o lençol freático para recomposição do mesmo, a taxa de permeabilidade dever ser a máxima possível, para uma boa absorção de águas pluviais.
- b) O emprego do desnível próprio do terreno favorece a economia da movimentação de terra que é um custo a mais para realização da obra.

3.1.3. INCIDÊNCIAS SOLARES E ORIENTAÇÃO DO LOCAL DA OBRA

- a) Para uma edificação mais confortável termicamente é recomendado uma análise da quantidade de calor necessário para o empreendimento.
- b) A latitude e a longitude do local da edificação deve ser analisada. No Brasil situado no hemisfério sul há grandes incidências solares em direção ao norte no decurso do ano inteiro.

3.1.4. ALVENARIA

- a) A alvenaria de um empreendimento influencia no clima. Para uma edificação em clima frio orienta se alvenaria menos espessa para melhor recepção de calor, já em climas quentes é recomendável alvenaria com maior espessura para menor recepção de calor.

3.1.5. COBERTURA

- a) São fatores importantes da cobertura a resistência à água da chuva e a longa duração, também para instalações futuras de painéis solares é crucial o cálculo de cargas extras.

3.1.6 ABERTURA

- a) A janela fornece um bom controle da passagem de luz solar, garantir uma boa ventilação e até mesmo vedar o ambiente contra a água e ar.

3.1.7. ILUMINAÇÃO

- a) Para adoção de uma iluminação adequada é necessário à análise da NBR 5413 ao qual se refere a iluminação de interiores.
- b) Superfícies de cores claras refletem mais a luz solar e direcionam o calor para dentro do ambiente.
- c) As lâmpadas de pouco dispêndio energético tem sua função sustentável, é recomendável optar por lâmpadas fluorescentes pois as mesmas possuem a mesma potência energética e consomem menos energia que as lâmpadas incandescentes.

3.1.8. ILUMINAÇÃO NATURAL

O site papo de arquiteto demonstra que existem formas diferentes e eficientes de captar a luz natural proveniente do sol para os espaços, no fator sustentável além de produzir saúde e bem estar ainda há racionamento de eletricidade.

Dentre as formas eficientes, temos:

Jardins de inverno com adoção de Cobogó para iluminação natural e ventilação natural do ambiente, proporciona conexão do ambiente com a paisagem.



Figura 2: Iluminação natural utilizando Cobogó.
Fonte: decorfacil.com.

3.1.9. ILUMINAÇÃO ZENITAL

A iluminação zenital é a iluminação proveniente da cobertura de um edifício, existem diversas formas de iluminação zenital:

Shed: Essa característica de iluminação possui apenas uma abertura na lateral, possui maior desempenho quando orientados ao sul para latitudes compreendidas entre 24 e 32 graus ao Sul, diante disso no Brasil, a iluminação é indireta.



Figura 3: Iluminação natural utilizando Shed.
Fonte: arcoweb.

Lanternim: São aberturas em faces opostas com o emprego de caixilhos, é utilizado para melhorar a iluminação e a temperatura do ambiente, e para melhor desempenho é recomendável orientação Norte-Sul.



Figura 4: Iluminação natural utilizando Lanternim.
Fonte: laboratoriodeconfortocau.blogspot.com.br.

Clarabóia: São rasgos no telhado no sentido horizontal, preenchidos com materiais translúcidos. Possui influência em relações as questões térmicas no ambiente.



Figura 5: Iluminação natural utilizando Claraboia.
Fonte: br.pinterest.com.(2018).

3.2. PRATELEIRA DE LUZ OU LIGHT SHELVES

É um processo ao qual evita a incidência direta da luz solar no ambiente, a prateleira direciona a luz para cima, a luz refletida é transmitida em maior área para o empreendimento.

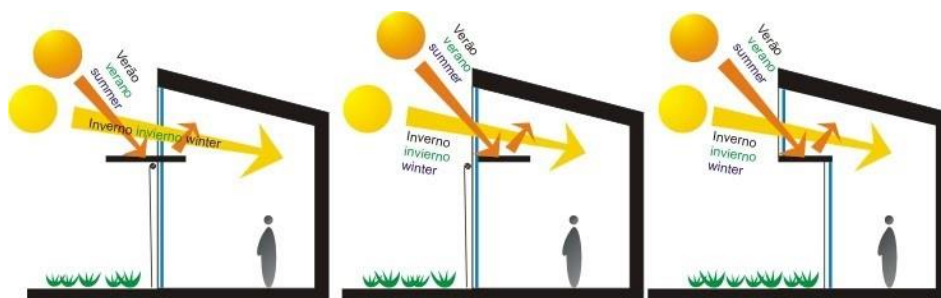


Figura 6: Funcionamento da Prateleira de luz.
Fonte: Nayara Falcoski.



Figura 7: iluminação natural utilizando prateleira de luz.
Fonte: ideiasdabe.blogspot.com.br.

3.2.1. ILUMINAÇÃO TUBULAR SOLAR

Este tipo de iluminação capta energia solar por meio de um domo localizado no telhado e direciona a luz para um tubo metálico até o ambiente a ser iluminado.

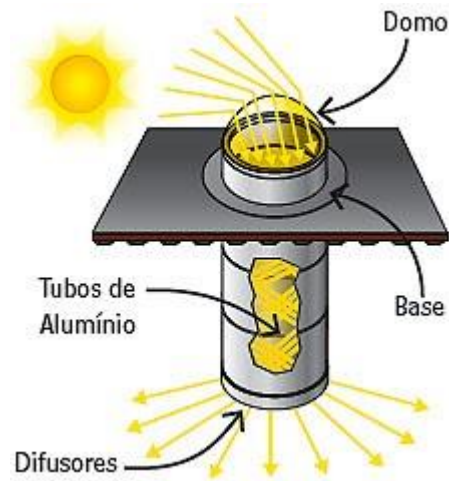


Figura 8: Funcionamento da iluminação tubular solar.
Fonte: techne.pini.com.br.



Figura 9: Iluminação tubular solar.
Fonte: techne.pini.com.br.

3.2.2. CONFORTO TÉRMICO

- a) Segundo NBR 15575 é necessário um padrão mínimo para que a casa tenha um conforto térmico. No estado de São Paulo a norma prevê que no verão a temperatura dentro do imóvel seja menor ou igual que a temperatura externa, já no inverno a temperatura interna tem que ser três graus mais quente que do lado de fora. A norma ainda exige o pé direito com mínimo 2.50 metro, as janelas das salas devem ser de um tamanho igual ou maior que 7% da área do piso do cômodo. A composição da parede e sua relação com a cor da pintura também é normatizada e construções feitas com tijolos maciços ou concreto tem que ser pintadas com cores mais claras.

3.3. PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO



Figura 10: Exemplo de placas fotovoltaicas.
Fonte: Portal solar.

O sistema fotovoltaico converte a irradiação do sol em eletricidade. Pode ou não ser ligado rede elétrica. As condições de insolação e do clima local é preciso verificar a estimativa, em nosso país as condições de insolação e do clima local são

favoráveis ao emprego do processo fotovoltaico o país está entre os melhores do mundo em irradiação solar.

3.3.1. PLACAS FOTOVOLTAICAS

As células utilizadas nas placas fotovoltaicas são compostas do elemento químico silício(Si), que possuem em sua estrutura química átomos minúsculos carregados com elétrons.

Abaixo a imagem demonstra a estrutura química do silício:

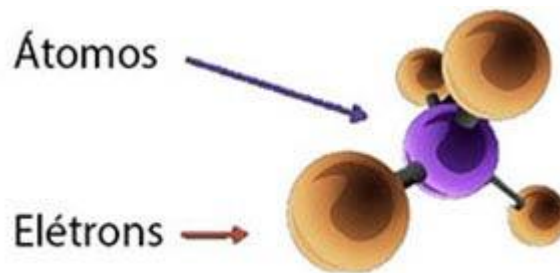


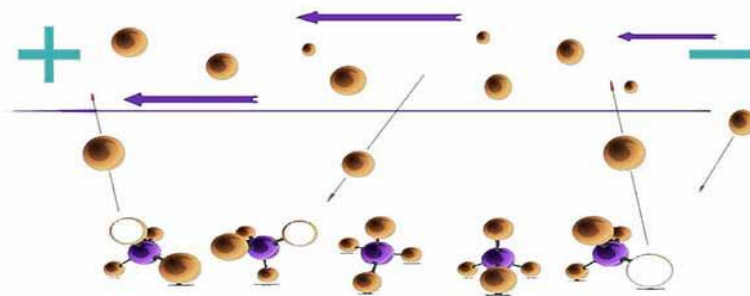
Figura 11: Estrutura química do Silício.
Fonte: Portal solar.

O painel é construído com a inserção das células fotovoltaicas planas e em série uma após a outra, as mesmas são conectadas com uma faixa condutora extremamente fina ligadas de baixo para cima de maneira em que permita a ligação de todas as células, criando um circuito essas células são cobertas com vidro temperado tratado com uma substância antiaderente e antirreflexo, emoldurado com bordas de alumínio. Na traseira do painel fotovoltaico possui dois condutores ao qual é conhecida como caixa de junção que serve para conectar uma série de painéis em conjunto. Que por sua vez é conectado ao inversor solar que transforma a corrente contínua gerada pelo painel solar em corrente alternada.

A produção de eletricidade em painéis solares é devido aos fótons, partículas de luz que fazem o trajeto do sol ao planeta terra diariamente, quando os fótons alcançam as células fotovoltaicas alguns elétrons em torno do átomo de silício se

desligam, e vão se alojar através da corrente elétrica gerada pelo silício carregado positivamente e o silício carregado negativamente, para a célula de silício com ausência de elétrons, ao longo do dia ocorre o fluxo de elétrons constantemente, deixando átomos e preenchendo lacunas em átomos diferentes, processo que torna possível a produção de corrente elétrica. Enquanto houver luz os elétrons se livrarão dos átomos e irá produzir eletricidade. Essa tecnologia é a mais utilizada no mundo representa cerca de 90% do mercado de painéis solares no mundo.

A imagem abaixo demonstra a produção elétrica pelo sistema fotovoltaico:



enquanto houver incidência de luz, os elétrons continuarão a se livrar dos átomos criando assim uma corrente elétrica.

Figura 12: Produção de eletricidade em placas fotovoltaicas.
Fonte: Portal solar.

3.3.2. SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID E OFF-GRID

O site bluesol chama atenção quanto aos tipos de sistemas fotovoltaicos: On-Grid são aqueles ligados à rede elétrica, já o sistema fotovoltaico Off-Grid não são ligados à rede elétrica. As células fotovoltaicas não possuem a função de armazenamento de energia provinda do sol, já que a energia solar captada é interferida por nuvens há variações de energia solar por isso é utilizado o banco de baterias que tem por finalidade fornecer energia constante aos aparelhos consumidores, no sistema em si a função do conjunto de placas solares é carregar o banco de baterias. Durante o processo de transformação de radiação solar em energia

elétrica o mesmo só para quando acaba a radiação solar, esse período pode sobrecarregar as baterias se não houver um controle e ainda danificar as mesmas, podendo até em casos mais graves explodir. Para solucionar esse problema existe um controlador de carga entre o conjunto de painéis solares e o banco de baterias que é responsável por gerenciar o carregamento das baterias e até mesmo em alguns modelos gerenciar a descarga de energia.

A imagem abaixo demonstra um dos modelos de um controlador de carga:

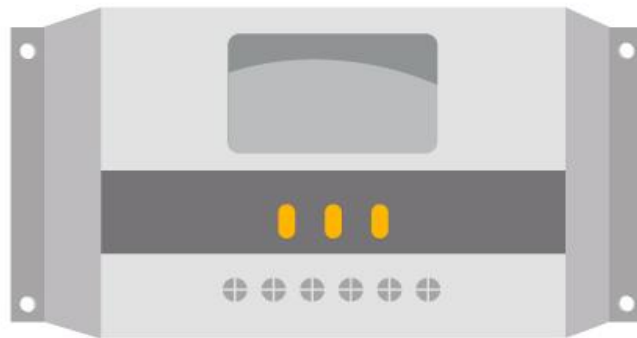


Figura 13: Controlador de Carga.
Fonte: bluesol.(2017).

O sistema fotovoltaico que possui baterias possui quatro componentes principais:

1. O conjunto de placas solares fotovoltaicas
2. Banco de baterias: formado por uma mais baterias
3. O controlador de carga que é responsável por gerenciar a energia recebida pelas baterias.
4. O inversor de corrente responsável por alimentar os aparelhos de consumo elétrico que funcionam em 110 ou 220 volts.

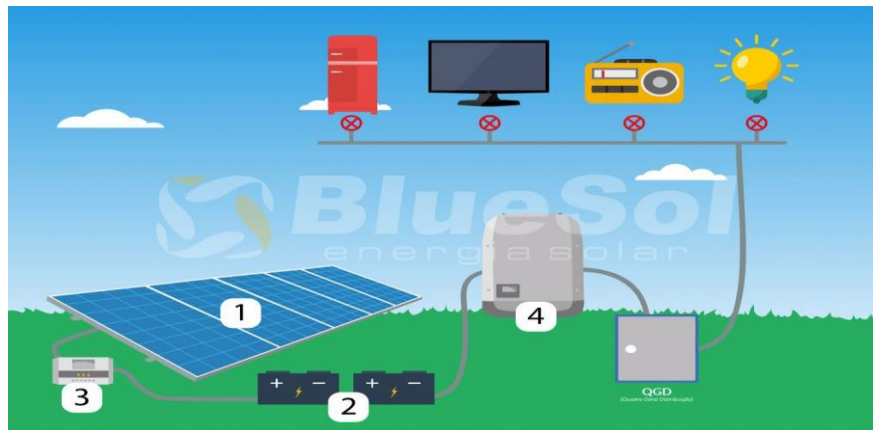


Figura 14: Principais componentes do processo fotovoltaico.
Fonte: bluesol.(2017).

Os sistemas fotovoltaicos On-Grid não devem ser ligados diretamente aos inversores de corrente devido ao sombreamento das nuvens que por consequência causa variação de energia gerada pelas placas solares. O sistema fotovoltaico On-Grid injeta energia direto na instalação elétrica do empreendimento, sem à utilização de banco de baterias.

Em relação aos inversores existem os chamados de interativos à rede também chamados de grid-tie em conjunto (paralelo) com a rede pública de distribuição elétrica, por essa situação funciona como uma usina de energia elétrica comum, esse tipo de inversor trabalha somente ligada a rede elétrica e não alimentam diretamente os equipamentos consumidores, ou seja, esse tipo de inversor é o oposto dos inversores utilizados no sistema off-grid, o sistema grid-tie possui função de desligar-se da rede elétrica quando a mesma não está funcionando plenamente.

3.3.3. SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO

Existem 2 configurações possíveis para o sistema fotovoltaico híbrido, o sistema com bateria com função principal, nesse tipo o banco de baterias é o centro do sistema. Os painéis solares fornecem energia para o banco de baterias, por meio de um controlador de carga e o inversor grid-tie (inversor interativo) é conectado ao banco de baterias, que possui duas saídas, sendo elas uma ligada à rede e funciona

da forma de uma padrão grid-tie (ou seja, o mesmo desconecta da rede em caso de falta de energia), já a outra saída é ligado ao quadro elétrico secundário que é responsável por alimentar o aparelhos consumidores, que os mantém alimentados em caso de falta de energia, funcionando como uma sistema off-grid. Nesse tipo de sistema a energia é drenada da bateria, ainda é possível configura-lo para proporcionar fluxo de energia ao decorrer da noite.

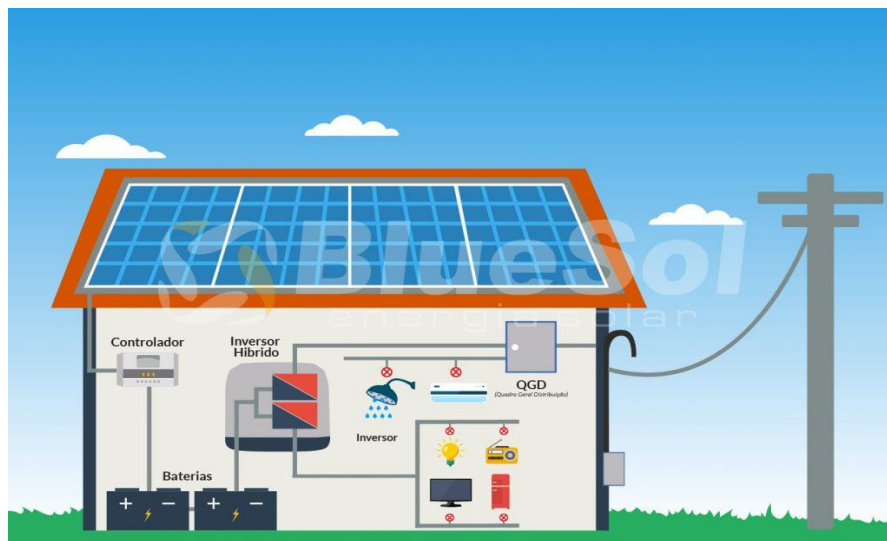


Figura 15: Sistema fotovoltaico com baterias de função principal.
Fonte: bluesol.(2017).

Outra categoria de sistema é o com baterias de função secundária que trabalha com o sistema on-grid e o centro do sistema é o inversor interativo (grid-tie), onde os painéis solares são ligados ao inversor que é responsável por fazer a conversão da corrente contínua fornecida pelas baterias em corrente alternada e o envia para rede elétrica residencial, o banco de baterias é conectado de forma direta ao inversor, o banco de baterias possui um processo de controle para carga e descarga da energia. O banco de baterias possui a finalidade de alimentar o grid-tie, que passa a ter função de trabalhar mesmo com quedas de energia, isso com a ajuda de um dispositivo seccionador de rede conectado ao relógio de luz, que mantém a rede interrompida enquanto o inversor trabalha fora da rede (off-grid). Nesse tipo de sistema quando é retornada a rede o seccionador alerta o inversor que faz com que o sistema volte a

operar no sistema on-grid, sendo assim retornando a operar em paralelo com a rede elétrica, e por consequência volta a carregar o banco de baterias.

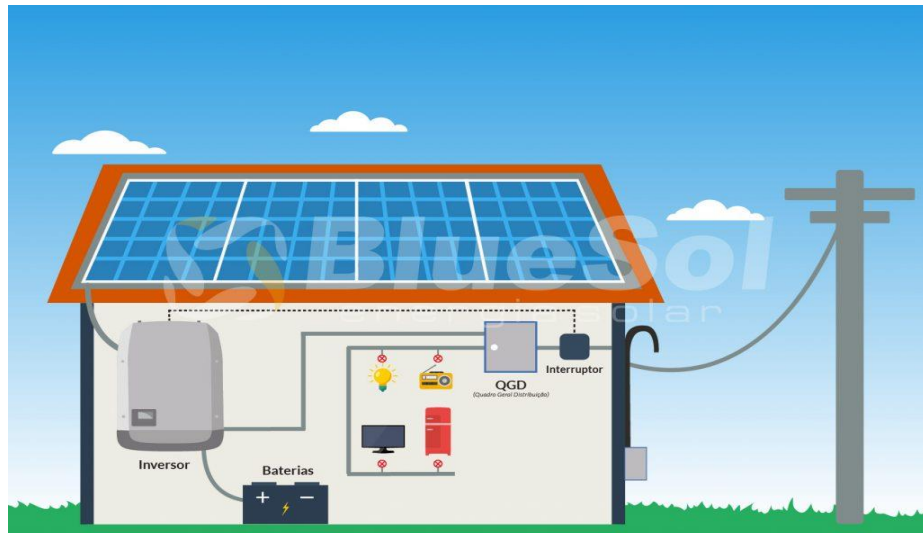
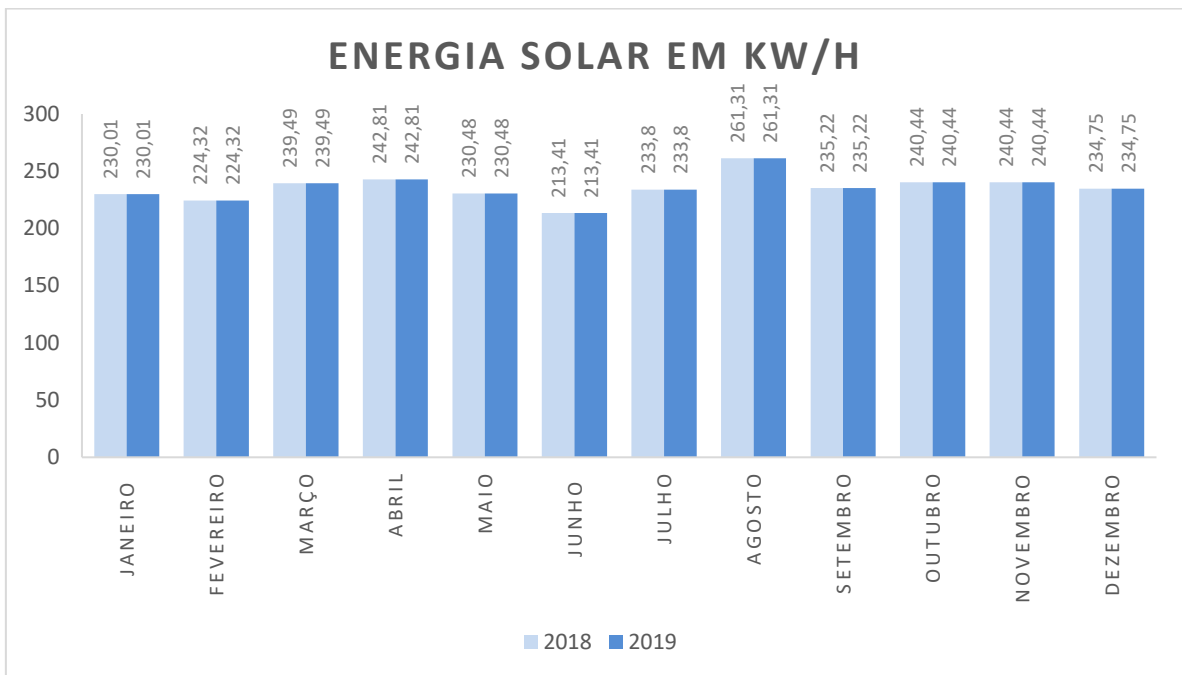


Figura 16: Sistema fotovoltaico com baterias de função secundária.
Fonte: bluesol.(2017).

3.3.4. TEMPO DE RETORNO PARA INVESTIMENTO EM ENERGIA SOLAR

O site portalsolar possui um simulador para verificar o investimento em energia solar, foi realizado uma simulação em minha residência localizada na cidade de Camanducaia que consome em média 163 KWh, o resultado do custo de investimento foi de R\$ 13.986,89 e uma estimativa de produção anual estimada de 1956 KWh/ano.

O gráfico abaixo demonstra a produção de energia dos painéis fotovoltaicos ao decorrer do ano de 2018 e 2019.



Fonte: portalsolar.(2018).

Através dos valores encontrado no simulador é possível fazer um pay back simples para verificar o tempo de retorno do investimento através da fórmula:

$$TR = \frac{\text{Custo de investimento}}{\text{Produção anual} \times \text{Tarifa}} \quad (\text{Equação 1})$$

TR= Tempo de Retorno (anos).

Custo do investimento (reais).

Produção anual (kwh/ano).

Tarifa de energia (reais/kwh)

$$TR = \frac{\text{R\$ } 13.986,89}{1956 \frac{\text{kwh}}{\text{ano}} \times 0,76 \frac{\text{R\$}}{\text{kwh}}} = 9 \text{ anos } 4 \text{ meses e } 24 \text{ dias}$$

O sistema de placas solares possuem em média uma vida útil de 25 anos, mesmo com os 9 anos e 4 meses para o retorno do investimento, ainda irá restar aproximadamente pouco mais de 15 anos para o consumo de energia sem despesas.

3.4. CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A economia do processo de captação de água da chuva traz uma poupança de até 50% na despesa hídrica.

Segundo relatório da ONU a escassez hídrica afetará dois terços da população até 2050.

O site ecycle demonstra as cisternas para aproveitamento hídrico, a cisterna recebe a água através da calha capta e encaminha a água captada para o filtro da cisterna que tem por função eliminar mecanicamente as impurezas como folhas ou pedaços de galhos, a cisterna possui um freio d'água que tem por objetivo impedir que a água agite e suspenda partículas sólidas depositadas no fundo.

A água pluvial captada não é classificada como potável (por conter partículas de poeira e fuligem até sulfato, amônia e nitrato), por isso não é adequada para consumo, mas essa classe de água pode ser utilizada para afazeres domésticos que consomem muita água, dentre eles são: lavar a calçada, lavar o carro, e pode até ser utilizado no vaso sanitário.

Hoje em dia, há uma diversidade de cisternas as de maior porte em geral são enterradas para evitar raios solares e a proliferação de algas e outros micro-organismos, mas também existem cisternas que não necessitam ser enterradas, com isso diminui o desembolso da instalação, não exige execução do projeto. É recomendável à instalação de filtros em sua cisterna, pois o risco de contaminação é elevado.



Figura 17: Cisterna 1050 litros com filtro.
Fonte: ecycle.



Figura 18: Cisterna 1050 litros sem filtro.
Fonte: ecycle.



Figura 19: Residência com cisterna 1050 litros.
Fonte: Tecnotri.(2016).

O site ecycle demonstra algumas vantagens e desvantagens da cisterna para aproveitamento hídrico.

VANTAGENS:

- É uma atitude ecologicamente responsável, pois permite o aproveitamento da água da chuva em vez de utilizar o precioso recurso hídrico potável, diminuindo sua pegada hídrica;
- Pode ser instalada em qualquer ambiente: rural ou urbano, casa ou apartamento;
- Representa uma economia de 50% na conta de água;

- Possui diferentes capacidades de acordo com as suas necessidades - há modelos de mini cisterna e cisternas em vários tamanhos, de 80 litros, mil litros e até 16 mil litros;
- Ajuda a conter enchentes ao armazenar parte da água que, caso contrário, iria para rios e lagos e diminuir o volume de água da chuva no esgoto;
- Ajuda em tempos de crise hídrica e é utilizada até em áreas do sertão nordestino como forma de combate às secas;
- Pode-se criar uma cultura de sustentabilidade ecológica nas construções, o que poderá garantir uma cisterna em cada casa construída no futuro.

DESVANTAGENS:

- É necessário disciplina: as calhas devem ser limpas (para impedir contaminação através de fezes de ratos ou de animais mortos) e mantidas em boas condições;
- O interior da cisterna também deve ser limpo periodicamente;
- A instalação, se for ligada à rede de encanamentos da casa, precisará de um profissional para rearranjar os encanamentos (lembrando que a água da chuva não pode ser utilizada para consumo porque não é potável), porém, em muitos casos, o investimento é devolvido no primeiro ano, senão nos primeiros meses;
- Algumas cisternas de plástico podem deformar ou apresentar rachaduras com o tempo. Procure uma com filtro anti-UV 8 ou construa uma de alvenaria;

Caso seja enterrada (ou subterrânea), seu custo de instalação será maior.

3.5. EMPREENDIMENTOS SUSTENTÁVEIS NO BRASIL

Segundo dados do (USGBC) nos Estados Unidos o setor de construção civil é responsável por cerca de 40% das emissões dos gases de efeito estufa, empreendimentos sustentáveis estão em alta na atualidade mundial, principalmente em países com quantidades elevadas de construções como China e Emirados árabes.

O site construct fala a respeito do crescimento no índice de empreendimentos sustentáveis a partir do ano de 2010, e as construções ao qual buscaram certificações internacionais.

Empreendimentos com título de mais sustentáveis do Brasil:



Figura 20: Bairro Jardim Perdizes, em São Paulo.
Fonte: Constructapp.(2016).

Construído pela Construtora Tecnisa é o primeiro bairro da América Latina a possuir a certificação Aqua-HQE ou seja passou por padrões de controle de todas as etapas de seu desenvolvimento com comprometimento com a sustentabilidade.

O bairro possui sistema de eficiência energética que garante aproveitamento do vento e da iluminação natural. Tem, ainda, bicicletas compartilhadas, vagas de garagem para veículos híbridos e elétricos e sistema de drenagem de águas pluviais para que se infiltrem naturalmente no lençol freático. O canteiro de obras reaproveitou

resíduos de antigos prédios e remanejou terras dentro de si próprio, o que evitou a circulação de mais de mil caminhões pela cidade. Além disso, o bairro mostra a sustentabilidade em construção civil com 50 mil m² de áreas verdes e mais de 40 espécies em 2,2 mil árvores.



Figura 21: Edifício Eco Berrini, em São Paulo.
Fonte: Constructapp.(2016).

O edifício Eco Berrini recebeu a certificação LEED nível platina que inclusive é a mais alta. Para conseguir esse nível é preciso possuir critérios acima de 80 pontos estabelecidos pela empresa para garantia da sustentabilidade na construção civil.

O edifício possui 32 pavimentos, cinco subsolos e um edifício-garagem anexo, conquistou o nível platina. Suas fachadas de vidro, voltadas para o leste e o oeste, foram projetadas para aproveitar melhor a iluminação solar. O sistema de ar condicionado utiliza caixas de volume de ar variável que controla a vazão de acordo com a necessidade. Existe ainda um sistema de vazão de ar exterior, modulado em cada pavimento por um registro com atuador proporcional, que regula a passagem de fluídos e permite que a refrigeração funcione. À noite, um sistema de resfriamento ajuda a manter o ambiente fresquinho no decurso do dia sem utilizar tanta energia. No total, são economizados 40% de água e 30% de energia.



Figura 22: Eco Commercial Building (ECB), em São Paulo.
Fonte: Constructapp.(2016).

Construído pela JZ Engenharia em parceria com o escritório Loeb Capote Arquitetura e Urbanismo, a sede da Bayer Material Science recebeu o LEED platina por utilizar mais de 20 conceitos e tecnologias eco eficientes. Conta com painéis de energia solar, reciclagem de 97% dos resíduos na construção e ventilação natural em todos os espaços, com ar-condicionado em somente 5% da área útil. As árvores nativas do terreno foram conservadas. Para controlar todo o consumo, o edifício tem um sistema interno que monitora a geração de energia solar e o uso hídrico e energético, além do volume de águas de chuva captadas.

Para aproveitar melhor o clima da cidade em que está, possui isolamento térmico em tetos, placas translúcidas nas fachadas que bloqueiam calor e permitem entrada de luz natural. Tem também brises, persianas e películas para proteção solar. O projeto ECB, que ocorre em escala global, recebeu o prêmio “Melhores Práticas Globais em Construção Verde” no Fórum Global sobre Assentamentos Humanos (GFHS – Global Forum Human Settlements).



Figura 23: Edifício Euro bussiness, em Curitiba.
Fonte: Constructapp.(2016).

Primeiro empreendimento do país a receber o selo LEED, construído pela empresa engemática em parceria com Petinelli soluções em Green building e o escritório Realiza arquitetura, o empreendimento proporciona uma economia de até 50% de energia elétrica e 80% de economia hídrica em relação um empreendimento convencional. Outros recursos existentes no edifício são elevadores inteligentes que fazem devolução da energia gerada por ele para rede elétrica do empreendimento. Possui fachadas de vidros que proporcionam refração do calor sem impedir a entrada de luz.



Figura 24: Estádio Mineirão, em Belo Horizonte.
Fonte: Constructapp.(2016).

Executado pelas empresas Construcap, Egesa e HAP Engenharia, em parceria com o CTE, o estádio se destaca por conter uma usina solar fotovoltaica com capacidade energética para abastecimento de 1,2 pessoas, boa parte dessa energia gerada serve de economia de cerca de 30% em relação a outros estádios, e também com o sistema de captação de águas pluviais o empreendimento economiza cerca de 10% do volume de água utilizado em bacias sanitárias e mictórios.

3.6. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS

Segundo Araújo (2007) explica:

A escolha dos produtos e materiais para uma obra sustentável deve obedecer a critérios específicos - como origem da matéria-prima, extração, processamento, gastos com energia para transformação, emissão de poluentes, biocompatibilidade, durabilidade, qualidade, dentre outros-, que permita classificá-los como sustentáveis e elevar o padrão da obra, bem como melhorar a qualidade de vida de seus usuários/habitantes e do próprio entorno.

Todos os materiais utilizados na construção sustentável deve garantir a responsabilidade desde sua extração até o estágio de não utilização do mesmo, garantido assim o bem estar da geração atual e futura. “É importante evitar ou minimizar o uso de materiais sobre os quais parem suspeitas ou que reconhecidamente acarretem problemas ambientais (...)”. (ARAÚJO, 2007). Os materiais como PVC, causam grandes impactos ambientais em sua produção e descarte.

Encontra-se um grande privilégio em utiliza materiais duráveis, pois, conseqüentemente a construção também terá um maior tempo de vida útil. Exemplificando, é tolerável, duas vezes mais impacto ambiental em um produto que durem 50 anos, confrontando com outro que dure 25 anos. (COLAÇO, 2008, pág.14).

Conforme Colaço (2008) do tempo de vida útil do material depende de três fatores:

1. A estrutura física e composição química do material.
2. A sua execução e o local onde o material será colocado na construção.
3. O clima e o ambiente local e entre outras composições físicas e químicas.

3.6.1. BLOCO CERÂMICO

O que caracteriza uma construção sustentável, é dedicar-se aos estudos sobre os blocos cerâmicos, pois segundo a consultoria Quantis localizada no Canadá encomendada pela Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER) os mesmos emitem cerca de 66% menos gases poluentes em sua produção, entre os poluentes destacamos o CO₂ responsável pelo aquecimento do planeta.

3.6.2. TIJOLO SOLO CIMENTO

O tijolo solo-cimento ou também chamado de tijolo ecológico é feito a partir da mistura de solo e cimento prensado o que o torna uma excelente alternativa sustentável, pois assim o mesmo não necessita de processo do forno à lenha, tornando-o favorável ao meio ambiente devido ao não desmatamento, e a poluição do ar. Ao invés de argamassa é utilizada uma cola especial em substituição da argamassa. Esse tipo de tijolo possui a vantagem de possuir furos ao qual podem-se utilizar para embutir a rede hidráulica e elétrica da edificação evitando assim a quebra posterior das paredes, e ainda o tijolo possui sistema modular ao qual proporciona uma parede uniforme, desse modo reduz a perda de reboco.

A **(figura 24)** demonstra a alvenaria solo-cimento:



Figura 25: Alvenaria Ecológica de solo-cimento
Fonte: Leroy Merlin.



Figura 26: Processo de execução em alvenaria solo-cimento
Fonte: Engineeringforchange.org.



Figura 27: Instalações elétricas em alvenaria solo-cimento.
Fonte: Mach blocos.



Figura 28: Instalações hidráulicas em alvenaria solo-cimento.
Fonte: Hidroshow e Hidroshow.(2011).

O tijolo ecológico possui algumas desvantagens:

- a) Por ser uma material de execução diferenciada exige mão de obra qualificada tornando-o inviável em relação ao tijolo convencional.
- b) Possui um maior índice de umidade, deve-se dar uma atenção especial quanto à impermeabilização.
- c) Possui restrições quanto a abertura de novos vãos futuramente e reformas.
- d) Nos cantos e quinas das edificações o tijolo possui baixa resistência a impactos.
- e) Possui medidas ao qual não condizem com padronizações e uniformidade dos modelos ofertados no mercado.
- f) Possuem largura maior que os padrões, portanto a espessura das paredes serão maiores, provocando redução da área útil dos cômodos da edificação.

Segundo o site (sua obra) as vantagens do tijolo solo-cimento são as seguintes:

- a) Além de não precisar ir ao forno favorecendo ao meio ambiente como dito anteriormente esse tipo de material gera pouco entulho na execução da edificação.
- b) O tijolo ecológico possui maior durabilidade em relação aos demais, pode ser até 6 vezes mais resistentes.

- c) Proporciona uma execução mais rápida na construção.
- d) Proporciona um acabamento mais fino; faces lisas dispensam revestimento, pode ser feito apenas com impermeabilizantes.
- e) O tijolo proporciona uma melhor distribuição de cargas nas estrutura e proporciona maior segurança.
- f) Facilita instalações elétricas e hidráulicas.
- g) Redução de cerca de 80% em cimento, 50% em aço, e até 100% para forma de vigas e pilares.
- h) Diminui as cargas que direcionam a fundação, proporcionando economia na infraestrutura.
- i) Possui um ótimo isolamento termo acústico, ou seja, é um sistema ao qual os ruídos provenientes de fora da edificação são isolados, já a temperatura local interna do ambiente permanece equilibrada nos climas quentes e frios.

3.7. ESQUADRIAS

A esquadria é um elemento construtivo que funciona como meio de contato entre o morador e exterior. Esse elemento mal dimensionado prejudica a iluminação e pode tornar o ambiente quente. As esquadrias disponíveis no mercado são fabricadas com alguns materiais que não são ideais para construção sustentável, como exemplo: ferro, aço, alumínio, e PVC. O material indicado para construção de esquadrias, favorecendo o meio ambiente, é madeira reflorestada, pois os outros produtos emitem muitos poluentes. Lembrando que se deve levar em consideração a durabilidade e disponibilidade do material na região.

Em virtude dos exemplos relatados acima se preferiu dedicar ao estudo de três matérias na fabricação de esquadrias: as de alumínio, PVC, e madeira certificada.

3.7.1. ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO

O alumínio demonstrou-se satisfatório para a construção civil como matéria prima para esquadrias, devida a certas características: leveza, função estrutural, baixa manutenção, design atualizado e geometria livre. Esse material é resistente à corrosão, e quando submetido à anodização e pintura, sua resistência é ampliada, não perde o brilho e não oxida como o ferro, aumentando assim sua durabilidade.

Em relação à madeira e o ferro, o alumínio é um material de custo maior, todavia resiste às condições naturais, tem fácil aplicação, dispensa lixamento, pintura e conservação periódica, que resulta em economia.

Os projetos que visam à certificação Leed (Leadership in Energy and Environmental Design/ Liderança em Energia e Projetos Ambientais), apontada de Green Building, empregam-se as esquadrias de alumínio para o melhor conceito de sustentabilidade no setor da construção civil.

No ano de 2007, o Brasil liderou o ranking de reciclagem de alumínio, totalizando 96,5% das latas de alumínio comercializadas para bebidas. Segundo o International Aluminium Institute – IAI, a produção do alumínio primário consome 15,2 GWh/t, já a manufatura de alumínio a partir de sucata consome apenas 0,7 GWh/t, conclui-se uma economia de energia elétrica. Além do que, libera apenas 5% das emissões de gás que causam o efeito estufa, em comparação com as emissões do alumínio primário.

3.7.2. ESQUADRIAS DE PVC

As portas e janelas em PVC possuem diversas qualidades: não propagam chamas, bom isolante térmico e acústico em comparação com os materiais metálicos, em virtude de suas microestruturas. Elas são duráveis, resistentes a intempéries, cupido e maresia, fáceis de instalar e limpar, as esquadrias de PVC não precisam de manutenção (FLEX EVENTOS, 2016)

As janelas antigas e as com frestas são responsáveis por aproximadamente 40% da energia do ambiente. De acordo com o site da JC esquadrias de PVC), esse material é um excelente isolante térmico muitas vezes melhor do que o alumínio, a estrutura de PVC é aprimorada para evitar a dispersão da energia. O site complementa que em termos de ruído o PVC é um excelente isolante acústico, reduzindo perto de 45 decibéis, conseqüentemente cai a poluição sonora, que afeta cerca de 70% da população brasileira. O PVC é 100% reciclável e possui várias aplicações: mecânica, química ou energética. A tabela 1 demonstra um comparativo entre as esquadrias de alumínio e PVC.

	PVC	ALUMÍNIO
CAIXILHOS	são robustos, pois precisam de uma "alma" de aço para obter estabilidade	esbeltos
VIDA ÚTIL	inferior a 30 anos	30 anos
RESISTÊNCIA À MARESIA	grande, compatível com emprego no litoral	grande, se usadas opções anodizadas com o índice A 18 na embalagem
ACESSÓRIOS E VEDAÇÕES	as esquadrias já vêm com vidros, ferragens, escovas e borrachas	o modelo escolhido pode receber todos esses itens ainda na montagem – procure um fornecedor confiável
ISOLAMENTO TERMOACÚSTICO	fundidas durante a solda, as peças apresentam excelente desempenho	sem desempenho especial
CORES E PADRÕES	a maioria dos tipos é branca, mas há coloridos e outros que imitam madeira	vem com anodização (em tons como bronze ou cinza) ou pintura eletrostática a pó (com grande variedade de cores e maior resistência à maresia)
MANUTENÇÃO	lavagem com água e sabão neutro	lavagem com água e sabão neutro, sem escovas e esponjas abrasivas

Tabela 1: Comparativo entre esquadrias de PVC e alumínio.
Fonte: www.casa.abril.com.br.(2016).

3.7.3. ESQUADRIAS DE MADEIRA

As vantagens da esquadria de madeiras são: adaptação ao clima, excelente isolante térmico, possui vários desenhos, acabamentos, detalhes e custo menor em comparação com outros materiais, esse aspecto tem que ser levado em conta o tipo de madeira utilizada. A sua desvantagem está na vulnerabilidade à degradação biológica e física, na qual necessita de cuidados e pinturas periódicas.

No entanto quando se fala em madeira, deve ser lembrar o desmatamento da Amazônia, pois a atividade da madeira ilegal, com as queimadas e desmatamentos,

são os causadores da destruição desta imensa floresta. Dados afirmam que em menos de 50 anos, 20% da floresta desapareceu estimativas afirmam que entre 43% e 80% da produção madeireira da Amazônia é ilegal. No entanto, a floresta é uma fonte de matéria prima para construção civil e por essa razão necessita-se de uma manutenção em longo prazo. Por isso é fundamental a compra de madeira certificada FSC (Manual Madeira: Uso Sustentável na Construção Civil, 2016).

Na construção civil utiliza-se a madeira de duas maneiras:

- Temporário: Fôrmas de concreto, andaime e escoramento.
- Definitiva: Estrutura de cobertura, forro, esquadrias e piso.

Para esquadrias o tipo de madeira mais indicada é o pinho do Paraná, o seu uso deve ser evitado, pois já está em extinção, mas encontra-se em substituição. Algumas madeiras devem ser descartadas na utilização de esquadrias como: Bacuri, Cedrinho, Cedro, Freijó, Garapa, Louro-Canela, Louro-Vermelho, Marinheiro, Marupá, Pau-Amarelo e Taxi (MANUAL MADEIRA, USO SUSTENTAVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2016).

3.8. TELHADO

As opções de materiais para telhados são diversos, disponíveis no mercado como: as telhas cerâmicas, de concreto, vidro e fibrocimento, no entanto as que possuem créditos com a sustentabilidade são as telhas ecológicas de tubo de pasta de dente e a eco telha, na qual a primeira usa-se material reciclado e a segunda possui uma boa permeabilidade.

3.8.1. TELHA DE TUBO DE CREME DENTAL

Segundo o site madervillas as telhas ecológicas são fabricadas a partir de fibras naturais ou materiais já reciclados, e colaboram com o meio ambiente em termo de sustentabilidade. As que são feitas a partir de materiais reciclados como papel, asfalto, resina e tubo de pasta de dente. Esses materiais são de baixo custo de fabricação que torna a telha mais em conta para o consumidor final. O site ainda lista as vantagens e desvantagens desse material.

VANTAGENS:

- a) Leveza: pensando em média três vezes menos que a telha convencional, faz com que diminui as cargas, utilizando-se menos madeira no telhado, atingindo o objetivo de economia.
- b) Isolante térmico: As telhas de barro e de amianto transformam qualquer ambiente em um verdadeiro forno, já as telhas ecológicas causam efeito contrário, tornando o ambiente mais agradável no calor.
- c) Impende que fungos e limos se instalem na mesma.
- d) Sem ruído: se qualquer objeto, como uma bola de futebol, por exemplo, cair em cima do telhado feito com telha ecológica você não ouvira quase nada. As fibras vegetais dessas telhas proporcionam menos ruídos, ou seja, significa grande alento para os nossos ouvidos, principalmente em dia de chuvas torrenciais.

DESVANTAGENS:

- a) Fixação das telhas: Devido ao tamanho e leveza a correta colocação de parafusos é importante.
- b) Espaçamento: Por serem maiores, os espaçamentos deve ser perfeito, se não as pontas e o meio da telha podem ceder com o tempo.

Na realidade a desvantagem não passa de alguns cuidados que devem ser tomados na instalação do telhado ecológico.

Especificações técnicas da telha de acordo com o site EcoPreserve (www.ecopreserve.com.br):

- ✓ Tamanho: 2,20 x 0,95m
- ✓ Espessura: 6 mm
- ✓ Peso: 12,5 kg
- ✓ Altura da onda: 5 cm

3.8.2. ECO TELHA

Segundo o site Ecotelhado é uma evolução, pois faz a captação da água da chuva, o tratamento do esgoto sanitário, captação de energia solar e entre outros benefícios. Atuando como isolante térmico e absorve 30% da água da chuva, reduzindo, o número de enchentes na cidade. Outro benefício do telhado verde é a diminuição da poluição atmosférica, funcionando como um purificador. É recomendado a sua instalação em laje plana, com impermeabilização de PVC formando uma cisterna para o reuso de água da chuva e proteção de raízes.

Segundo Castro (2008) os telhados verdes são estruturas que se caracterizam pela prática de cobertura vegetal na residência. Conforme o autor, estudos verificados os resultados preliminares mostram que os telhados verdes têm uma redução no escoamento superficial até 97,5% e 100% após três horas do início da chuva. A partir de 6 horas o índice de redução do escoamento superficial é de 70 a 100% no terraço e de 26,6 a 100% no telhado.

Conforme manual de especificações no site Ecotelhado o sistema Hidro modular Ecotelhado® usa-se uma placa de plástico reciclado que armazena água, não necessitando da manta de PVC. Este sistema tem como característica seu Módulo piso nuvem de 7 cm de altura e o Módulo Galocha de 5 cm que possui a responsabilidade de armazenar 50 l/m² de água, proporcionando irrigação da vegetação por capilaridade. Portanto, observa-se que além de armazenar a água da chuva para irrigar a própria vegetação esse sistema viabiliza a drenagem sustentável da água pluvial.

O site ainda relata algumas observações importantes:

- a) O local deverá suportar o peso de 75 kgf/m², responsabilidade estrutural do contratante.
- b) A responsabilidade do cuidado das plantas é do proprietário.
- c) O sistema modular não tem a finalidade de impermeabilização da cobertura.
- d) Pra preservar a biodiversidade, as plantas trazidas pelo vento e pelos pássaros são bem vindas.

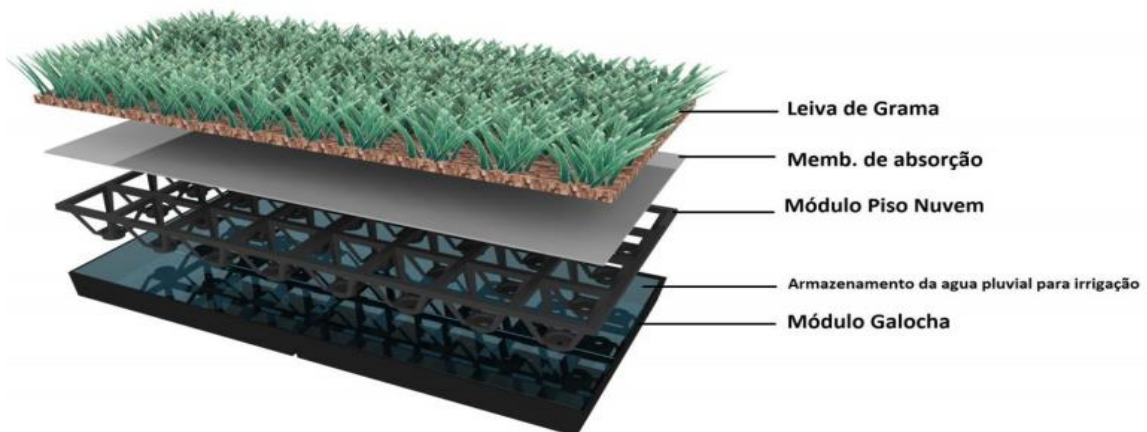


Figura 29: Esquema hidro modular em eco telhado.
Fonte: www.ecotelhado.com.br.

O site Ecotelhado enumera algumas vantagens que o telhado verde possui em relação ao telhado “convencional”:

- 1 Qualidade do ar: Funciona como um purificador do ar urbano através da fotossíntese e da aderência dos poluentes, esse tipo de cobertura é conhecida por aprisionar o carbono.
 - 2 Proteção da residência: O telhado verde elimina o calor impossibilitando a dilatação térmica e protegendo a edificação contra trincas. As consequências das chuvas ácidas também são diminuídas, esses dois fatores elevam a vida útil da estrutura.
 - 3 Pluvial: Pelos estudos do IPH o acumulo de água nas lajes contribui significativamente o escoamento da água da chuva.
 - 4 Biodiversidade: Sendo uma solução na cidade moderna o telhado verde contribui para a sobrevivência das plantas.
 - 5 Acústica: Menor ruído, maior conforto.
 - 6 Aquecimento Global: Funcionando como uma prisão para o carbono CO₂, diminui as consequências desse gás na atmosfera.
 - 7 Conforto Térmico: Consumindo energia pela fotossíntese, diminui a temperatura proporcionando um ambiente agradável.
 - 8 Arquitetônico: Mais cores, mais vida, mais renovação no espaço urbano.
 - 9 Lazer: Em laje plana, o teto verde pode se transformar em uma área de lazer.
 - 10 Produção de alimentos: Pode ter plantação de alimentos.
- Certificação LEED: Ajuda muito na pontuação da certificação.

Há uma estimativa que o telhado verde tenha surgido na Roma, com a função de cobrir mausoléus e prédios. O objetivo na época era a decoração dos edifícios, não havia cogitação a respeito da sustentabilidade.

Na Babilônia, Europa Renascentista e na Rússia, o telhado verde possuía a função de reduzir o calor da edificação. A partir da década de 60 iniciaram-se a análise desse tipo de projeto e suas vantagens para o homem e para a arquitetura.

Nos dias atuais muitos países adotaram essa tendência. Alguns municípios da Alemanha oferecem alguns benefícios para proprietários que possuem telhado verde, atualmente 14% dos telhados alemães são verdes.



Figura 30: Edifício com implantação de telhado verde.
Fonte: ledmoveis.com.br.

3.9. PAVIMENTAÇÃO EXTERNA

O trabalho de pavimentação externa pode ser realizado de diversos materiais como: cimento, lajotas, cerâmicas, granitos, ardósias e pedra, mas como foco é sustentabilidade os ideais são o piso grama e o bloco de concreto Inter travado, ambos possuem uma taxa significativa de permeabilidade.

3.9.1. PAVIMENTO INTERTRAVADO

Em conformidade com o site construcaomercado17.pini.com.br o pavimento Inter travado possui uma boa taxa de permeabilidade, característica ao qual diverge do pavimento asfáltico que é totalmente impermeável, também na questão de manutenção desse tipo de pavimento o mesmo se torna mais viável, pois a correção

pode ser pontual sem que fiquem evidentes, vale ressaltar a respeito da mão de obra que não necessita de especialização, e em casos de futuras instalações subterrâneas facilita a abertura.

Segundo ABCP a redução de temperatura pode chegar até 17°C em relação a outros tipos de pavimentação.

A características das peças de concreto variam de acordo com o tipo de tráfego que o pavimento receberá. Segundo o Engenheiro civil Renato Pellegrinelli, sócio da empresa RPS Engenharia, para circulação de pedestres, o piso deve apresentar espessura de 4 centímetros. Para automóveis leves a espessura recomendada é de 6 centímetros. Para caminhões a espessura recomendada é 10 centímetros.

Também deve ser analisado a resistência do material conforme o tipo de tráfego sobre o pavimento. Todos os pisos devem atender a uma resistência mínima de 35 Mpa para automóveis leves e 50 Mpa para veículos pesados.

A imagem abaixo demonstra um pavimento Inter travado:



Figura 31: Pavimento inter travado de concreto.
Fonte: pini.com.br.(2011).

3.9.2. PISOGRAMA

Utilizado em áreas externas piso grama são blocos de concreto com vazados que possibilitam o crescimento da gramas entre os mesmos, com essa característica o piso se torna permeável, favorecendo o escoamento da água da chuva evitando enchentes. Conhecido como piso ecológico possui uma drenagem acima de 90% de águas pluviais, por essa razão se torna uma alternativa crucial para a implantação da sustentabilidade em um edifício.

A imagem abaixo demonstra o piso grama:

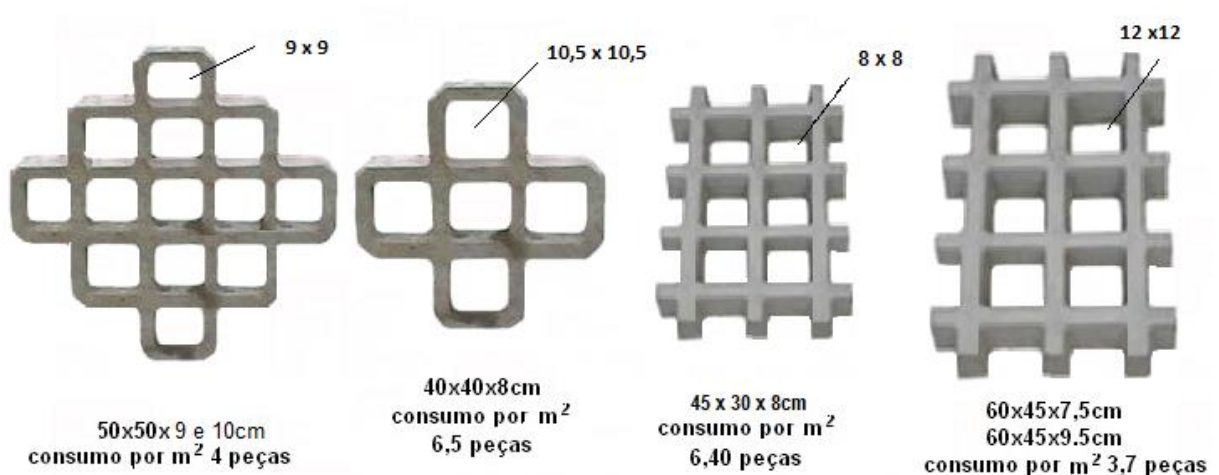


Figura 32: Exemplos de piso grama.
Fonte: fkcomercio.com.br.

3.9.3 ÁGUA

Com sua composição química de dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, a água ocupa cerca de 72% de nosso planeta, a quantidade chega a ser de 1332 Km³, cerca de 97% da água existente em nosso planeta não serve para o consumo humano, com essa quantidade de água em nosso planeta desacredita-se

que através de pesquisas realizadas nossa humanidade poderá futuramente presenciar uma crise de abastecimento hídrico. (hypescience.com)

Segundo o site mundo educação (2018) o Brasil possui a maior reserva mundial de água potável, com cerca de 12% do montante total, o que não livra o país de sofrer por falta desse recurso natural tão importante.

A problemática encontrada no Brasil para disponibilidade de águas nas regiões está na localização geográfica para disponibilidade da mesma. A distribuição de água se torna desigual de modo em que as regiões menos povoadas possuem maior concentração dos recursos hídricos.

A tabela abaixo demonstra a relação entre a densidade demográfica e a disponibilidade de água em diversas regiões do país.

Região	Densidade demográfica (hab/km ²)	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5%

Fonte: IBGE / Agência Nacional das Águas (2010)

Tabela 2: Distribuição dos recursos hídricos no Brasil.
Fonte: IBGE/ Agência Nacional das Águas (2010).

Como podemos observar a tabela acima a região norte ao qual possui apenas 4,12 habitantes por quilometro quadrado, é onde está a maior concentração de água no país com aproximadamente 70% do total disponível.

Já a região do Nordeste possui uma densidade equivalente à 34,15 habitantes por quilometro quadrado em compensação a concentração de recursos hídricos disponíveis na região chegam em apenas 3,3 %.

A região centro-oeste é a região ao qual apresenta um melhor equilíbrio entre densidade demográfica e concentração de recursos hídricos, a densidade da região é de 8,75 habitantes por quilômetros quadrados e a população representa cerca de 6% do total da população em nosso país. A região possui cerca de 15,7 % dos recursos hídricos do país, relativamente bem distribuídos em seu interior, o pantanal mato-grossense apresenta a maior parte desses recursos.

Já o Sudeste apresenta 6% dos recursos hídricos do país com a densidade demográfica em cerca 86 habitantes para cada quilômetro quadrado, média que destaca-se nas áreas das metrópoles, principalmente Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte. São Paulo é a região que mais predomina a falta hídrica devido à seca que ocorreu no ano de 2014, todavia as raízes do problema de baixa nos reservatórios já acontecem há anos anteriores devido à estiagem ao qual não ajudou no processo de reserva da água. Há, inclusive, uma disputa política muito forte entre Rio e São Paulo envolvendo a transposição do Rio Paraíba do Sul.

A região Sul do Brasil, possui um menor desequilíbrio, mas preocupante. A densidade demográfica de 48,58 habitantes por quilômetro quadrado e representa 15% da população brasileira, os sulistas detêm cerca de 6,5% da água potável do país.

Chegamos a percepção de que com sistemas de abastecimento de água com uma elaboração adequada pode-se abastecer corretamente as regiões mais ínfimas desse recurso natural se existir um planejamento e ações públicas de interesse social. Vale ressaltar a conscientização da população quanto a conservação de mananciais e rios para o resguardo hídrico em questão.

O relatório mundial das nações unidas(2018) ressalta sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos no mundo atualmente, a explanação refere-se ao crescimento da necessidade hídrica no mundo, o mesmo destaca o crescimento populacional, desenvolvimento econômico, mudanças no padrão de consumo ação ao qual há necessidade de soluções urgentes.

A demanda hídrica atualmente está em torno de 4.600 km cúbicos por ano, segundo a ONU até o ano de 2050 essa demanda irá crescer de 20% a 30% chegando

a um volume de 5.500 a 6 mil quilômetros cúbicos. Em referência a atividade energética e agrícola o aumento deverá ser em torno de 60% a 80%, valores esse considerados já ao ano de 2025.

Aproximadamente 10% do total explorado da captação de água no mundo é de consumo doméstico, e poderá aumentar significativamente no período de 2010-2050. No década de 2010, 1.9 bilhões de pessoas viviam em áreas com grande exiguidade hídrica. Considerando variações mensalmente, cerca de 3.6 bilhões de pessoas presenciam a falta hídrica durante pelo menos um mês do ano.

O site Sanepar demonstra a tabela abaixo para o dispêndio hídrico para 4 pessoas:

PERFIL DO USO DA ÁGUA NA ECONOMIA DOMÉSTICA PARA QUATRO PESSOAS			
Uso	Consumo para 1 mês (litros)	Consumo para 1 dia (litros)	Consumo per capita (litros)
Escovar os dentes (3 vezes por dia cada pessoa)	120	4	1
Banho de chuveiro elétrico (5 minutos, 1 vez ao dia para cada pessoa)	2.400	80	20
Descarga do sanitário (8 vezes por dia)	2.400	80	20
Lavar a louça (3 vezes por dia)	1.800	60	15
Lavar roupa/tanque (15 minutos 3 vezes por semana)	1.920	64	16
Água para ingestão	240	8	2
Preparo de alimentos	600	20	5
Limpeza de casa (1balde por dia)	600	20	5
Total	10.080	336	84

Tabela 3: Dispêndio hídrico na economia doméstica.
Fonte: site.sanepar.com.br.(2012)

O site sinepar fornece dicas para economia da água,vejamos algumas dicas abaixo:

- a) Banhar-se 15 minutos consome 105 litros de água. Realize o banho em 10 minutos, e a consumação hídrica fica em 70 litros.
- b) Na lavagem das mãos são consumidos 7 litros de água. Para consumo consciente de água o correto é lavar as mãos e depois abrir a torneira.

- c) Para fazer a barba são consumidos 65 litros de água se a torneira permanecer aberta. Enquanto estiver fazendo a barba deixe a torneira fechada, fazendo isso o gasto será inferior a um litro.

- d) Ao escovar os dentes sem fechar a torneira o gasto é de aproximadamente 10 litros. Para utilizarmos a água de maneira racional utilize um recipiente com água.

- e) A válvula de descarga causa um grande dispêndio hídrico. O vaso sanitário pode ser o maior consumidor de água em um lar, podendo chegar a 50% dos gastos hídricos.
- f) Não utilizar o vaso sanitário para descartar papel sanitário, pois assim evita desperdício de água ao realizar a descarga.

- g) Ao realizar lavagem em carro utilizar apenas um balde com água, evitar utilização de mangueira aberta para lavagem do automóvel, adotando essa conduta o consumo chega a cerca de 360 litros.

- h) Ao lavar a louça obstrua a cuba da pia e utilize a água acumulada para ensaboar toda a louça e posteriormente enxague com água limpa, o consumo de água para lavar louças com a torneira aberta chega a 112 litros por indivíduo, já utilizando o método racional de obstrução da cuba da pia o dispêndio é de apenas 10 litros.

- i) Para lavar roupas espere aglomerar um pouco, assim há economia hídrica e elétrica. Reutilize a água para lavar tapetes, tênis, cobertores, regar plantas, lavagem de carro, lavagem de pisos, lavagem de calçadas.

- j) Escoamento em torneira:

O destilar simples gasta cerca de 60 litros diariamente ou 2000 litros mensalmente.

O escoamento de 1mm gasta cerca de consome 2.000 litros diariamente ou 60000 litros mensalmente.

O escoamento de 2mm gasta cerca de 4.500 litros diariamente ou 130000 litros mensalmente.

O escoamento de 6mm gasta cerca de 16.500 litros diariamente ou 530000 litros mensalmente.

- k) Os vazamentos são grandes vilões. É fundamental observar se a válvula de descarga está funcionando perfeitamente, se não há manchas de umidade nas paredes e calçadas e também se todas as torneiras estão vedando adequadamente. Uma torneira que fica gotejando durante um mês representa um desperdício de 2 metros cúbicos, o suficiente para atender as necessidades de uma pessoa por 14 dias.

Essas são dicas cruciais ao qual se cada cidadão alinhar-se a doutrina da utilização racional da água iremos colaborar para um planeta melhor.

Atualmente existem equipamentos responsáveis por evitar o desperdício de água potável:

- 1 Bacias Sanitárias: Adaptadas a vários tipos de descargas, como caixa acoplada, suspensa e válvula de descarga, com o consumo de 6 litros de água, economiza 60% das bacias convencionais.



Caixa acoplada vendida separadamente

Figura 33: Bacia com caixa acoplada.

Fonte: telhanorte.com.br.

2 Bacia sanitária com acionamento duplo: O tipo de sistema permite a seleção do fluxo de água 3 ou 6 litros de água. O site astra-sa.com.br divulga que a média de economia desse sistema é em torno de 30% da água utilizada nas descargas. Podendo levar há uma redução de 10% a 15% na conta de água da residência.

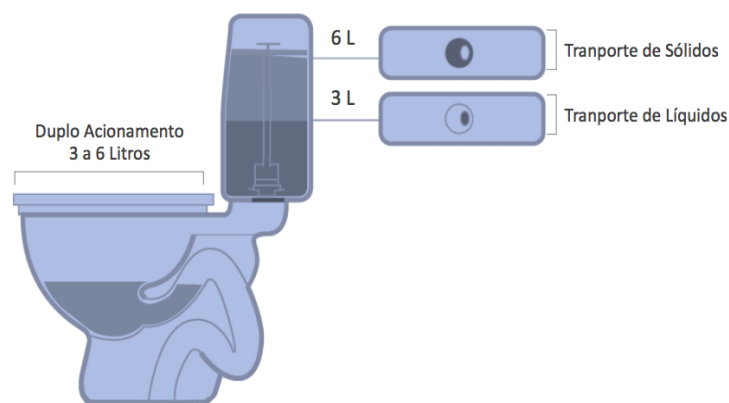


Figura 34: Bacia com duplo acionamento.
Fonte: apto.vc.(2015).

Em conformidade com Paim (1995) *apud* Michael (2001), a utilização de uma água cara, tratada ao nível de potabilidade, apenas para expulsar fezes e urina é um desperdício desnecessário. A sugestão seria a utilização de águas utilizadas em pias, tanques e servidas em banhos, para descargas sanitárias, depois de um tratamento eficiente e barato, através de filtros de areia. Essa economia pode levar até 40 a 50% do consumo habitual.

As torneiras com sensor de presença também são um equipamento favorável a economia de água, a mesma possui unidade eletrônica que lê informações e permite a abertura do fluxo hídrico, o sensor emite sinal contínuo a espera do usuário, quando o sinal é identificado inicia o funcionamento do mesmo, até o sensor não identificar mais a presença do usuário (PREDIGER, 2008).



Figura 35: Torneira com sensor de presença.
Fonte: construindodecor.com.br.

3.9.4. LIXO

Segundo o SEAC-SP (Sindicato das Empresas de Asseio e Conservação), lixo é qualquer resíduo gerado pelas atividades humanas ou gerados pela natureza em aglomerados urbanos. No dicionário, ela é definida como sujeira, imundice, coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor. Lixo, na linguagem técnica, é sinônimo de resíduos sólidos e é representado por materiais descartados pelas atividades humanas.

3.9.5. LIXO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Em conformidade com a Resolução nº 307/02 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) determina diretrizes, critérios e procedimentos para gestão de resíduos da construção civil, orientando que esses materiais não devem ser enviados aos aterros sanitários.

Para priorizarmos a sustentabilidade na construção civil o município deve se atentar e criar soluções para os detritos descartados na execução das obras, há atenção maior está na segregação dos materiais em seu devido lugar, após isso

poderá ser encaminhado a empresas para elaboração e pesquisas de novos produtos sustentáveis.

3.9.6. LIXO DOMÉSTICO

De acordo com Vaz e Cabral (2006) apesar do lixo ser um grande problema nas maiores cidades, ele também é uma pedra no sapato de todos os municípios. Pois as cidades não possuem ver o suficiente para investir na coleta e tratamento dos lixos urbanos. Os “lixões” continuam ainda sendo o meio mais comum de se jogar os detritos, isso afetará a qualidade de vida da população, a saúde e o meio ambiente. Por isso exigem soluções para destinação final do lixo no sentido de reduzir seu volume. Para os autores, a grande solução se encontra na reciclagem e coleta seletiva do lixo (Figura 15), permitindo assim a redução de seu volume. O fundamental desse processo é a separação, pelos usuários, dos materiais reciclados (papéis, vidros, plásticos e metais) do restante dos detritos, que é destinado a aterros e usinas de compostagem. Esse tipo de lixo corresponde 40% de todo lixo jogado em aterros, em consequência disso, a vida útil dos aterros aumentam, sem falar, reciclando esses materiais, reduz a demanda de matéria-prima e energia.



Figura 36: Lixeira para coleta seletiva de resíduo.
Fonte: kavyclean.com.br.(2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Referindo-se à impactos ambientais na construção civil, pode-se dizer que não são todos os impactos que são perceptíveis pela população em geral. Toda execução de obras danifica o meio ambiente, seja a mesma de pequena ou grande porte. Os impactos de origem física sendo ruídos danificam a vida de quem reside nos locais próximos e devem ser verificados.

Na construção civil, para o título de sustentável é necessário padrões de eficácia e de melhor emprego de todos os recursos utilizados em sua execução.

Segundo Ferreira (2003, p.33):

O processo de gestão ambiental leva em consideração todas aquelas variáveis de um processo de gestão, tais como o estabelecimento de políticas, planejamentos, um plano de ação, alocação de recursos, determinação de responsabilidades, decisão, coordenação, controle, entre outros, visando principalmente ao desenvolvimento sustentável. Uma decisão ambiental, em seus diversos níveis, envolve variáveis complexas e alternativas de ação nem sempre fácil de aceitação pelos sócios, conselheiros ou pelas diretorias.

Com a existência desses impactos ambientais devemos adotar medidas para o não aumento dos mesmos na execução das obras. Para isso, atualmente possuímos várias inovações com o intuito de reduzir alguns impactos, dentre as mesmas, como já referido no trabalho, existem os materiais reciclados, materiais certificados ecologicamente, tecnologias de reaproveitamento de águas pluviais, placas fotovoltaicas para geração de energia elétrica ao qual proporciona economias ao longo prazo e favorece o meio ambiente. O relatório de Brundtland (1987) relata sobre o processo produtivo e consumo e há não uniformidade com a sustentabilidade, com foco em uma aliança da sociedade com o meio ambiente. O setor da construção civil deve estar em conciliação com o meio ambiente analisando quais as consequências

podem ser geradas pela execução de edificações e procurar ameniza-las através de soluções sustentáveis.

O resultado alcançado no trabalho apresenta os painéis solares aplicado à construção civil, o sistema em si, possui seus benefícios e limitações. Através do resultado alcançado foi possível verificar que os painéis solares é uma opção viável para economia de energia à longo prazo, possibilitando redução no consumo de energia elétrica da concessionária. O sistema fotovoltaico é recomendável para pessoas que possuem um bom investimento inicial.

Apesar dos painéis solares apresentarem resultados satisfatórios, existem algumas observações que não o tornam tão sustentáveis o quanto parecem. Segundo Dustin Mulvaney, professor de estudos ambientais da Califórnia, o problema está na extração do quartzo (material que é refinado em silício elementar utilizado em placas solares), colocando os mineiros em risco de uma das mais antigas ameaças ocupacionais da civilização, a doença pulmonar silicose.

O outro ponto é o refino do quartzo em silício de grau metalúrgico, substância utilizada principalmente para endurecer o aço e outros metais. O processo ocorre em fornos gigantes que por consequência consome muita energia elétrica.

Para estudos posteriores é indicado uma análise minuciosa sobre as técnicas utilizadas para o resultado final do silício em placas solares visto que segundo Dustin Mulvaney o processo fornece vários impactos podendo ser os impactos, tanto ambientais, quanto sociais e econômicos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concepções sustentáveis abordadas nesse trabalho fornecem ao projeto, maior qualidade, reduzindo parcialmente, custo elétrico e hídrico, favorecendo parcialmente à redução de impactos ambientais, o setor de construções civis tem grande relação com os danos ambientais causado em nosso meio. O pensamento sustentável contribui para redução do consumo de recursos naturais presente em nosso meio ambiente.

O Brasil possui problemas em relação ao desenvolvimento sustentável, há dificuldade em atender o abastecimento de água em alguns locais, além disso, não possui um planejamento adequado quanto aos investimentos sanitários.

A questão do descarte dos resíduos deveria ser pensado ambientalmente e estudado maneiras de descarte adequado, o conselho nacional do meio ambiente (CONAMA) define as classes de acordo com a sua natureza e as possibilidades de reutilização e reciclagem.

Atualmente as empresas responsáveis pelas construções civis já consideram à saúde, segurança, e o local de trabalho para os funcionários levando em consideração o número elevado de funcionários.

Podemos considerar que para implantarmos uma doutrina sustentável deve-se pensar de maneira geral de como uma execução de obras afeta o nosso meio ambiente, e quanto à adoção das técnicas construtivas deve haver preocupação com o meio ambiente e adotar precauções benéficas ao meio ambiente. Os processos de trabalho, execução de obras e engenharia devem ser executados em conjunto envolvendo também outros setores do local visando as ações cabíveis de educação ambiental na construção civil proporcionando conhecimento da relevância e da amplitude de suas ações para aliar-se a sustentabilidade.

O tema sustentabilidade realizado nesse trabalho tem como ênfase a construção civil, à sustentabilidade possui vertentes sociais, ambientais e econômicas ao qual podem ser referências para uma outra linha de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C., **Como ser sustentável?** Disponível em:
<www.atitudesustentaveis.com.br/como-ser-sustentavel> Acesso em: 15/03/2018
- ALMEIDA, F., **O bom negócio da sustentabilidade.** Disponível em:
<www.fernandoalmeida.com.br/livros/livro-fernando-almeida > Acesso em:
08/10/2018
- Água da Chuva.** Disponível em: < www.radames.manosso.com.br/ambiental>.
Acesso em: 12/03/2018
- Água Potável.** Disponível em: < www.webciencia.com/21_agua >. Acesso em:
10/03/2018
- Aplicação de Ecotelha.** Disponível em: < www.desingatento.com/ecotelhado >.
Acesso em: 11/04/2018
- ARAÚJO, M. A., **A moderna construção sustentável.** Disponível em:
< www.criarquiteturasustentavel.com.br >. Acesso em: 05/05/2018.
- Bacias Sanitárias e Torneiras.** Disponível em: < www.deca.com.br >. Acesso em:
05/05/2018
- Bacia de descarga de acionamento duplo.** Disponível em: < www.akatu.com.br >.
Acesso em: 05/05/2018
- Bloco de Concreto.** Disponível em: < www.fazfacil.com.br >. Acesso em:
06/05/2018
- Captação de águas Pluviais.** Disponível em: < www.ecycle.com.br >. Acesso em:
10/05/2018
- CASTRO, A. S., GOLDENFUN, J. A. **Uso de Telhados Verdes no Controle Qualitativo e Quantitativo do Escoamento Superficial Urbano.** In: VIII Encontro Nacional de Águas Urbanas. – Rio de Janeiro, 2008.
- Certificação LEED.** Disponível em: < www.gbcbrasil.com.br >. Acesso em:
10/05/2018
- Cobertura de Ecotelha.** Disponível em:
< blogs.jovempan.uol.com.br/meioambiente >. Acesso em: 11/05/2018
- COLAÇO, L. M. M., **A Evolução da Sustentabilidade no Ambiente Construído Projeto e Materiais dos Edifícios.** 2008. Tese apresentada a Universidade Portucalense para obtenção do grau de Doutorado, Porto, 2008.
- COSTA, D., WENZEL, M., **Por Mais Prédios Verde.** Revista Arquitetura e Construção. São Paulo, Ano 23, n.11, p. 117- 118, nov./2007.
- Economia de Energia.** Disponível em: < www.ecoconsciente.com.br >. Acesso em:
10/05/2018
- Energia.** Disponível em: < www.dicionariobabylon.com.br >. Acesso em: 06/05/2018
- Esquadrias.** Disponível em: < www.flexeventos.com.br >. Acesso em: 05/05/2018
- Esquadrias de Alumínio.** Disponível em: < www.abal.com.br >. Acesso em:
05/05/2018
- Esquadrias de PVC.** Disponível em: < www.jcesquadrias.com.br >. Acesso em:
05/05/2018
- GUSTAVSEN, D., **20 Anos de Sustentabilidade.** Revista Arquitetura e Construção. São Paulo, Ano 23, n.9, p. 114-117, set/2007.

GONÇALVES, J. C. S., DUARTE, D. H. S., **Arquitetura Sustentável: Uma Integração entre o Ambiente, Projeto e Tecnologia em Experiência de Pesquisa, Prática e Ensino**. Disponível em: < www.antac.org.br>. Acesso em: 06/05/2018

Lixeiras para coleta seletiva. Disponível em:

<<http://criandocasos.files.wordpress.com.br>>. Acesso em: 11/05/2018

Lixo. Disponível em: < www.wikipedia.org/residuossolidos >. Acesso em: 11/05/2018

Manual de Madeira: Uso Sustentável na Construção Civil. Disponível em:

<www.sinduscosp.com.br>. Acesso em: 06/05/2018

MATTOS, M. L., **Faça sua Parte!** Revista Casa e Construção. São Paulo, Ano 37, n.9, p.60(s/d).

MORAES, M., **À Luz do Sol**. Revista Arquitetura e Construção. São Paulo, Ano 23, n.9, p. 143, set./2007

Pavimento de Concreto. Disponível em: < www.originalblocos.com.br >. Acesso em: 05/05/2018

Piso grama. Disponível em: < www.paviconpisos.com.br >. Acesso em: 05/05/2018

Placa de Piso grama. Disponível em: < www.paviconpisos.com.br >. Acesso em: 05/05/2018

Painel solar fotovoltaico. Disponível em: < www.bluesol.com.br >. Acesso em: 18/10/2018

PLÍNIO, TOMAZ, **Aproveitamento de Água de Chuva em Área Urbana para fins não Potáveis**, 11 de Janeiro de 2011.

Reservas Hídricas. Disponível em: < www.amigodaagua.com.br >. Acesso em: 12/05/2018

Resíduos da Construção Civil. Disponível em:

<www.prefeituradecamanducaia.com.br>. Acesso em: 12/05/2018

Simulador fotovoltaico. Disponível em: < www.portalsolar.com.br/calculo-solar>. Acesso em: 04/05/2018

Sustentabilidade. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade> >. Acesso em: 04/05/2018

Telha Cerâmica. Disponível em: < www.hinkel.org.br/hhtelhas >. Acesso em: 06/05/2018

Telha de Tubo de Creme Dental. Disponível em: < www.engeplas.com.br >. Acesso em: 06/05/2018

Tijolo Ecológico. Disponível em: < www.tijo-eco.com.br >. Acesso em: 05/05/2018

VAZ, J. C., CABRAL, C. C., **Coleta Seletiva e Reciclagem do Lixo**. Disponível em: < www.pt-pr.org.br>. Acesso em: 11/10/2018

ANEXOS

ANEXO A - Comparativo entre esquadrias de PVC e alumínio

	PVC	ALUMÍNIO
CAIXILHOS	são robustos, pois precisam de uma "alma" de aço para obter estabilidade	esbeltos
VIDA ÚTIL	inferior a 30 anos	30 anos
RESISTÊNCIA À MARESIA	grande, compatível com emprego no litoral	grande, se usadas opções anodizadas com o índice A 18 na embalagem
ACESSÓRIOS E VEDAÇÕES	as esquadrias já vêm com vidros, ferragens, escovas e borrachas	o modelo escolhido pode receber todos esses itens ainda na montagem – procure um fornecedor confiável
ISOLAMENTO TERMOACÚSTICO	fundidas durante a solda, as peças apresentam excelente desempenho	sem desempenho especial
CORES E PADRÕES	a maioria dos tipos é branca, mas há coloridos e outros que imitam madeira	vem com anodização (em tons como bronze ou cinza) ou pintura eletrostática a pó (com grande variedade de cores e maior resistência à maresia)
MANUTENÇÃO	lavagem com água e sabão neutro	lavagem com água e sabão neutro, sem escovas e esponjas abrasivas

ANEXO B - Distribuição dos Recursos Hídricos no Brasil

Região	Densidade demográfica (hab/km ²)	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,5%
Nordeste	34,15	3,3%
Centro-Oeste	8,75	15,7%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,5%

Fonte: IBGE / Agência Nacional das Águas (2010)

ANEXO C – Dispêndio hídrico na economia doméstica

PERFIL DO USO DA ÁGUA NA ECONOMIA DOMÉSTICA PARA QUATRO PESSOAS			
Uso	Consumo para 1 mês (litros)	Consumo para 1 dia (litros)	Consumo per capita (litros)
Escovar os dentes (3 vezes por dia cada pessoa)	120	4	1
Banho de chuveiro elétrico (5 minutos, 1 vez ao dia para cada pessoa)	2.400	80	20
Descarga do sanitário (8 vezes por dia)	2.400	80	20
Lavar a louça (3 vezes por dia)	1.800	60	15
Lavar roupa/tanque (15 minutos 3 vezes por semana)	1.920	64	16
Água para ingestão	240	8	2
Preparo de alimentos	600	20	5
Limpeza de casa (1balde por dia)	600	20	5
Total	10.080	336	84