

MARÍLIA VAZQUEZ RODRIGUES

Aplicação de técnicas ecológicas em um projeto de condomínio em Mogi das Cruzes (SP)

Marília Vazquez Rodrigues

Aplicação de técnicas ecológicas em um projeto de condomínio em Mogi das Cruzes (SP)

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva

R696a	Rodrigues, Marília Vazquez Aplicação de técnicas ecológicas em um projeto de condomínio em Mogi das Cruzes (SP) / Marília Vazquez Rodrigues – Guaratinguetá, 2018. 87 f. : il. Bibliografia : f. 10 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018. Orientador: Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva 1. Indústria de construção civil. 2. Sustentabilidade. 3. Arquitetura sustentável. 4. Construção sustentável. I. Título.
-------	--

CDU 69

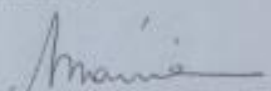
Luciana Máximo

Bibliotecária CRB-8/3595

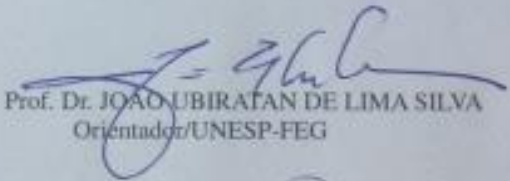
MARÍLIA VAZQUEZ RODRIGUES

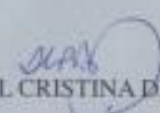
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL


Prof. Dr. MÁRCIA REGINA DE FREITAS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JOÃO UBIRATAN DE LIMA SILVA
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. ISABEL CRISTINA DE BARROS
TRANNIN
UNESP-FEG


Prof. Dr. MIGUEL ÁNGEL RAMÍREZ GIL
UNESP-FEG

Dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu agradeço a Deus por ter me permitido concluir esse ciclo e ter colocado pessoas na minha vida que me ajudaram a realizar esse sonho e que nunca me deixaram perder a fé;

aos meus pais, *Magali* e *Amilton*, pelo imenso amor, carinho e dedicação. Sem eles ao meu lado eu não conseguiria, eles foram e são a minha base;

as amigas com quem morei e compartilhei sorrisos, choros, infinitas emoções, experiências que nunca esquecerei e que me ajudaram a me desenvolver como pessoa e profissional;

ao meu orientador, *Prof. Dr. João Ubiratan de Lima e Silva* pelo incentivo à realização deste trabalho e pelas aulas ministradas durante minha graduação;

aos funcionários e professores da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá pela atenção e dedicação durante todos os anos de minha graduação.

“O futuro pertence aqueles que acreditam na
beleza de seus sonhos”

Eleanor Roosevelt

RESUMO

Esse trabalho apresenta a história das discussões sobre sustentabilidade no mundo, no Brasil e na construção civil do país. Através do conceito sustentável e de discussões de grupos de pesquisadores, foram-se criando certificações visando a efetividade de medidas que apresentassem resultados positivos. Ou seja, uma melhora na qualidade ambiental, social e econômica. Algumas das maneiras de se conseguir atingir o percentual mínimo de medidas propostas pelas certificações (como menor gasto na geração de energia, água e materiais) foram a adoção de técnicas ecológicas tanto durante a construção de uma edificação (no canteiro de obras) como na implementação de técnicas para a vida útil da obra. Neste trabalho foram apresentadas o estudo de algumas ecotécnicas e, a partir delas, foi proposto um condomínio sustentável na cidade de Mogi das Cruzes. Ele apresenta um total de dez casas, todas com sistema de geração de energia através de painéis fotovoltaicos (sistema *on grid*) integrado ao telhado verde (funcionando como regulador térmico e isolante acústico) e com captação de água com a finalidade de reuso para uso não-potável. O condomínio adotou componentes hidráulicos visando a economia de água tanto nas casas como em áreas comuns. O tratamento de esgoto *in loco* também foi utilizado como ecotécnica, com instalação de uma fossa séptica ecológica na área comum do condomínio. Na rua foi utilizado pavimentação intertravada com permeabilidade parcial e nas áreas de recreação como playground e academia o piso escolhido foi de borracha, diminuindo ruídos com impactos e evitando quedas por escorregamento por ser antiderrapante. O salão de festas do condomínio contou com o tratamento de lã de PET, melhorando a acústica do local e diminuindo o incômodo dos condôminos com barulhos altos. Ao término do projeto concluiu-se que as ecotécnicas apresentadas geram diminuição de gastos durante a construção e que, apesar de terem um custo inicial mais elevado no projeto, possuem um retorno financeiro na economia de energia elétrica e água, também promovem a consciência ambiental e lugares mais agradáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Construção sustentável, ecotécnicas, sustentabilidade, eficiência energética, tratamento de água, tratamento de esgoto.

ABSTRACT

This work presents the history of the discussions about sustainability in the world, in Brazil and in the civil construction of the country. Through the sustainable concept and discussions of groups of researchers, certifications were created aiming at the effectiveness of measures that had positive results. That is, an improvement in environmental, social and economic quality. Some of the ways to achieve the minimum percentage of measures proposed by certifications (such as lower energy, water and material costs) were the adoption of green techniques both during construction of a building (at the construction site) and in the implementation techniques for the useful life of the work. In this work the study of some ecological techniques was presented and, from them, a sustainable condominium was proposed in the city of Mogi das Cruzes. It presents a total of ten houses, all with power generation system through photovoltaic panels (grid system) integrated to the green roof (functioning as a thermal regulator and acoustic insulation) and with water collection for the purpose of reuse for non-use -potable. The condominium adopted hydraulic components aimed at saving water both in homes and in common areas. The treatment of sewage in loco was also used as ecological techniques, with installation of an ecological septic tank in the common area of the condominium. In the street was used interlocked paving with partial permeability and in recreation areas such as playground and gym the chosen floor was rubber, reducing noises with impacts and avoiding falls by sliding because it is non-slip. The condominium hall of the condominium had the treatment of pet wool, improving the acoustics of the place and reducing the annoyance of the condominiums with loud noises. At the end of the project, it was concluded that the ecological techniques presented generate a decrease in expenses during construction and that, despite having a higher initial cost in the project, have a financial return on the energy and water economy, also promote environmental awareness and most enjoyable places.

KEY WORDS: sustainable construction, ecological techniques, sustainability, energy efficiency, water treatment, sewage treatment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Separação dos Resíduos da Construção Civil.....	19
Figura 2: Logotipo da certificação BREEAM.....	21
Figura 3: Elementos de um edifício verde, conforme certificação BREEAM.....	21
Figura 4: Categorias do certificado BREEAM, e inovações obtidas.	22
Figura 5: Logotipo da certificação LEED.	24
Figura 6: Níveis de certificação LEED.....	24
Figura 7: Tipologia da Certificação LEED.....	25
Figura 8: Registros de certificações por tipologia no Brasil.	26
Figura 9: Logotipo da certificação AQUA-HQE.	27
Figura 10: Linha do tempo da criação do AQUA-HQE.....	27
Figura 11: Perfil mínimo de desempenho para certificação.....	28
Figura 12: Esquematização do processo de certificação do AQUA-HQE.....	29
Figura 13: Logotipo do selo CASA AZUL.....	30
Figura 14: Logotipo do Selo PROCEL EDIFICA.....	31
Figura 15: Diagrama elétrico fotovoltaico.	33
Figura 16: Alguns tipos de células fotovoltaicas.....	34
Figura 17: Monitoramento atualizado de dados solarimétricos.....	36
Figura 18: Influência da temperatura em uma curva I-V para um módulo fotovoltaico de silício cristalino sobre irradiância de 1000 W/m ²	37
Figura 19: Geração de energia por painéis fotovoltaicos.	37
Figura 20: Telhado ecológico.....	38
Figura 21: Esquema de captação de água da chuva em uma residência.....	40
Figura 22: Camadas de um telhado verde.	43
Figura 23: Perspectiva do sistema.	43
Figura 24: Iluminação zenital (lanternin).	45
Figura 25: Residência utilizando o recurso brise.....	45
Figura 26: Esquema mostrando a bandeja.....	46
Figura 27: Biblioteca Pública em Oregon – EUA, com uso de bandeja.	46
Figura 28: Tipos de tijolos ecológicos.....	47

Figura 29: Tijolo solo-cimento.....	48
Figura 30: Pavimento intertravado permeável com infiltração total no solo.	50
Figura 31: Pavimento intertravado permeável com infiltração parcial no solo.....	50
Figura 32: Piso de borracha usado em um playground.	53
Figura 33: Biossistema Integrado Compacto.	56
Figura 34: Esquema do sistema de tratamento físico-químico de esgoto em residências.	57
Figura 35: Vista lateral do reator mais filtro acoplado.....	58
Figura 36: Terreno do projeto.....	59
Figura 37: Pavimento inferior de uma unidade residual do projeto do condomínio de Mogi das Cruzes.	60
Figura 38: Pavimento superior de uma unidade residual do projeto do condomínio de Mogi das Cruzes.....	60
Figura 39: Planta do projeto do condomínio de Mogi das Cruzes	61
Figura 40: Preenchimento dos cones com argila verde e montagem do piso elevado.	62
Figura 41: Esquema do sistema laminar da empresa Ecotelhado de telhado verde.	62
Figura 42: Planta do telhado da unidade residencial do projeto do condomínio de Mogi das Cruzes (SP).....	65
Figura 43: Irradiação solar no plano inclinado de Mogi das Cruzes.	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação dos resíduos conforme Conama nº 307 e nº 431.	19
Tabela 2: Formas de destinação dos resíduos da construção civil.	19
Tabela 3: Níveis de classificação BREEAM com pontuação mínima.	23
Tabela 4: Classificação dos sistemas de natação de acordo com a inclinação do telhado.	42
Tabela 5: Economia de água gerada pelo uso de dispositivos economizadores.....	52
Tabela 6: Condutividade térmica da lã de PET, lã de rocha e lã de vidro.....	54
Tabela 7: Consumo de água em diversos locais	63
Tabela 8: Coeficientes de Runoff, conforme LEED <i>existing buildings</i> , 2009	64
Tabela 9: Cálculo da irradiação solar diária média mensal de Mogi das Cruzes.	66

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO.....	12
2.1	GERAL	12
2.2	ESPECÍFICO	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1	SUSTENTABILIDADE NO MUNDO	13
3.2	SUSTENTABILIDADE NO BRASIL	15
3.3	SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
3.3.1	Gestão de água.....	16
3.3.2	Gestão de energia.....	17
3.3.3	Gestão de materiais.....	18
3.4	CERTIFICAÇÃO E SELOS SUSTENTÁVEIS	20
3.4.1	Certificação BREEAM	21
3.4.2	Certificação LEED.....	23
3.4.3	Certificação AQUA-HQE.....	26
3.4.4	SELO CASA AZUL	29
3.4.5	Selo PROCEL EDIFICA	31
3.5	TÉCNICAS ECOLÓGICAS	32
3.5.1	Técnicas energéticas - painéis fotovoltaicos.....	32
3.5.2	Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas residuais	39
3.5.3	Telhado Verde	41
3.5.4	Iluminação	44
3.5.4.1	Iluminação artificial.....	44
3.5.4.2	Iluminação natural	44
3.5.5	Materiais e equipamentos	46
3.5.5.1	Tijolo solo-cimento.....	47
3.5.5.2	Pavimentos permeáveis	49
3.5.5.3	Equipamentos Hidráulicos.....	50
3.5.5.4	Piso de borracha.....	52
3.5.5.5	Lã de PET	53
3.5.6	Tratamento de esgoto.....	55

4	MATERIAL E MÉTODOS	58
4.1	DESCRIÇÃO DO PROJETO	58
4.2	PROJETO ARQUITETÔNICO	59
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
5.1	ECOTÉCNICAS UTILIZADAS NO PROJETO	61
5.1.1	Sistema de água	61
5.1.1.1	Equipamentos economizadores de água	65
5.1.2	Sistema de energia	66
5.1.2.1	Equipamentos economizadores de energia	67
5.1.3	Sistema de esgoto	68
5.1.4	Cobertura do solo.....	69
5.1.5	Material utilizado nas construções feitas dentro do condomínio.....	69
5.2	DISCUSSÃO	70
6	CONCLUSÃO.....	72
7	REFERÊNCIAS.....	73
8	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	82
9	ANEXO A: SIMULAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COPEL.....	84

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado de indústrias e o mercado econômico se expandindo cada vez mais, começou a se notar que os recursos naturais, antes em abundância, estavam diminuindo a uma proporção de não conseguir mais se recompor. Pesquisas feitas nesse âmbito indicaram que o consumo desenfreado dos produtos que o meio ambiente gera e os poluentes liberados nele estavam resultando em consequências desastrosas e as próximas gerações teriam um futuro muito preocupante se nada fosse feito.

A partir de então, começou-se a usar a palavra sustentabilidade, no intuito de conscientização. Pesquisadores e governos se uniram e passaram a promover políticas públicas, que visam a adoção de práticas mais harmoniosas entre o modelo desenvolvimentista vigente e o meio ambiente.

Nessa realidade, começou-se a desenvolver práticas na engenharia civil que amortizassem o impacto da construção na natureza. Inicialmente foi visto como algo oneroso e de difícil implementação, pois não era apenas utilizar uma técnica diferente mas mudar a concepção dos trabalhadores e dos próprios usuários dos edifícios.

Atualmente, o pré-conceito de ideias sustentáveis aos poucos vai perdendo força, ao passo que novas tecnologias vão surgindo e sendo divulgadas, diminuindo o elevado custo do emprego de técnicas e equipamentos. O perfil do usuário também vem alterando, buscando por melhor qualidade de vida, as edificações que prometem mais segurança, privacidade e conforto passam a ser consideradas no orçamento.

Assim, apesar de se ter um longo caminho a ser percorrido, esse trabalho busca uma análise do emprego de práticas sustentáveis na construção civil, com uma abordagem sobre como implementá-las em um condomínio, estimulando a quebra de paradigma de que o modelo de construção sustentável é algo em que não se valha a pena investir.

2 OBJETIVO

2.1 GERAL

Analisar e discutir as diferentes ecotécnicas que podem ser usadas em uma proposta de implementação de um condomínio residencial horizontal na cidade de Mogi das Cruzes, São Paulo.

2.2 ESPECÍFICO

Analisar e verificar quais certificações e selos sustentáveis a implantação da proposta do condomínio pode ganhar com a utilização das ecotécnicas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse trabalho visa a pesquisa sobre sustentabilidade na engenharia civil, por conseguinte nos próximos tópicos será abordada a explicação do tema a partir de referências bibliográficas, de que forma ela pode ser avaliada/certificada e as técnicas utilizadas para sua efetividade no meio da construção civil. Após o estudo referenciado será proposto um projeto utilizando o emprego das técnicas vistas e a viabilização deste.

3.1 SUSTENTABILIDADE NO MUNDO

Na década de 60, a Organização Não Governamental (ONG) Clube de Roma, debatia as questões ambientalistas, e nesse meio alguns esboçaram os primeiros comentários sobre questões que envolviam o tema. Com a revolução industrial, as grandes guerras mundiais (uso de bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki) e o uso desenfreado de poluentes, principalmente nas grandes regiões metropolitanas (poluição causada pelo uso do mercúrio na baía de Nagata, por exemplo), o assunto sobre causas ambientais passou a ser discutido por estudiosos em várias partes do planeta.

A partir desses debates internacionais, o Clube de Roma encomendou um relatório a um grupo de cientistas do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) chamado *Limits to Growth* de 1972, e este impactou a comunidade científica ao apresentar cenários bastante catastróficos sobre o futuro do planeta, caso o padrão desenvolvimentista permanecesse nos mesmos moldes vigentes da época.

Segundo Cracco (2011) sustentabilidade é um conceito sistêmico, relacionado com a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana. Esse conceito foi utilizado no Relatório Nosso Futuro Comum, ou Relatório de Brundtland, produzido em 1987. O relatório propunha a implantação de um programa com medidas que abrangiam diversas áreas, inclusive a construção civil, já que, na época, todos os recursos advindos dela eram retirados do ambiente sem nenhum reaproveitamento.

O Relatório de Brundtland propôs algumas metas para garantir o desenvolvimento sustentável, dentre elas:

- Controle do crescimento populacional;
- Garantia de recursos básicos (água, alimentos, energia) a longo prazo;
- Preservação dos ecossistemas e da biodiversidade;
- Redução do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias com uso de fontes energéticas renováveis;
- Aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas;
- Controle da urbanização desordenada e integração entre campo e cidades menores;
- Atendimento das necessidades básicas (saúde, escola, moradia);
- Adoção da estratégia de desenvolvimento sustentável pelas organizações de desenvolvimento (órgãos e instituições internacionais de financiamento);
- Proteção dos ecossistemas como a Antártica, oceanos, etc., pela comunidade internacional;
- Erradicação das guerras;
- Implantação de um programa de desenvolvimento sustentável pela Organização das Nações Unidas (ONU).

No setor da construção civil algumas medidas propostas foram:

- Uso de novos materiais na construção e reciclagem dos que podem ser reaproveitados;
- Reestruturação da distribuição de zonas residenciais e industriais;
- Aproveitamento e consumo de fontes alternativas de energia, como a solar, a eólica e a geotérmica;
- Consumo racional de água.

Em 1992, no Rio de Janeiro, houve a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), a qual reafirmou a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, ocorrida em 1972. A ECO-92 propôs métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica a serem alcançadas com

a publicação do programa de ação Agenda 21 e, a partir de então, há sucessivas tentativas de readequação das medidas propostas para o alcance dessas metas, como, segundo Huppés (2014), através do Protocolo de Kyoto (1997), Rio + 10 (2002), COP-15 (2009), Rio + 20 (2012) e COP-21 (2015).

3.2 SUSTENTABILIDADE NO BRASIL

No Brasil, na década de 70 foram criadas novas diretrizes de como conduzir o meio ambiente através do Estatuto da Terra em 1964, o novo Código de Defesa Florestal em 1965, lei de Proteção à Fauna em 1967, do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, porém essas diretrizes não foram eficazes, visto que o país obtinha e ainda obtém grande parte de sua renda do agronegócio e este não vai de encontro com algumas premissas de proteção ao meio ambiente. Por exemplo, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio de 2017 foi de 23% a 24% do PIB total, considerando além das atividades primárias realizadas no estabelecimento, as atividades de transformação e de distribuição.

Em 1973, o Brasil passou a ser influenciado pelas discussões internacionais, como a Conferência de Estocolmo, e criou a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), que assumiu a função de estabelecer normas e padrões relativos à preservação do meio ambiente.

Para Oliveira (2012 apud NASCIMENTO, 2012, p. 18) em 1981 foi sancionada pelo Congresso Nacional a Lei n. 6.938, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, que previa a descentralização das ações, atribuindo aos Estados e Municípios a função de executores de medidas e providências para a proteção ambiental.

Com a criação e forte influência do conceito do Relatório de Brundtland, a Constituição Brasileira, promulgada em 1988, sintetizou a preocupação com a preservação ambiental no artigo 225: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”

Passados quatro anos desde a promulgação da constituição, o Brasil sediou a ECO-92, evento conhecido mundialmente para discussão da sustentabilidade. E, desde então, já sediou outro evento: o RIO + 20.

Huppes (2014, p.42) “Os principais objetivos da Rio +20 eram discutir a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável”.

3.3 SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A sustentabilidade na construção civil deve ser considerada desde a extração e modelagem dos materiais até a sua manutenção ou demolição, além disso ela deve estar ligada com as expectativas do cliente e o desempenho da construção. Esse setor retira do meio ambiente água, matérias primas, e outros recursos, além disso, ele gera outros tipos de resíduos sólidos e poluição em diversas formas, gerando impactos em todas as etapas, assim deve-se otimizar o uso da água, da energia e de materiais como um todo.

Barbosa (2009, p.18) “O grande desafio do setor é a conciliação de uma atividade tão produtiva com as condições que levem a um desenvolvimento sustentável consciente e com menos impactos e degradações ao meio ambiente”.

Nesse sentido, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), por meio do seu Programa “Construção Sustentável”, trabalha com diversos parceiros para subsidiar a elaboração de políticas públicas que façam da Construção Sustentável uma realidade no país. Para isso, o Programa trabalha com sete objetivos principais:

- Redução de emissões na cadeia produtiva;
- Eficiência energética das edificações;
- Uso racional da água;
- Utilização de materiais e sistemas sustentáveis;
- Gestão de resíduos sólidos;
- Viabilização do desenvolvimento sustentável no espaço urbano;
- Valorização do ser humano (CBIC, 2017).

3.3.1 Gestão de água

A água está em todas as etapas das obras, seja como componente ou ferramenta. Como componente podemos citá-la na fabricação do concreto, pois ela consiste em 19% do peso do concreto e, também, promove a resistência mecânica do material, e, como ferramenta, na limpeza do canteiro de obras e a cura do concreto. Somando a quantidade de água utilizada em todo o ciclo da construção, segundo dados do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

(CBCS, 2009), em área urbanizadas, o consumo de água potável pela construção civil, chega a 50% do fornecimento da região, sendo considerado um percentual altíssimo.

O que intensifica a preocupação com o gasto de água nesse setor é que no Brasil, conforme Mello e Amorim (2009), o prazo médio nas obras de edificações da construção civil é três vezes maior em relação às construções americanas e duas vezes o desperdício das construções europeias, aumentando desnecessariamente não só o gasto de água como também o gasto de materiais durante a execução da obra e revelando a má gestão de tempo, dinheiro e projeto daqueles que gerenciam a obra.

Mingrone (2016, p. 21) “Assim, o principal objetivo da construção civil referente a gestão da água deve ser a redução do consumo total, que consequentemente diminui o impacto sobre o ciclo hidrológico da água”.

Em busca de uma melhor gestão de água e uso de fontes alternativas em substituição à água potável, é possível reduzir a quantidade total consumida em até 40 % com o uso de técnicas ecológicas e outros processos na obra. O reuso da água em canteiros, além de economizar água, gera um efeito cascata, já que os funcionários tendem a replicar o que foi aprendido em suas casas.

3.3.2 Gestão de energia

A adequada gestão da energia elétrica nas edificações é um tema muito caro para o setor da construção civil e, nos últimos anos, tornou-se vital para a indústria a partir da perspectiva da sustentabilidade e da crescente preocupação com a redução de emissões (CBIC, 2018).

Segundo Abreu (2012) e Medeiros (2009) a operação de edifícios (residenciais, comerciais e públicos) é responsável por, aproximadamente, 18% de todo o consumo brasileiro de energia e 50% do consumo de energia elétrica, a maior parte advinda dos sistemas de climatização e iluminação artificial. Ministério do Meio Ambiente – MMA (2013) “Pesquisas realizadas pela Eletrobras, é possível reduzir este consumo em 50% para novas edificações e em 30% para aquelas que promovam reformas que contemplem os conceitos de eficiência energética em edificações”.

Para atingir tal eficiência, de acordo com Moura e Motta (2013), existem soluções que podem ser elaboradas na fase de projeto, implementadas na fase de construção e adotadas na

fase de operação e uso do edifício, significando que em edificações já existentes, que não foram concebidas sob princípios sustentáveis, é possível racionalizar o consumo de energia.

Dentre as possíveis soluções aplicáveis a uma das etapas mencionadas acima pode-se citar:

- Priorização da ventilação e iluminação naturais;
- Adoção de energias renováveis;
- Previsão de mecanismos de controle de consumo de energia;
- Reaproveitamento de recursos e utilização de materiais renováveis (MINGRONE, 2016, p. 20).

De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2018) o Brasil, visando cumprir com o compromisso de promover seu crescimento econômico apoiado em uma matriz energética limpa, conforme estabelece a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) e aos demais compromissos internacionais firmados pelo país, formalizou um documento chamado de Plano Decenal de Expansão de Energia 2027 (PDE 2027) que é o resultado dos estudos de planejamento setorial realizado pelas equipes técnicas do Ministério de Minas e Energia (MME) e da EPE.

Os estudos sinalizam que a Oferta Interna de Energia (OIE), energia necessária para movimentar a economia, atingirá o montante de 371 milhões tep (Mtep) em 2027, resultando em um crescimento de 2,4% ao ano. Desse montante, as fontes renováveis podem chegar a uma participação de 48% em 2027 (EPE, 2018).

3.3.3 Gestão de materiais

O impacto ambiental causado pela produção e descarte de resíduos da indústria da construção civil é um dos principais do planeta, seja pela quantidade descartada diariamente ou pelo uso irracional das jazidas de recursos naturais (BATISTA; ROMANOEL, 2013, p. 3).

Além das demolições, grande parte da produção diária dos resíduos vem do desperdício de materiais em construções novas, graças a projetos construtivos malfeitos, com especificações errôneas de materiais e detalhes, e à falta de planejamento da execução da obra, resultando em improvisos (BATISTA; ROMANOEL, 2013, p. 4).

Segundo Kourmpanis et. al.(2008) a caracterização dos resíduos gerados pela construção civil é de grande importância para analisar e diagnosticar quais os tipos de resíduos mais gerados no canteiro da obra e também para auxiliar na decisão dos métodos e equipamentos. E de acordo com Lima (2009) a caracterização deve ocorrer durante as fases da obra para

relacionar os tipos de Resíduos da Construção Civil gerados de acordo com o cronograma, assim facilitando os planejamentos nas decisões a serem tomadas.

Os resíduos da construção são separados e classificados segundo a Resolução do Conama nº 307 e nº 431, em resíduos de classe A, B, C e D, conforme a Tabela 1 e mostrados na Figura 1, e também devem ser destinados de acordo com sua classificação, detalhados na Tabela 2.

Tabela 1: Classificação dos resíduos conforme Conama nº 307 e nº 431.

Classes	Integrantes predominantes considerados na composição gravimétrica
A	Resíduos recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, argamassa, concreto, areia e pedra
B	Resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso
C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação
D	Resíduos perigosos como tintas, solventes, óleos e amianto (contaminados)

Fonte: Tessaro; Sá; Scremin (2012).

Tabela 2: Formas de destinação dos resíduos da construção civil.

Classes	Destinação
A	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
B	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir sua utilização ou reciclagem futura.
C	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
D	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: Tessaro; Sá; Scremin (2012).

Figura 1: Separação dos Resíduos da Construção Civil.



Fonte: Henrique Castilho (2017).

Segundo Zordan (1997), Pinto (1999) e Carneiro (2005) atualmente existem muitas tecnologias para reciclagem total ou parcial dos resíduos da construção civil com viabilidade econômica, com redução nos custos da compra de matéria prima e na extração de nova matéria prima.

Além dessas tecnologias também há o uso de materiais sustentáveis, como: bioconcreto, vidro inteligente ou vidro eletrocromico, tijolos e telhados ecológicos, etc.

3.4 CERTIFICAÇÃO E SELOS SUSTENTÁVEIS

Existem diversos programas pelo mundo que avaliam e auxiliam, com seus métodos e perspectivas divergentes, o quão um edifício pode ser sustentavelmente projetado. O foco da certificação é estimular as empresas do setor a utilizarem seus recursos de maneira racional e econômica, mostrando que, para isso, não é preciso reduzir a qualidade dos projetos ou fazer gastos extras.

Um passo importante na certificação de obras aconteceu quando foi gerado o consenso entre investigadores e agências governamentais, de que a classificação de desempenho, associada a sistemas de certificação, cria mecanismos eficientes de demonstração de melhoria continuada (LEITE, 2011, p. 28).

Pinheiro (2006, p. 143) “Destaca-se então a importância da adoção voluntária de sistemas de avaliação de desempenho e da possibilidade do mercado ser um impulsionador para elevar o padrão ambiental existente”.

Construir uma edificação visando a certificação não traz apenas benefícios ambientais, mas também sociais e econômicos. Dentre os objetivos econômicos, pode ocorrer a diminuição dos custos operacionais e dos riscos regulatórios, a valorização do imóvel para venda, ou seja, existe um gerenciamento melhor do projeto, resultando em um melhor custo-benefício a curto prazo, como também uma diminuição de gastos ao longo da vida útil do edifício.

Em vista dos benefícios sociais, existe a capacitação profissional, aumento na produtividade do funcionário, aumento da satisfação e bem estar dos usuários, estímulo a políticas públicas de fomento à construção sustentável, entre outros, fazendo com que se crie

um ciclo de melhoria contínua na área de engenharia civil, visando sempre o aperfeiçoamento dos projetos.

3.4.1 Certificação BREEAM

Com os crescentes estudos sobre o futuro do planeta e as tentativas de integrar o meio ambiente com a construção civil, surgiu, a partir da ECO-92, um panorama de avaliação para medir o que de fato estava sendo mudado e, de certa maneira, incentivar construtoras e empreiteiras e até mesmo civis a adotarem técnicas ecológicas nos projetos.

Assim surgiu o primeiro sistema de certificação, o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), cujo logotipo está apresentado na Figura 2, desenvolvido pelo *Building Research Establishment* (BRE) em 1992. A certificação buscava atender o melhor desempenho ambiental quanto aos temas: local sustentável, eficiência de água, eficiência de energia, conservação dos materiais e dos recursos, e qualidade ambiental interna, princípios apresentados na Figura 2.

Figura 2: Logotipo da certificação BREEAM.



Fonte: BREEAM (2018).

Figura 3: Elementos de um edifício verde, conforme certificação BREEAM.



Fonte: Nova Arquitetura (2011) apud Leite (2011).

Inicialmente essa certificação não exigia desempenho mínimo em nenhuma das áreas propostas, porém com o passar do tempo ela foi se aperfeiçoando e sendo utilizada pelo Reino Unido e países europeus.

No Brasil, o BREEAM ficou conhecido como certificação internacional *Bespoke*, fundamentado em um sistema de créditos, que são critérios a serem atingidos dentro das nove categorias: gerenciamento, energia, água, transporte, materiais, poluição, saúde e bem-estar, uso da terra e ecologia, e resíduos. Rocha (2016, p. 34) “A avaliação possui alto nível de detalhamento e especificação para os critérios a serem atingidos dentro das categorias, e avalia as etapas de projeto, construção e uso da edificação”. A Figura 4 apresenta em tópicos as nove categorias e a inovação nos processos.

Figura 4: Categorias do certificado BREEAM, e inovações obtidas.

Management • Commissioning • Construction site impacts • Security	Waste • Construction waste • Recycled aggregates • Recycling facilities
Health and Wellbeing • Daylight • Occupant thermal comfort • Acoustics • Indoor air and water quality • Lighting	Pollution • Refrigerant use and leakage • Flood risk • NO_x emissions • Watercourse pollution • External light and noise pollution
Energy • CO₂ emissions • Low or zero carbon technologies • Energy sub metering • Energy efficient building systems	Land Use and Ecology • Site selection • Protection of ecological features • Mitigation/enhancement of ecological value
Transport • Public transport network connectivity • Pedestrian and Cyclist facilities • Access to amenities • Travel plans and information	Materials • Embodied life cycle impact of materials • Materials re-use • Responsible sourcing • Robustness
Water • Water consumption • Leak detection • Water re-use and recycling	Innovation • Exemplary performance levels • Use of BREEAM Accredited Professionals • New technologies and building processes

Fonte: Michelle Jagger (2011).

A avaliação de cada categoria gera um valor em pontos, a soma de todos os pontos atingidos gera uma nota final. Para receber o selo de certificação, o projeto concluído deve atingir um valor mínimo de pontos e para obter níveis de classificação mais satisfatórios, é necessário ter o valor de pontos apresentados na Tabela 3:

Tabela 3: Níveis de classificação BREEAM com pontuação mínima.

Níveis de classificação	Pontos mínimos
<i>Pass</i>	30
<i>Good</i>	45
<i>Very Good</i>	55
<i>Excellent</i>	75
<i>Outstanding</i>	85

Fonte: Autora.

Essa classificação possui reconhecimento internacional e atuação em diversos países, ela considera as diferenças culturais e ambientais além de dar preferência à legislação local, buscando expandir a abrangência de características sustentáveis na região. Suas diretrizes são baseadas em pesquisas acadêmicas e análise laboratorial, o que traz veracidade ao que é pedido dentro de suas categorias de pontuação. Apesar dessa certificação ser pouco difundida no Brasil, é possível ver exemplos como o Centro Sebrae de Sustentabilidade (CSS).

Segundo o site Arch Daily, o projeto CSS, feito pelo arquiteto e urbanista José Portocarrero, venceu o prêmio BREEAM Awards 2018 como o melhor edifício sustentável das Américas e também venceu na categoria voto popular. Com base nas casas indígenas, referências em bioclimática, o edifício em Cuiabá (MT) se destaca pelo conforto térmico e utilização máxima da iluminação natural. Sua cobertura em duas cascas, possibilita o resfriamento interno do prédio e a captação de água da chuva, filtrada e armazenada para uso na irrigação do jardim e lavagem de pisos.

3.4.2 Certificação LEED

A Figura 5 representa o logotipo do *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), que é um programa de certificação para construções verdes e uma referência internacionalmente aceita, criada pelo *U.S. Green Building Council* (USGBC).

Figura 5: Logotipo da certificação LEED.



Fonte: Imagem GBC Brasil (2018).

Por promover uma abordagem sustentável completa, a LEED considera desempenho no local e em projeto, desenvolvimento de canteiro sustentável, redução no consumo de água, eficiência energética, seleção de materiais, qualidade ambiental interna, estratégias inovadoras e atenção a problemas regionais (MINGRONE, 2016, p. 26).

Esta certificação funciona para todos os edifícios e pode ser aplicado em qualquer momento no empreendimento. Os Projetos que buscam a certificação LEED são analisados por critérios, que possuem pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos (recomendações), e a medida que forem atendidos, garantem pontos à edificação.

GBC Brasil (2018) “Os critérios avaliados pelo LEED são: SS – Espaço sustentável; WE – Eficiência do uso da água; EA – Energia e atmosfera; MR – Materiais e recursos; EQ – Qualidade ambiental interna; IN – Inovação e processos; RP – Créditos regionais”.

O nível da certificação é definido conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 a 110 pontos. Na Figura 6 é possível ver a classificação pela pontuação atingida.

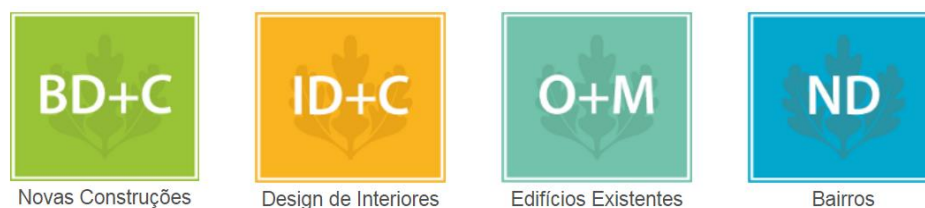
Figura 6: Níveis de certificação LEED



Fonte: Tem Sustentável (2018).

Quanto ao tipo de certificação LEED selecionado para a construção, existem os apresentados na Figura 7 e descritos a seguir:

Figura 7: Tipologia da Certificação LEED



Fonte: GBC Brasil (2018).

A tipologia LEED BD+C fornece parâmetros para construir um edifício que considere a sustentabilidade de maneira holística. Pode ser aplicada a diversos tipos de projeto, de prédios comerciais às *data centers*: novas construções ou grandes reformas; envoltória e Núcleo Central; Escolas; Lojas de Varejo; Data Centers; Galpões e Centros de Distribuição; Hospedagem; Unidades de Saúde (GBC Brasil, 2018).

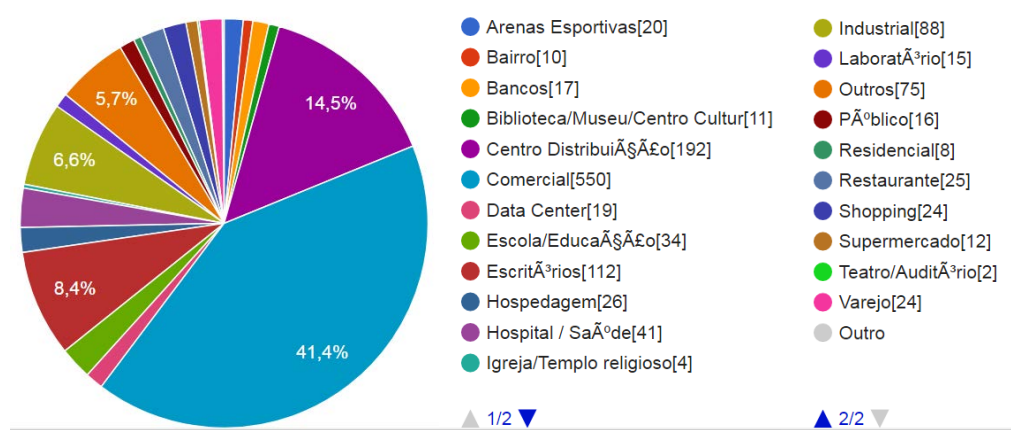
A tipologia LEED ID+C dá às equipes de projeto, que não têm controle sobre a operação do edifício inteiro, a oportunidade de criar espaços internos que são melhores para o planeta e para as pessoas (GBC Brasil, 2018).

A tipologia O+M tem foco em edifícios já construídos sem visar a sustentabilidade ou aqueles que buscam aperfeiçoá-la. Muitos edifícios antigos no mundo são grandes consumidores de água e energia. Com certa atenção à operação destes edifícios, o cenário pode ser revertido de maneira drástica usando o LEED para Operação e Manutenção de Edifícios Existentes (GBC Brasil, 2018).

O LEED para Desenvolvimento do Bairro (LEED ND) foi criado para inspirar e ajudar a criar bairros melhores, mais sustentáveis e melhor conectados. Olhando para além da escala dos edifícios, considerando comunidades (GBC Brasil, 2018).

Considerado todas as obras que tem certificação LEED, pelo gráfico da Figura 8 pode-se ver qual a porcentagem de cada tipo de construção dentro do total certificado.

Figura 8: Registros de certificações por tipologia no Brasil.



Fonte GBC Brasil (2018).

A certificação LEED proporciona uma verificação independente de que um projeto atinja altos níveis de sustentabilidade de cinco etapas. Primeiramente, o projeto é cadastrado no sistema, em seguida é preparado para a aplicação.

Mingrone (2016, p. 29) “Após ser submetido, será realizada a revisão do processo e caso todos os critérios e pré-requisitos estejam de acordo com o requerido, o projeto será reconhecido por certificado formal”.

No Brasil, o edifício JK 1455 ganhou a primeira certificação LEED ouro. Localizado na Avenida Presidente Juscelino Kubitschek, em São Paulo, o edifício realizou uma reforma para que sua estrutura passasse a ser sustentável, aprimorando várias técnicas para a redução do impacto ambiental. Algumas práticas adotadas foram a redução do consumo de energia elétrica, o melhor uso da água e maior eficácia na limpeza, pois implementa políticas visando eficiência com mínimo uso de produtos químicos.

3.4.3 Certificação AQUA-HQE

A Fundação Vanzolini criada na década de 60 é uma instituição privada, sem fins lucrativos, que criou em 2008 a certificação brasileira de construção sustentável AQUA, como pode ser visto no logotipo da Figura 9. Ela foi desenvolvida tendo como molde a certificação francesa *Démarche HQE* (*Haute Qualité Environnementale*), e na sua formulação considerou a cultura, o clima, as normas técnicas e a regulamentação presentes no Brasil.

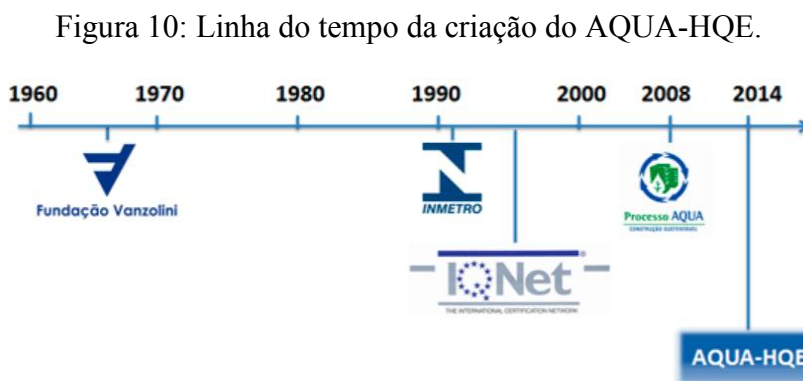
Figura 9: Logotipo da certificação AQUA-HQE.



Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI (2018).

Em 2013 os organismos de certificação residencial - QUALITEL e não-residencial - CERTIVEA se uniram para criar a Rede Internacional de certificação HQE™, uma unificação de critérios e indicadores para todo o mundo, que criou uma identidade de marca única global, cujo órgão certificador passou a ser a *Cerway*, sempre fundamentado nas premissas da certificação HQE francesa (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2018).

Mingrone (2016, p. 30) “Posteriormente a Fundação Vanzolini firmou um acordo de cooperação com o *Cerway* e passou a ser a representante nacional da rede de certificação unificando as duas certificações, dando origem ao AQUA-HQE”. Pela Figura 10 pode-se observar a linha do tempo da criação do certificado em questão.



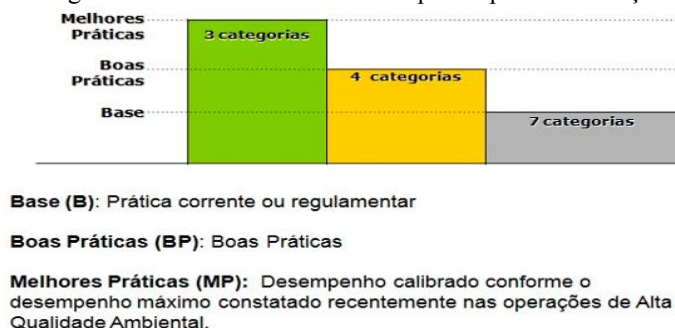
Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI (2018)

O processo de certificação traz exigências de um Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) que permitem o planejamento, a operacionalização e o controle de todas as etapas de seu desenvolvimento, partindo do comprometimento com um padrão de desempenho definido e traduzido na forma de um perfil de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2018).

Na fase de pré-projeto são analisadas 14 categorias e cada uma passa pelo QAE sendo o sistema composto de quatro níveis por meio de métodos de comprovação (projetos, notas de cálculo, etc.) que agregarão estrelas ao projeto. Em cada nível é necessário que se atinja um

patamar mínimo, ou seja, um número de categorias mínimo, conforme mostra o gráfico da Figura 11.

Figura 11: Perfil mínimo de desempenho para certificação.



Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI (2018).

Em empreendimentos novos a certificação deve se dar em todas as fases da construção: pré-projeto, projeto e execução. Já em empreendimentos em uso e operação a certificação verificará as rotinas de gestão predial, que devem ser planejadas e monitoradas periodicamente. O empreendimento será certificado, com emissões dos certificados após as auditorias, uma vez constatado atendimento aos critérios dos Referenciais Técnicos de Certificação e comprovado o alcance do perfil mínimo (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2018). A Figura 12 apresenta um esquema do processo de certificação:

Figura 12: Esquematização do processo de certificação do AQUA-HQE.



Fonte: FUNDAÇÃO VANZOLINI (2018).

Segundo a Fundação Vanzolini, em 2018 foi concluído o Amadis, o 500º edifício a obter o selo AQUA-HQE. Voltado para o segmento Minha Casa, Minha Vida, a construtora e incorporadora Tarjab do edifício assumiu o compromisso de certificar todas as suas novas obras residenciais e mistas no estado de São Paulo e tornou-se a quarta empresa do Brasil a receber o selo Empreendedor AQUA.

3.4.4 SELO CASA AZUL

O Selo Casa Azul é uma classificação socioambiental de empreendimentos residenciais da Caixa Econômica Federal. É o primeiro sistema de certificação criado para a realidade da construção habitacional brasileira sem a adaptação de certificados internacionais. Foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar em parceria com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Estadual de Campinas (GRÜNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014, p. 8).

O logotipo do selo está representado pela Figura 13.

Figura 13: Logotipo do selo CASA AZUL



Fonte: Caixa Econômica (2018).

Esse selo foi a forma que o banco encontrou de promover o uso racional de recursos naturais nas construções e a melhoria da qualidade da habitação. A principal missão do selo é reconhecer projetos que adotem soluções eficientes na construção, uso, ocupação e manutenção dos edifícios (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2018).

O Selo Casa Azul possui 53 critérios de avaliação e para receber a certificação é necessário atender ao menos 19 critérios. Quanto maior o nível de critérios atendidos maior é o patamar do selo obtido pela edificação:

- Bronze: atende aos 19 itens obrigatórios;
- Prata: atende aos 19 itens obrigatórios, mais 6 opcionais;
- Ouro: atende aos 19 itens obrigatórios, mais, pelo menos, 12 opcionais.

Segundo a Caixa Econômica Federal (2018) são 53 critérios de avaliação, divididos em 6 categorias:

- Qualidade urbana
- Projeto e conforto
- Eficiência energética
- Conservação de recursos materiais
- Gestão da água
- Práticas sociais.

Em 2011, a Caixa Econômica Federal certificou com o selo Casa Azul nível Ouro a empresa Rôgga S.A. Construtora e Incorporadora. Sediada em Joinville (SC), é foi primeira incorporadora do País a receber o título, como referência em sustentabilidade na construção civil nacional.

3.4.5 Selo PROCEL EDIFICA

O Selo Procel Edificações, estabelecido em novembro de 2014, é um instrumento de adesão voluntária que tem por objetivo principal identificar as edificações que apresentem as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes. Este é um setor de extrema importância no mercado de energia elétrica, representando cerca de 50% do consumo de eletricidade do país (PROCEL INFO, 2018).

O Selo Procel, representado pelo logotipo da Figura 14, pode ser conseguido tanto na etapa de projeto, válido até a finalização da obra, quanto na etapa da edificação construída, porém recomenda-se a sua adoção desde o projeto já que com melhor gerenciamento encontra-se um equilíbrio entre o custo e o benefício, fazendo com que a economia de recursos possa alcançar 50% de economia.

Figura 14: Logotipo do Selo PROCEL EDIFICA.



Fonte: Procel Info (2018).

A certificação por esse selo se dá por meio da avaliação de 4 sistemas: envoltória (fachada e cobertura), iluminação, condicionamento de ar e o sistema de aquecimento de água. Sendo que, para construções comerciais, de serviços e sistema público são utilizados apenas os três primeiros e para construções habitacionais a avaliação se faz pela envoltória e o aquecimento de água.

Segundo o Procel Edifica (2018) o relatório referente aos resultados alcançados em 2017 se refere ao primeiro ano de execução do plano de aplicação de recursos do Procel, que passou a receber recursos do programa de eficiência energética (PEE), por meio da Lei Federal 13.280/2016. Nesta publicação destacam-se os 21,2 bilhões de kWh de energia elétrica economizada com apoio do Procel, bem como os benefícios diretos de reduzir a demanda de 6.887 MW e de ajudar a evitar a emissão de 1,965 milhão de tCO₂ equivalentes, o que corresponde a emissões de 675 mil veículos durante um ano.

3.5 TÉCNICAS ECOLÓGICAS

A busca por construções sustentáveis originou o desenvolvimento de técnicas que integrem o meio ambiente e a engenharia civil, e que visem a sustentabilidade, trazendo benefícios econômicos, sociais e ambientais. As ecotécnicas buscam reaproveitar e/ou aproveitar de maneira mais eficiente o que o meio já disponibiliza, utilizando resíduos de outras obras em novos materiais, fazendo materiais a partir de matéria orgânica e, também, utilizando a luz solar como energia.

Essas técnicas são desenvolvidas por meio de contínuas pesquisas, que além de ter um viés ambiental, também estuda a viabilidade econômica, diminuindo custos altíssimos durante a construção de edifícios (através de desperdícios de materiais), no pós-obra, o que de fato é o tempo de vida efetivo da construção. Em relação aos usuários do edifício, as ecotécnicas buscam trazer maior conforto para a habitação. As tecnologias ecológicas não se limitam em tecnologias mais aprimoradas ou novas, mas também envolvem técnicas que melhoram o uso de materiais no canteiro de obras, diminuindo seu desperdício.

Segundo Pereira (2010), as ecotécnicas incorporam saberes históricos dos grupos humanos, tanto em conhecimento universal como, principalmente, as sabedorias da população local. Integram-se, nesta opção de linha tecnológica, conhecimentos históricos e novas sínteses e descobertas científicas e tecnológicas do cotidiano, além de técnicas de gestão ambiental.

3.5.1 Técnicas energéticas - painéis fotovoltaicos

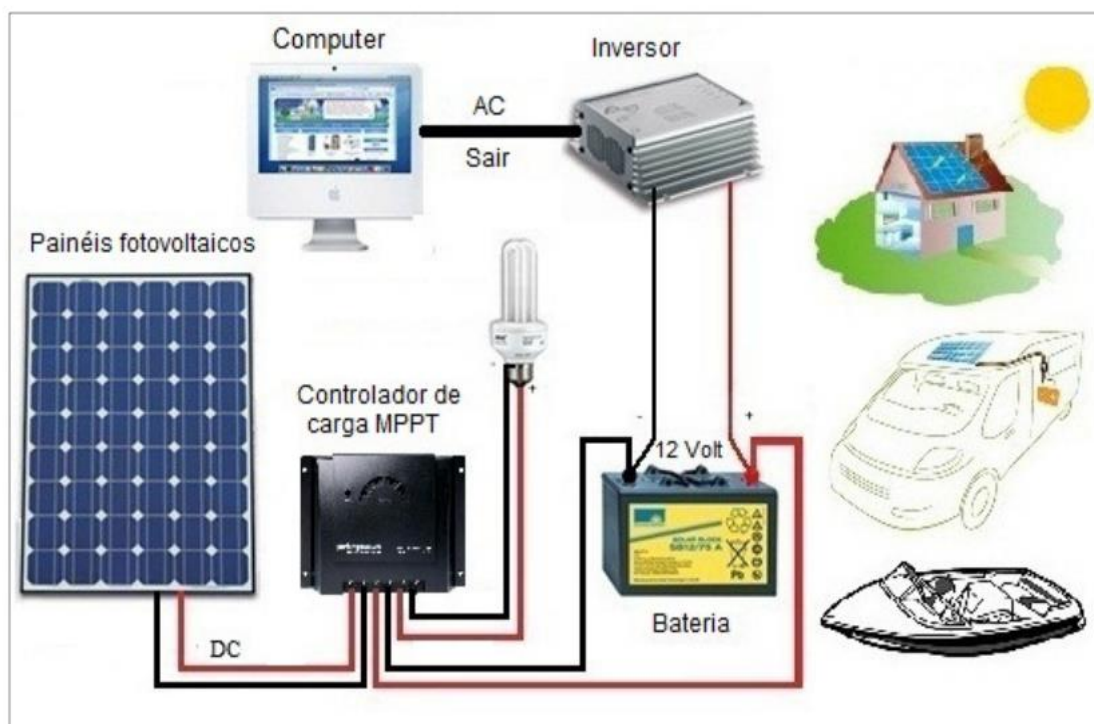
A eletricidade solar fotovoltaica (FV) é considerada uma tecnologia energética promissora. As células solares convertem diretamente a energia solar - a mais abundante fonte de energia renovável - em eletricidade.

O processo de geração, executado por dispositivos semicondutores, não tem partes móveis, não produz cinzas nem outros resíduos e, por não liberar calor residual, não altera o equilíbrio da biosfera. Como não envolve queima de combustíveis, evita por completo o efeito estufa (BRAGA, 2008, p. 17).

Segundo Almeida os painéis ou módulos solares são os principais componentes do sistema fotovoltaico de geração de energia. Estes são formados por um conjunto de células

fotovoltaicas associadas, eletricamente, em série ou em paralelo, dependendo das tensões e correntes determinadas em projeto. Pereira e Oliveira (2011 apud ALMEIDA et. al., p. 6) “O conjunto destes módulos é chamado de gerador fotovoltaico e constituem a primeira parte do sistema, ou seja, são os responsáveis pelo processo de captação da irradiação solar e a sua transformação em energia elétrica”. A Figura 15 representa um diagrama elétrico de um sistema fotovoltaico.

Figura 15: Diagrama elétrico fotovoltaico.



Fonte: Mppt Solar (2016)

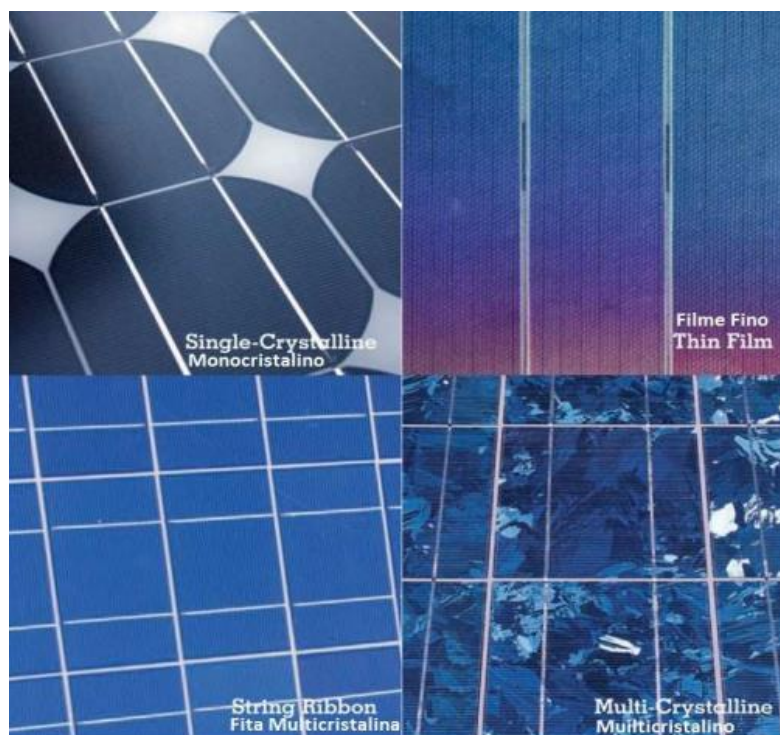
A partir da Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 482/2012, os consumidores brasileiros podem gerar sua própria energia elétrica utilizando-se de fontes renováveis (microgeração ou minigeração distribuída de energia elétrica). Caso a geração de energia tenha sido superior à utilizada pelo consumidor, este pode fornecer o saldo positivo de energia para a rede de distribuição de energia elétrica.

A ANEEL projetou para 2024 que mais de 800 mil residências no Brasil estarão produzindo a própria energia elétrica, por meio de fonte solar. No caso da microgeração, com potência instalada menor ou igual a 75 kW, já no primeiro trimestre de 2015 haviam 556 sistemas de microgeração de energia solar instalados no país, e em agosto de 2017, esse número foi para 12.977. A maioria desses

sistemas concentra-se nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná (REVISTA FAPESP, 2017).

As tecnologias fotovoltaicas podem ser classificadas como: (1) primeira geração (silício monocristalino - em que as células são feitas de um só cristal de silício com alta pureza - e policristalino - em que as células são formadas por vários cristais de silício e a vantagem é que possuem um custo menor de fabricação em relação ao monocristalino e sua eficiência é comparável); (2) segunda geração (silício amorfo - a tecnologia de produção do silício amorfo está evoluindo aceleradamente nos últimos anos e atualmente a grande vantagem foram os ganhos com a eficiência deste tipo de célula em relação ao mono e policristalino - e filme fino); (3) terceira geração (concentrador fotovoltaico - utiliza espelhos parabólicos para concentrar os raios solares em uma área menor e, dessa forma, aumentar a eficiência da absorção de irradiação, utilizando menor quantidade de células fotovoltaicas). A Figura 16 podem ser observados alguns tipos de células usadas.

Figura 16: Alguns tipos de células fotovoltaicas.



Fonte: Garcete (2013).

Existem três diferentes sistemas de painéis fotovoltaicos: o *off grid*, o *on grid* e o sistema híbrido. O sistema *off grid* não depende de rede elétrica convencional, assim para

localidades que não possuem rede de distribuição elétrica é uma alternativa viável. O sistema pode ser de dois tipos, sendo que um é capaz de armazenar energia elétrica e o outro apenas transfere a energia de um lugar para outro. Villalva; Gazoli (2012 apud ALMEIDA et. al., p. 7) “O primeiro pode ser utilizado em carregamento de baterias de veículos elétricos, em iluminação pública e, até mesmo, em pequenos aparelhos portáteis”. Pereira; Oliveira (2011 apud ALMEIDA et. al., p.7) “Enquanto o segundo, além de ser frequentemente utilizado em bombeamento de água, apresenta maior viabilidade econômica, já que não utiliza instrumentos para o armazenamento de energia”.

Os sistemas *on grid* são aqueles que não dependem exclusivamente da energia provinda da luz solar, pois é um sistema que utiliza a rede elétrica como um suporte. De forma sucinta, o painel fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua e, após convertê-la para corrente alternada, é injetada na rede de energia elétrica. Pereira; Oliveira (2011 apud ALMEIDA et. al.) “Tal conversão se dá pela utilização do inversor de frequência, que realiza a interface entre o painel e a rede elétrica”. Com isso, o relógio medidor de energia elétrica gira no sentido contrário e esse excedente é convertido em créditos de energia, que podem ser utilizados em momentos onde a demanda é maior que a produção, dentro de um período de até 36 meses. Assim, esse sistema dispensa o uso de dispositivo de armazenamento tornando-se mais barato.

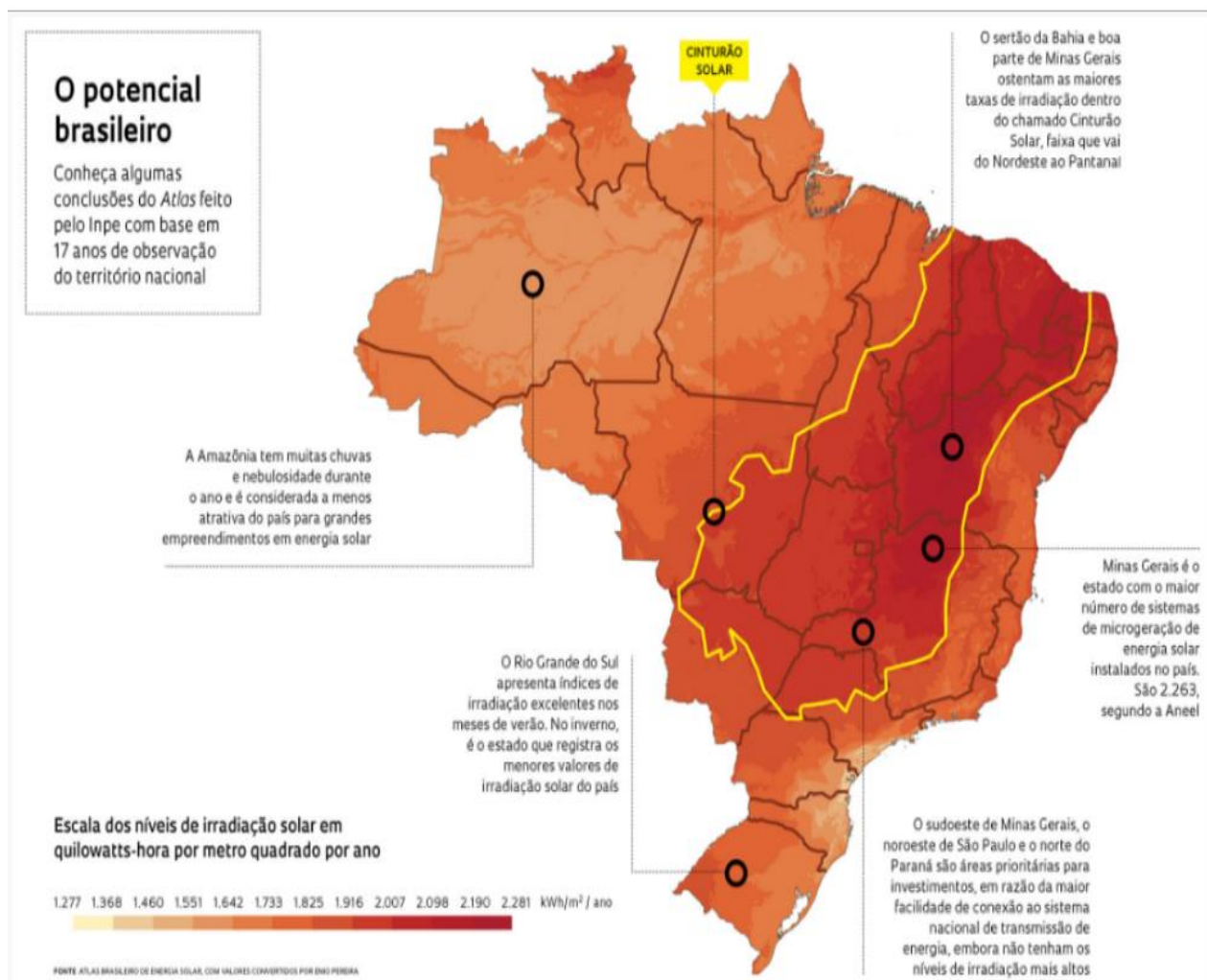
A associação de sistemas fotovoltaicos com demais fontes de energia fundamenta-se no sistema híbrido. O seu maior benefício é proporcionar eletricidade (armazenada nas baterias), na privação de sol, ou seja, em dias de baixa, ou nenhuma, geração. No entanto, é apontado como um sistema complexo, já que necessita integrar diversas formas de produção de energia elétrica, como motores a diesel ou gás, ou por geradores eólicos (PEREIRA; OLIVEIRA, 2011 apud ALMEIDA et. al.).

Ao analisar os sistemas e tecnologias fotovoltaicas diferentes é indispensável observar os dados solarimétricos da região, onde se deseja instalar os painéis, além de se balancear as estimativas de produção de energia do projeto, custos e análise da taxa interna de retorno - TIR. Devido a pesquisas na área os painéis podem operar com capacidade total até 25 anos de uso, sendo que de 25 a 30 anos eles passam a operar com torno de 80% de sua capacidade. Assim, além de silenciosa, renovável e não poluente, também é uma alternativa para economia financeira da residência.

No Brasil a análise dos dados solarimétricos é dado pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INMET). Em 2017 foi lançada uma nova versão de dados, conforme Figura 17,

assim como aconteceu com o Atlas de 2006, a nova edição se propõe a orientar a elaboração de políticas para o setor de energia solar.

Figura 17: Monitoramento atualizado de dados solarimétricos.

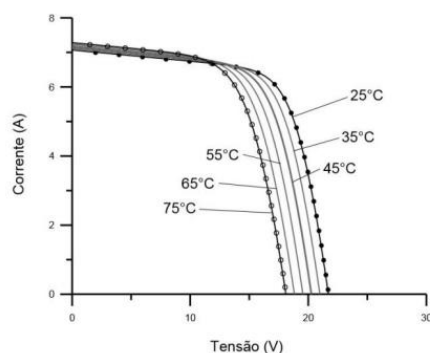


Fonte: Revista Fapesp (2017).

Estudos da Universidade de Hong Kong mostram que a eficiência dos painéis FV depende da temperatura superficial de onde estão instalados. Altas temperaturas podem reduzir em 25% a produtividade do painel, a uma taxa de -0,45% por grau Celsius. A baixa de produtividade dos painéis devido à temperatura se dá pelo fato de que elevadas temperaturas aumentam a condutividade do semicondutor cristalino do painel, o que inibe a separação de cargas e diminui a voltagem das células voltaicas (HUI; CHAN, 2011, p.3).

A influência da temperatura na tensão dos painéis é verificada no gráfico da Figura 18.

Figura 18: Influência da temperatura em uma curva I-V para um módulo fotovoltaico de silício cristalino sobre irradiância de 1000 W/m².

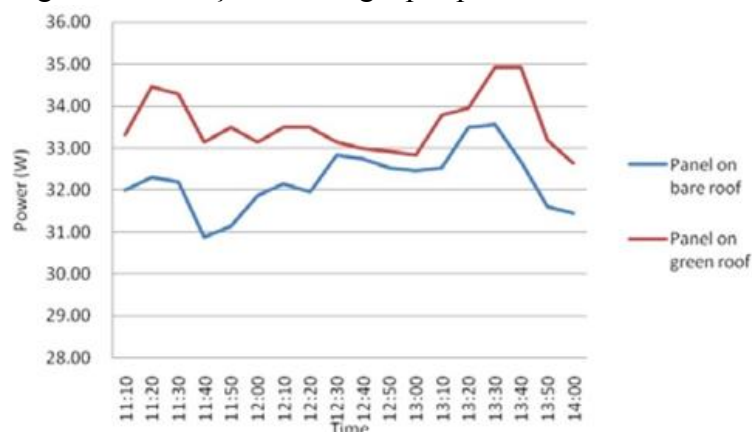


Fonte: Pinho; Galdino (2014).

Com a queda na produtividade dos painéis FV, começou-se a pesquisar a partir da década de 90 na América do Norte, Europa e Ásia, a inter relação entre a ecotécnica de telhado verde com os painéis e de acordo com Hui e Chan (2011), essa integração pode gerar até 8,3% a mais de energia do que sistemas fotovoltaicos instalados em telhados convencionais.

No gráfico da Figura 19 pode se observar a potência de saída dos painéis fotovoltaicos no teto descoberto e no sistema integrado. Segundo Hui e Chan (2011) a produção média de energia durante o período para o sistema integrado e painel fotovoltaico de teto descoberto é de 32,2W e 33,6W, respectivamente. Em geral, o sistema integrado pode fornecer cerca de 4,3% mais eletricidade do que o PV no teto durante o período de medição. A avaliação da temperatura dos painéis fotovoltaicos também indicou que o efeito de resfriamento pela vegetação é bastante significativo.

Figura 19: Geração de energia por painéis fotovoltaicos.



Fonte: Hui; Chan (2011).

Para unificar as duas técnicas é necessário fazer um estudo prévio das plantas escolhidas, de modo que elas não aumentem exageradamente causando problemas, como sombreamento das placas, ao invés de ajudar. O telhado verde, além de ajudar na diminuição da temperatura em torno dos painéis (as plantas ajudam a manter a cobertura dos edifícios fria e a manejar as águas, ou seja, elas evaporam e deixam o ambiente em torno dos painéis mais frio), também faz o sequestro de carbono e ajudam a desviar as poeiras que se alocam sobre as fotocélulas, podendo bloquear raios solares incidentes e consequentemente diminuindo a geração de energia. Na Figura 20 pode se observar uma integração de telhado ecológico e painel fotovoltaico.

Figura 20: Telhado ecológico.



Fonte: ECO CASA (2016).

Uma importante análise a ser feita de painéis FV é a inclinação em que estarão, quantos painéis serão colocados no telhado e a adequação do gerador, de acordo com a demanda da residência. A localização geográfica do sistema é necessária para determinar o ângulo de inclinação adequado para o módulo fotovoltaico e o nível de radiação (médio mensal) da localidade em questão. Considerando um telhado verde, é necessário que se fixe os painéis sobre as bandejas de drenagem do telhado, pois as plantas/substratos aderidos servem para fixar as bases de inclinação dos painéis.

Sabendo que a trajetória do sol no hemisfério sul pode ser definida como nascendo no Leste, subindo inclinando-se ao Norte e se pondo no Oeste, estudos mostram que o melhor ângulo de inclinação é igual ao da Latitude do local onde será realizado o projeto com

posicionamento em direção ao Norte, para isto deve-se considerar a diferença entre o norte magnético e o norte geográfico e fazer uma correção dependendo do local.

De acordo com Campos (2016) para o dimensionamento da quantidade de painéis FV de uma edificação é necessário conhecer a taxa de irradiação solar de pico do local além de estimar a demanda de energia elétrica mensal da residência. A taxa de irradiação pode ser consultada diretamente no site do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB), que fornece os dados de cada região a partir dos valores de latitude e longitude. Os dados da latitude e longitude de um determinado local podem ser facilmente obtidos através do *Google Maps*.

Para o cálculo da quantidade de painéis FV necessários para suprir o consumo de energia elétrica da residência é necessário fazer uma estimativa do consumo elétrico. Há vários sites que disponibilizam simuladores de consumo de energia, basta informar a quantidade de eletrodomésticos, a frequência em que são utilizados, quantidade de cômodos e a região do país em que se mora. Sabendo a estimativa de consumo, além de fazer o levantamento do quantitativo de painéis, é possível calcular o quanto de economia os usuários terão no futuro.

Os sistemas FV de microgeração de energia também possibilitam o desenvolvimento de postes de iluminação que não são conectados à rede elétrica. Com o posicionamento de painéis FV no topo dos postes e com o uso de baterias, é possível armazenar a energia elétrica gerada durante o dia e utilizá-la para o funcionamento das lâmpadas durante a noite. A Empresa Solenerg desenvolveu um poste de iluminação que tem autossuficiência de 2,5 dias graças às baterias nele instaladas, garantindo iluminação inclusive em dias com poucas horas de sol (CAMPOS, 2016, p. 20).

3.5.2 Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas residuais

As grandes massas de água já foram consideradas reservatórios inesgotáveis, capazes de fornecer água pura e de receber e absorver quantidades ilimitadas de rejeitos provenientes da atividade humana. Este pensamento conduziu a sérios danos ambientais, conforme pode ser observado pela escassez de água em alguns rios e pela poluição de outros (COSTA; SANTOS, 1999 apud BONI, 2009, p. 29).

A reutilização ou o reuso de águas residuais não é um conceito novo e tem sido praticado em todo o mundo há anos. Existem relatos de sua prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a demanda crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância. Neste sentido, deve-se considerar o reuso de água como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da

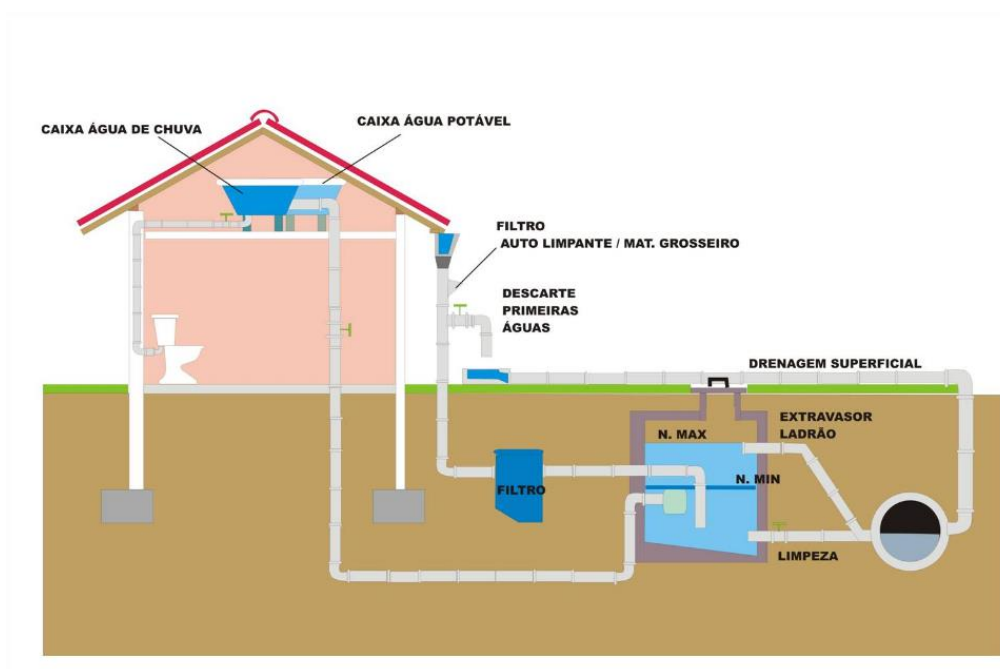
produção de efluentes e do consumo de água (PINHEIRO, 2010, p. 23).

Em geral o sistema de captação de água pode ser instalado em qualquer ambiente: rural ou urbano, casa ou apartamento e pode representar uma economia financeira de até 50% na conta de água. Há diferentes modelos de sistemas de captação variando seu dimensionando conforme as necessidades dos usuários, existem modelos de mini cisterna e cisternas em vários tamanhos, de 80 litros, mil litros e até 16 mil litros.

A água da chuva captada, após tratada, além de ser utilizada no uso cotidiano de residências, como nas descargas de banheiros, irrigação de jardins, na lavagem de carros e áreas externas de residências, também pode ser usada no dia a dia de uma obra. Algumas de suas utilidades são: em lavagem do canteiro, limpeza de pátios e vestiários, uso em descargas e cura do concreto.

A Figura 21 apresenta um esquema de captação e tratamento da água da chuva.

Figura 21: Esquema de captação de água da chuva em uma residência.



Fonte: Ricardo (2015).

Considerando um projeto em que a água da chuva é utilizada para fins não potáveis, são necessários dois itens essenciais para o bom funcionamento do processo: os filtros para limpeza da água de chuva (tanto para sujeiras mais grosseiras - oriunda dos telhados - quanto para impurezas menores) e uma cisterna para seu armazenamento. Os primeiros, inclusive,

também direcionam a quantia certa do recurso para a cisterna, enquanto o excedente é enviado para o esgoto ou a drenagem superficial. Após a água ser direcionada para uma cisterna, é ativada uma bomba d'água que direciona o líquido captado para as caixas distribuidoras.

3.5.3 Telhado Verde

Cury (2011, p. 25) “O reconhecimento dos fatores positivos oferecidos pelos vegetais motivou a busca da aliança de sistemas que comportem vegetais vivos como componentes integrados à estrutura de ambientes construídos”.

Dessa maneira se insere os telhados verdes, que se tornaram componentes importantes de desenvolvimento urbano nessas últimas três décadas. Segundo a Revista da Câmara Municipal de São Paulo - APARTES (2014), a cobertura vegetal que substitui desde telhas até as camadas impermeabilizantes nas lajes de concreto já é disseminada em países como Alemanha, Estados Unidos, Holanda e Suíça. A cidade norte-americana de Seattle é uma das pioneiras nesse segmento, com seus verões e invernos intensos amenizados pelos tetos ecológicos, que proporcionam menor oscilação de temperatura. A camada de vegetação torna o ambiente abaixo menos dependente de aquecedor ou ar-condicionado.

Os telhados verdes podem apresentar muitos benefícios, como no isolamento térmico, diminuindo grandes variações de temperaturas dentro da construção e ajudando a atenuar os efeitos de ilhas de calor urbano, pois não propaga calor como os sistemas de coberturas mais comuns, como a laje ou telhas convencionais.

O telhado verde pode aprimorar o aspecto urbano e o microclima, com a transformação do dióxido de carbono em oxigênio pela fotossíntese. Além disso as pequenas manchas verdes das lajes também servem como pontos de descanso para as aves que também podem recriar habitats.

Segundo Campos (2016) a melhoria no isolamento acústico pode chegar a até 8 dB (de redução), característica relevante para edifícios próximos à aeroportos, distritos industriais e discotecas. Quanto ao isolamento térmico, lajes convencionais podem chegar a variações de 100° C durante o ano, enquanto coberturas verdes reduzem essa variação para 35° C durante o ano, e variações de 15° num período de 24 horas são raramente excedidas.

Existem dois tipos conhecidos de telhados verdes: a cobertura extensiva e a intensiva. A primeira é bem adequada para coberturas com pequenas cargas a serem suportadas e locais os

quais não foram feitos para serem usados para jardins de cobertura. Segundo Heneine (2008) os custos são mais baixos do que o simples intensivo ou telhado verde intensivo. Já a segunda, têm mais peso e sérias implicações estruturais. A escolha de qual tipo de cobertura é viável, está diretamente ligada a capacidade de suportar carga da estrutura de cobertura da edificação. Além do tipo de planta escolhido, é imprescindível fazer a análise correta de solo empregado.

Os telhados verdes também podem ser classificados em planos de inclinação moderada e acentuada, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Classificação dos sistemas de natação de acordo com a inclinação do telhado.

CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	
	Inclinação	Aspectos construtivos
Plano	até 5%	Execução demorada porque necessita de uma drenagem especial através de uma manta para conduzir o excedente de água acumulada
Inclinação moderada	de 5% até 35%	De fácil execução e mais econômico. Não necessita de camada de drenagem, o substrato tanto armazena água como conduz o excedente, para isso, deve-se agregar material poroso, como pedra pomes, escória ou argila expandida.
Inclinação acentuada	de 36% até 84%	Assemelham-se com o de inclinação moderada, porém devem possuir barreiras que evitem o deslizamento do substrato

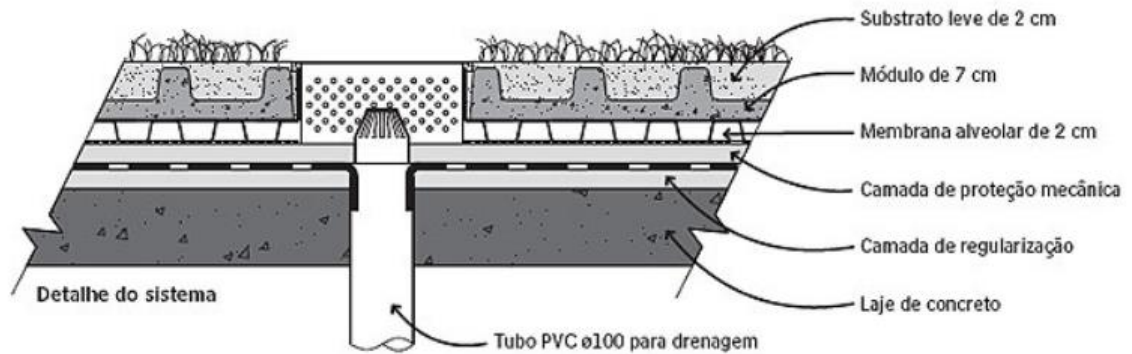
Fonte: Garrido (2012).

O telhado verde é constituído, basicamente, de 7 camadas diferentes para compor sua estrutura, podendo variar de projeto para projeto. Existem dois sistemas para o emprego dessas camadas: o sistema individual de camadas (faz uma instalação separada das camadas, utilizando uma cobertura intensiva) e o sistema modular (faz a instalação combinando mais de uma camada em um só produto, sendo mais utilizado em coberturas extensivas e semi-intensivas).

Nos projetos tradicionais, a montagem das camadas pode ser feita diretamente sobre uma laje. Acima da laje é posicionada a camada impermeabilizante e é normalmente feita com mantas sintéticas, que protege a laje contra infiltrações e, posteriormente, é colocada uma membrana de proteção contra as raízes, que servem para controlar o crescimento da vegetação, logo em seguida é direcionada uma camada alveolar com a função de permitir a drenagem controlada e a retenção de água para as raízes da vegetação (reserva de água sob as

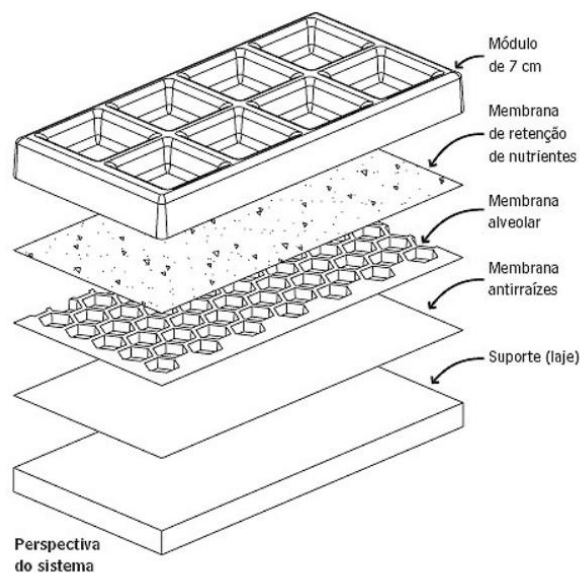
raízes). Depois há a membrana de retenção de nutrientes que tem a função de retenção de água e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação. E, finalizando, é adicionado o substrato. Nas figuras 22 e 23 pode ser observada a perspectiva do sistema e as camadas de um telhado verde.

Figura 22: Camadas de um telhado verde.



Fonte: Revista Techne (2010).

Figura 23: Perspectiva do sistema.



Fonte: Revista Techne (2010).

3.5.4 Iluminação

3.5.4.1 Iluminação artificial

O uso racional dos recursos é uma preocupação que aumenta a cada dia em virtude do desequilíbrio ambiental em que vivemos. Por isso, novas alternativas de energia podem contribuir e muito para uma melhor utilização dos recursos energéticos. A lâmpada *Light Emitting Diode* (LED) não possui materiais danosos ao meio ambiente, ao contrário da lâmpada fluorescente. Sendo assim, o LED quando descartado, contamina menos o meio ambiente no seu processo de descarte, pois é constituído de poucos materiais, sendo que sua maioria é alumínio, que pode ser reprocessado com mais facilidade que outros materiais (LOPES, 2014, p.16).

Para Lopes (2014) os LEDs possibilitam uma emissão de luz uniforme e constante, que permite o aumento do conforto visual tanto em áreas internas, como nas externas. Enquanto a maior parte das soluções convencionais se destina a aplicações específicas ou em um número reduzido de situações, equipamentos com LED podem ser instalados numa vasta gama de ambientes. O LED já está presente em nossas vidas em áreas residenciais, comerciais, industriais, de iluminação pública e para decoração.

De acordo com Santos (2015) os elevados custos das lâmpadas de LED dificultam a aceitação dos consumidores na escolha desse modelo, porém o período de retorno de cinco meses é, consideravelmente, pequeno levando-se em consideração o tempo de vida útil dessas lâmpadas, que pode chegar a cinquenta mil horas (pouco menos de quatro anos de uso contínuo), valor muito maior do que a vida útil dos modelos.

3.5.4.2 Iluminação natural

A luminosidade de uma residência é algo a ser considerada em um projeto sustentável. Não é o número ou o tamanho das janelas que farão a residência ser mais iluminada, pois outros fatores, como a incidência excessiva do sol produzindo calor e ofuscamento, fazem com que elas estejam constantemente fechadas por cortinas, blackouts ou persianas.

Para deixar a residência com maior iluminação há algumas saídas como a adoção do pé-direito duplo, fazendo com que as janelas do alto das paredes forneçam luz durante todo o dia para os ambientes internos, ou o uso de iluminação zenital (vãos com fechamento em material translúcido criados na cobertura para gerar entrada de luz através dele, a Figura 24 apresenta um exemplo). No entanto, seu uso deve ser previamente estudado para que não aumente a

temperatura interna na residência. Existem diferentes tipos, como a claraboia, lanternim, átrio, cúpula, teto de dupla inclinação e sheds.

Figura 24: Iluminação zenital (lanternim).



Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2015).

A adoção do brise, ou quebra-luz, como mostra a Figura 25, é um recurso utilizado também nas construções. Além de permitir a entrada da luz sem causar ofuscamento, também permite uma maior privacidade para os usuários, dando um toque moderno a arquitetura do local. O brise pode ser fabricado em concreto, metal, madeira.

Para as fachadas voltadas para o norte, com maior incidência de luz solar ao longo do dia, os brises são instalados na posição horizontal, enquanto nas fachadas voltadas para o leste e oeste, os brises são instalados verticalmente.

Figura 25: Residência utilizando o recurso brise.

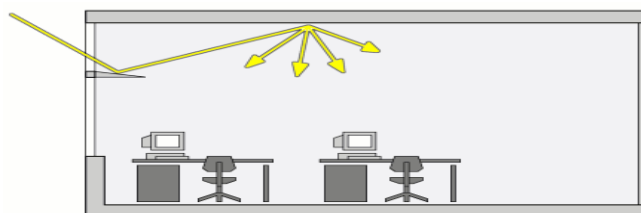


Fonte: Casa e construção (2017).

Por fim, pode-se utilizar uma técnica chamada de bandeja ou prateleira de luz. Sua função é refletir a luz para a laje de forro interna da construção aumentando seu alcance de

iluminação, como no esquema apresentado na Figura 26. Para obter uma maior eficiência, as construções que utilizam esse modo possuem a fachada voltada para o norte e a coloração da laje de forro interna é clara tendendo ao branco, refletindo, portanto, maior claridade. A Figura 27 apresenta um exemplo de aplicação da bandeja em uma obra.

Figura 26: Esquema mostrando a bandeja.



Fonte: Rodrigues (2015).

Figura 27: Biblioteca Pública em Oregon – EUA, com uso de bandeja.



Fonte: Rodrigues (2015).

3.5.5 Materiais e equipamentos

A construção civil é a maior geradora de resíduos sólidos, além de ser uma causadora de impactos ambientais em toda a sociedade. Os resíduos de obras são gerados por demolições, por processos de renovações e devido a novas construções de edificações ou estruturas de grande relevância para a população (JESUS, 2015, p. 1).

Segundo Jesus (2015) a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010, incentiva a criação de mecanismo de mercado para o gerenciamento destes resíduos no Brasil. Com efeito, se o entulho tiver uma boa gestão ambiental e desde que o mesmo seja separado, tornando-se resíduo; este poderá ter um valor

agregado econômico e de interesse para a construção civil, bem como, auxiliar a conduzir um desenvolvimento no país de uma indústria recicladora emergente.

À medida que novas tecnologias vão surgindo, a indústria recicladora emergente introduz no mercado novos materiais oriundos de resíduos com uma relação de custo benefício considerável boa, além disso, novos equipamentos são postos no mercado reduzindo o consumo de água e desperdícios usuais em edificações.

3.5.5.1 Tijolo solo-cimento

O tijolo de solo-cimento, também conhecido como tijolo ecológico, surgiu como um elemento que busca atender ao desenvolvimento sustentável da Engenharia Civil. O estudo deste material é um caminho para promover uma visão ecológica, social e econômica, fundamental para este setor (CORDEIRO; MACHADO, 2017, p.5).

Ele possui esse nome porque durante seu processo de fabricação não é necessário leva-lo ao forno, evitando a liberação de gases poluentes na atmosfera, além disso seu fácil encaixe proporciona redução de materiais utilizados para a construção das vedações. Ele é feito a partir da compactação de solo, cimento e água em uma prensa hidráulica e depois passa pelo processo de cura e secagem. A Figura 28 representa os tipos de tijolos ecológicos: o tijolo com apenas com uma câmara é chamado de meio tijolo, o com duas câmaras inteiro, de tijolo modular e o com duas câmaras, mas partido ao meio, é chamado de tijolo canaleta. O tamanho dos tijolos é de 7 cm de altura x 12,5 cm de largura x 25 cm de comprimento.

Figura 28: Tipos de tijolos ecológicos.



Fonte: ECOGREEN.

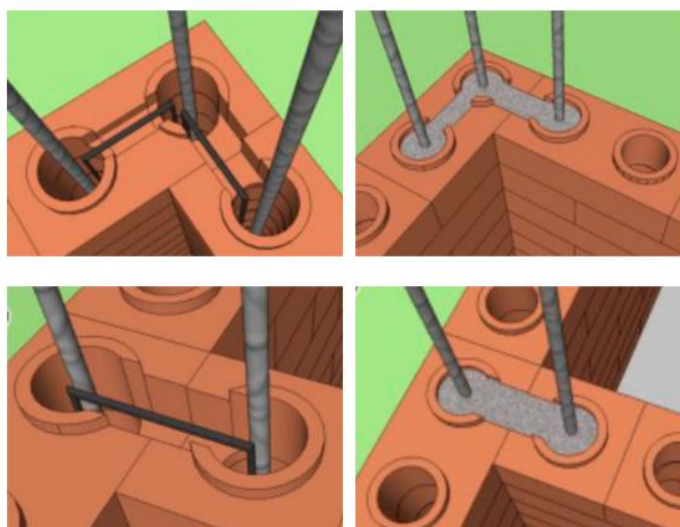
Os furos nos tijolos fazem com que se tornem mais leves, diminuindo, consequentemente, o peso da obra (diminuindo a carga que é aplicada na estrutura e na fundação). Eles também permitem a passagem das instalações elétricas e hidráulicas. Em relação a comodidade dos usuários, as câmaras de ar formadas no processo de montagem são termo acústicas, controlando a temperatura no interior da casa e diminuindo o som em excesso.

De acordo com Pecoriello e Barros (2004) as câmaras formadas pelos furos são usadas para a construção da estrutura da residência. A concretagem desses “pilares” é feita parcialmente a cada fiada, para evitar que grandes quantidades de concreto danifiquem os blocos, devido à pressão hidrostática, que o concreto fresco aplica às formas, o que poderia causar a “explosão” dos blocos.

O preenchimento dos furos com argamassa ou concreto tem duas finalidades: reforçar a estrutura e promover uma melhor amarração das paredes. A necessidade, a quantidade e a localização dessas “colunas” devem ser calculadas em projeto. Se elas existirem, é preciso encher as colunas de sustentação a cada meio metro de altura. A amarração das paredes deve ser feita com grampos, encaixados em pequenos sulcos cavados nos tijolos. Ou ainda de forma direta, pela simples amarração do tijolo. O mesmo procedimento deve ser repetido a cada meio metro para proporcionar resistência à construção (GRANDE, 2003, p. 150).

A Figura 29 ilustra um exemplo de preenchimento e amarração dos blocos.

Figura 29: Tijolo solo-cimento.



Fonte: Eco maquinas (2018).

Apesar das muitas vantagens apresentadas, a utilização de tijolos de solo-cimento demanda, porém, certos cuidados, no sentido de evitar as patologias mais comuns: fissuras por efeito de retração, desgaste superficial e percolação de umidade nas paredes.

3.5.5.2 Pavimentos permeáveis

Em áreas urbanas densamente ocupadas, as superfícies destinadas ao sistema viário e às áreas de estacionamento ocupam espaços consideráveis, chegando a 30% da área da bacia de drenagem. A utilização de pavimentos permeáveis (também chamados de eco pavimentos) contribui para a diminuição do escoamento superficial e para problemas de inundações urbanas (ABCP, 2013).

Os materiais que possuem maior característica a manutenção da permeabilidade do solo são: concreto permeável, asfalto poroso, pavimentos intertravados, eco pavimento com agregados ou com grama.

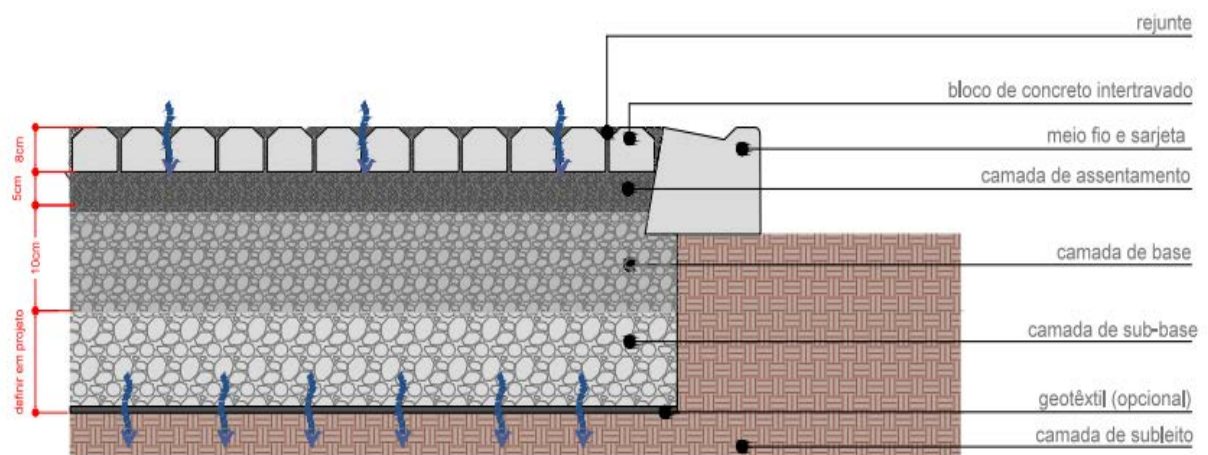
Quando comparado ao concreto convencional, o concreto permeável, em pavimentos, apresenta uma textura superficial mais rugosa por possuir uma quantidade inferior ou até mesmo nula de agregados miúdos em sua composição. Essa textura contribui para um aumento da segurança dos usuários da pista. Por ser rugosa, a superfície possui um coeficiente de atrito mais elevado e, portanto, reduz o risco de hidroplanagem. Além disso, a água percola no revestimento permeável, o que evita a formação de poças e contribui para maior segurança em períodos chuvosos ou de gelo na pista (BATEZINI, 2013 apud AMARAL, 2017, p. 29).

De acordo com Olek (2003 apud Amaral, 2017) outro ponto positivo é a redução de ruídos, resultado da combinação de diminuição da geração de sons e da absorção do ruído ainda gerado. Por possuir uma superfície de contato menor com os pneus por causa dos poros, o concreto permeável permite que o ar preso abaixo do pneu escape pelos vazios do pavimento, gerando menos ruído que o pavimento asfáltico, por exemplo. Já sua estrutura mais aberta, altera tempo de chegada e reflexão de ondas sonoras geradas pelo tráfego de veículos.

O concreto permeável não é indicado para lugares onde existem altos níveis de poluição ou localidades que captam águas pluviais de outras superfícies. Algumas de suas desvantagens é a constante manutenção da área, caso contrário, a taxa de infiltração é reduzida em, aproximadamente, 50% nos cinco primeiros anos e 80% nos dez primeiros. Nos concretos intertravados, além de materiais nas juntas, que devem ser retirados com frequência, também

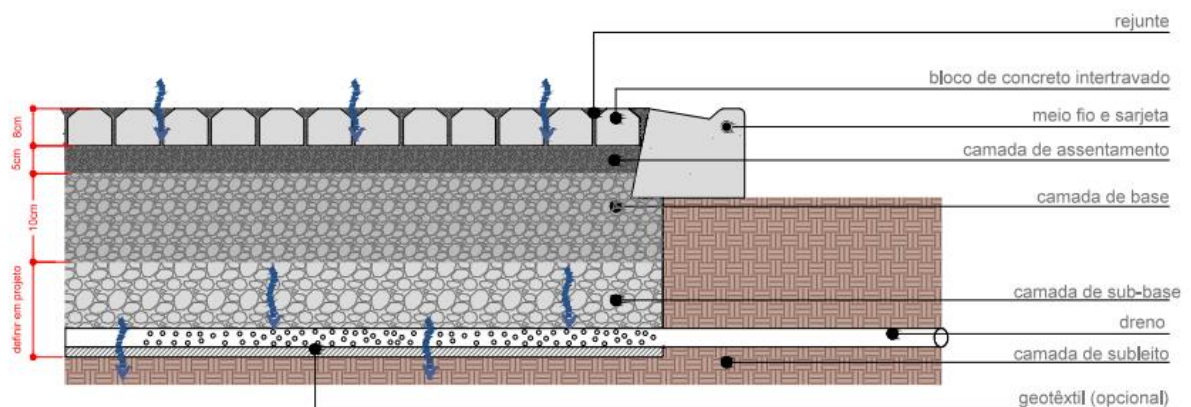
deve-se ficar atento às impurezas e ao surgimento de vegetação. Nesses casos, é necessário atentar-se para o uso de produtos que possam contaminar o solo na retirada dos vegetais, sendo preferível que a remoção completa da raiz da planta seja feita manualmente. Os esquemas da pavimentação de concreto intertravado permeável parcialmente e totalmente pode ser observado nas Figuras 30 e 31.

Figura 30: Pavimento intertravado permeável com infiltração total no solo.



Fonte: Projeto técnico Permeável - ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland.

Figura 31: Pavimento intertravado permeável com infiltração parcial no solo.



Fonte: Projeto técnico Permeável - ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland.

3.5.5.3 Equipamentos Hidráulicos

Para a economia de água de uma residência há maneiras fáceis e práticas que não

demandam custos elevados e projetos mais delicados. É possível evitar desperdícios com equipamentos hidráulicos de uso rotineiro, como chuveiros, torneiras e bacias sanitárias.

De acordo com Heiderick (2012) um dispositivo regulador de vazão pode ser utilizado junto a torneiras, chuveiros e outras peças, visando adequar a vazão máxima dessas peças às vazões desejadas, proporcionando assim, maior conforto e menor consumo de água. Também há o arejador, que é um componente instalado na extremidade da saída da água de uma torneira, que reduz a seção de passagem da água através de telas finas e possui orifícios na superfície lateral para a entrada de ar durante o escoamento de água. As torneiras econômicas ainda podem ter sensor de presença e possuem um temporizador, não permitindo que a torneira fique muito tempo acionada.

Campos (2016, p. 31) “A bacia sanitária de duplo fluxo permite que se escolha entre os volumes de 3 ou 6 litros ao acionar a descarga, o que pode representar 60% de redução no consumo de água tendo em vista o uso de quase 18 litros de água das bacias sanitárias tradicionais”.

Considerando o chuveiro mais econômico, o elétrico é mais viável, pois além de fornecer menor vazão, o seu aquecimento é feito de maneira imediata, enquanto que as duchas, com aquecimento individual a gás ou solar, demoram para oferecer água quente. A estimativa da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) é de que banhos de ducha por 15 minutos, com o registro meio aberto, consome 135 litros de água, já no caso de banho com chuveiro elétrico, também em 15 minutos e com o registro meio aberto, são gastos 45 litros, sendo a redução de 90 litros de água.

Na Tabela 5 pode ser observada a economia gerada com uso de produtos economizadores comprada ao consumo utilizando produtos convencionais.

Tabela 5: Economia de água gerada pelo uso de dispositivos economizadores

Equipamento Convencional	Consumo	Equipamento Economizador	Consumo	Economia
Bacia com caixa acoplada	12 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	50%
Bacia com válvula bem regulada	10 litros/descarga	Bacia VDR	6 litros/descarga	40%
Ducha (água quente/fria) - até 6 mca	0,19 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	32%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 8 litros/min	0,13 litros/seg	62%
Ducha (água quente/fria) - 15 a 20 mca	0,34 litros/seg	Restritor de vazão 12 litros/min	0,20 litros/seg	41%
Torneira de pia - até 6 mca	0,23 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	57%
Torneira de pia - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Arejador vazão cte (6 litros/min)	0,10 litros/seg	76%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Regulador de vazão	0,13 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Regulador de vazão	0,21 litros/seg	50%
Torneira uso geral/tanque - até 6 mca	0,26 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	62%
Torneira uso geral/tanque - 15 a 20 mca	0,42 litros/seg	Restritor de vazão	0,10 litros/seg	76%
Torneira de jardim - 40 a 50 mca	0,66 litros/seg	Regulador de vazão	0,33 litros/seg	50%
Mictório	2 litros/uso	Válvula automática	1 litro/seg	50%

Fonte: Cartilha Fecomercio – Sabesp (2010).

3.5.5.4 Piso de borracha

Devido ao grande problema que se tornou à disposição final dos pneus inservíveis, algumas alternativas foram sendo criadas para que este resíduo pudesse ser utilizado como matéria prima para um novo produto, ou que o mesmo fosse utilizado em outras funções que não mais a do transporte. Assim, várias tecnologias vêm sendo desenvolvidas para dar suporte a essas novas opções de uso dos pneus automotivos descartados (ANDRADE, 2007, p. 53).

Apesar de muitos estudos na área, ainda não foi determinado o tempo aproximado da decomposição de um pneu, fazendo com que seja alvo de pesquisas que visam a sustentabilidade. A partir dessas pesquisas, foram desenvolvidas tecnologias tanto de asfalto

como de pisos a partir da trituração de pneus descartados. Os benefícios da fabricação e utilização do piso de borracha reciclada vai muito além do aspecto ambiental, já que ele possui uma série de qualidades que fazem dele a melhor alternativa em diversas situações.

Seu uso abrange locais como piso de indústrias, estações de metrô, academias, playgrounds, rampas, escadas, entre outros. O piso de borracha possui uma grande variedade de cores, texturas e modelos, o que possibilita ao usuário adotar formatos personalizados.

Algumas de suas características são:

- Maior durabilidade, pois apresenta uma alta resistência ao fluxo de pessoas e ações climáticas;
- Não inflamável, pois possui resistência a altas temperaturas;
- Absorção de impacto, diminuindo os ruídos e as marcas causadas pela colisão de um objeto com o piso;
- Antiderrapante, prevenindo quedas, mesmo quando a superfície está molhada;
- De fácil colocação, não necessitando de um tratamento oneroso para sua aplicação.

Caso seja utilizado em locais externos, sua manutenção deve ser contínua, tendo o cuidado com os produtos de limpeza utilizados. Na Figura 32 é possível observar um exemplo de adoção do piso de borracha na área exterior.

Figura 32: Piso de borracha usado em um playground.



Fonte: ECOPEX (2018).

3.5.5.5 Lã de PET

A lã de PET (poli tereftalato de etila), apresentada no Brasil pela empresa Trisoft em 2010, é produzida de 100% poliéster e se traduz como uma alternativa para o uso da lã de vidro e a lã de rocha, produtos usados em locais que buscam o isolamento termo acústico. Para a fabricação dos três produtos citados é aplicada a combustão, porém o nível de CO₂ emitido na atmosfera varia em 10 vezes: enquanto a temperatura do forno da lã de vidro e lã de rocha ultrapassam 1500 °C, a da lã de PET permanece abaixo de 200 °C.

Esse produto não consome recursos naturais, utiliza a água apenas durante o processo de resfriamento do material e ainda retira garrafas pet do meio ambiente. Além disso, não utiliza nenhum tipo de resina ou qualquer componente volátil, sendo um produto ecologicamente correto e sustentável.

Segundo a empresa Trisoft a manta de PET proporciona excelentes resultados de isolamento térmico e isolamento acústico, é muito mais leve e reduz os custos de transporte, pois pode ser compactado sem perder suas características originais, graças ao alto índice de resiliência. Por ser hipoalergênica, diminui o tempo de aplicação e o custo com Equipamentos de Proteção Individuais (EPI's), deixando a obra mais limpa, mais rápida e mais barata. O instalador trabalha muito mais confortável e sem riscos à saúde, evitando também ações trabalhistas por insalubridade, além de garantir a qualidade de vida dos futuros ocupantes do imóvel.

Na Tabela 6 são apresentados os valores de condutibilidade térmica da lã de PET, da lã de rocha e da lã de vidro.

Tabela 6: Condutividade térmica da lã de PET, lã de rocha e lã de vidro.

Material	Condutividade Térmica(W/m.K)
Lã de Rocha	0,045
Lã de Vidro	0,045
Lã de PET	0,038

Fonte: Dias; Mazzurana; Piovesan (2017).

Observa-se que a condutibilidade térmica da lã de PET é semelhante aos outros sistemas convencionais. Deste modo, a utilização desse sistema é uma ótima opção para a substituição da lã de rocha e da lã de vidro. O desempenho do material enquadra-se na NBR 15575/2003 - requisitos e critérios de desempenho exigidos do sistema de coberturas para edificações habitacionais, é reconhecido pelo selo ISO 9001 na categoria de produção eco sustentável e recebeu o prêmio "Planeta Casa 2010" na categoria materiais de construção (DIAS; MAZZURANA; PIOVESAN, 2017, p.2).

3.5.6 Tratamento de esgoto

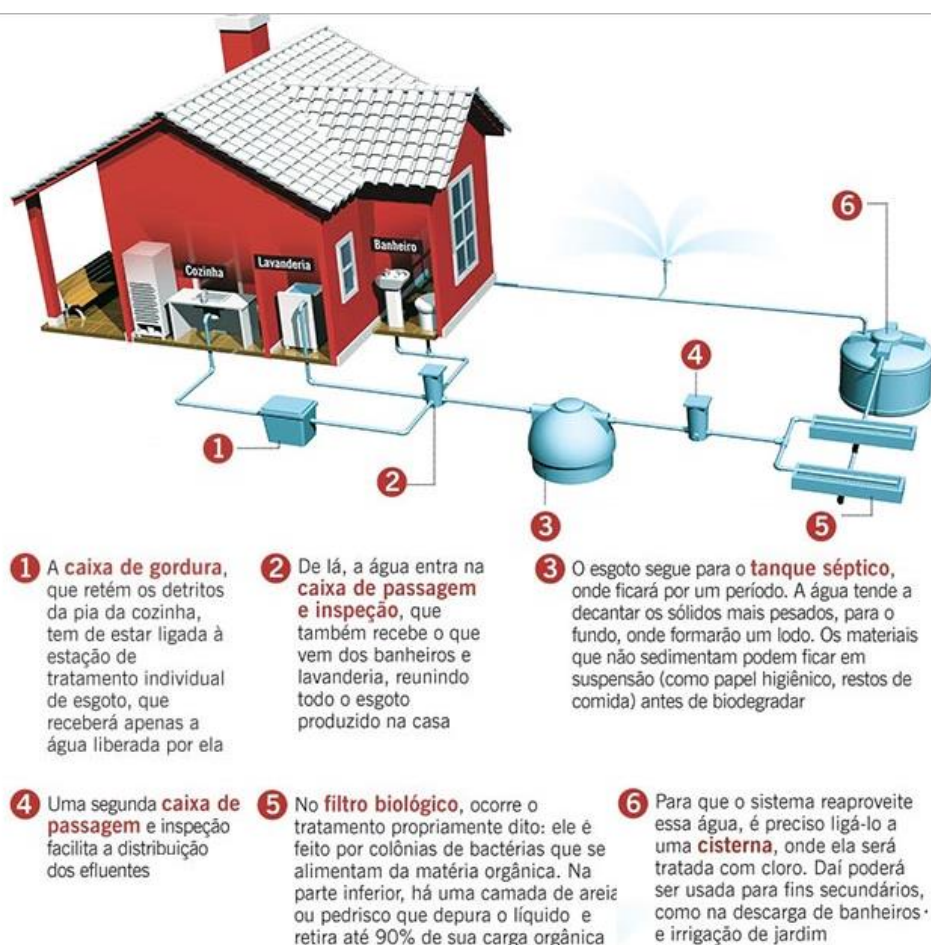
Segundo o site do Trata Brasil o tratamento de esgoto no Brasil ainda caminha a passos lentos, segundo pesquisas feitas pelo Trata Brasil em 2016, 44,92% dos esgotos do país são tratados, sendo que a média das 100 maiores cidades brasileiras em tratamento dos esgotos foi de 50,26%. Apenas 10 destas cidades tratam mais de 80% de seus esgotos. Quanto à coleta de esgoto, 51,9% da população tinha acesso ao serviço em 2016, mas 48,1%, ou mais de 100 milhões de pessoas, utilizavam medidas alternativas para lidar com os dejetos – seja através de uma fossa, seja jogando o esgoto diretamente em rios.

Pela análise dos dados da pesquisa percebe-se tanto a falta de políticas públicas na área quanto a ignorância e a falta de recursos da população em destinar o esgoto de maneira adequada, causando tantos problemas de saúde pública quanto ambientais.

Há duas maneiras de coleta de esgoto utilizadas no país: a coleta feita pelo poder público e a coleta feita na própria residência (*in loco*). O esgoto produzido por ambos deve passar por tratamento sanitário, que deixe a água ao menos reutilizável. Ela não se torna potável, por isso, não pode ser usada para beber ou cozinhar, mas serve muito bem às descargas dos banheiros e à irrigação de jardins.

O tratamento *in loco* constitui uma saída para a sustentabilidade no país. Geralmente para esse tipo de tratamento são utilizadas três técnicas: a primeira é o Biossistema Integrado (BSI), que transforma águas cinzas e negras em biogás utilizando um sistema de baixo custo, como mostra a Figura 33. Presente na versão compacta ou na completa, os biodigestores produzem gás combustível (biogás), que pode ser utilizado para queima em fogões, iluminação e produção de energia elétrica (em projetos de larga escala). São geralmente acoplados a filtros anaeróbicos, que possuem o mesmo formato dos biodigestores, mas tem menores dimensões, onde há uma retenção complementar dos sólidos em suspensão (PIMENTA, 2017, p. 44).

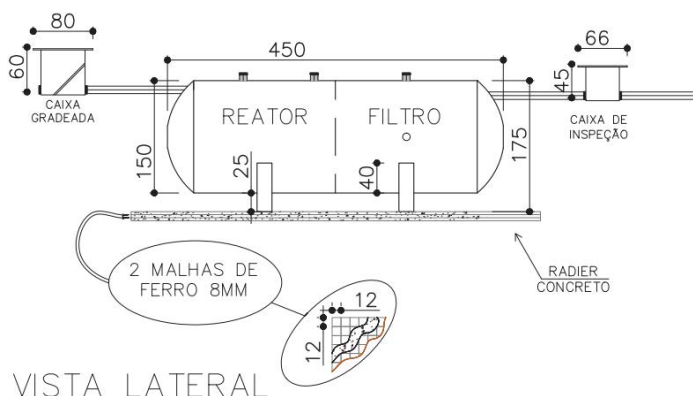
Figura 34: Esquema do sistema de tratamento físico-químico de esgoto em residências.



Fonte: Tem Sustentável (2017).

A terceira técnica é um sistema desenvolvido pela empresa Ecofossa, tipo UASB, que não utiliza substâncias químicas e juntamente com um filtro desenvolvido pela própria empresa faz um pós-tratamento em reator anaeróbico de fluxo ascendente em leito fixo. Após o tratamento, a água pode ser devolvida para o meio ambiente sem prejuízos ou danos. Segundo a empresa, a água, rica em nutrientes, pode ter sua infiltração diretamente no solo ou ser reutilizada até na irrigação de plantações, complementando a adubação do terreno, tudo isto sem poluir os lençóis freáticos, perfazendo o ciclo natural. A Figura 35 apresenta a vista lateral do reator mais filtro acoplado utilizado na fossa ecológica.

Figura 35: Vista lateral do reator mais filtro acoplado.



Fonte: Ecofossa (2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Abaixo será descrito e estudado uma proposta de condomínio residencial horizontal com foco na utilização de técnicas ecológicas, ele será desenvolvido pela autora do trabalho e terá como base as técnicas estudadas na revisão bibliográfica. Um diferencial desta proposta é a utilização de várias técnicas juntas maximizando a redução do impacto da construção civil no meio ambiente e o conforto interno tanto da residência quanto do condomínio como um todo em uma cidade que, apesar de já haver o uso de técnicas ecológicas em residências e em condomínios, não há a implantação efetiva de um número considerável delas juntas.

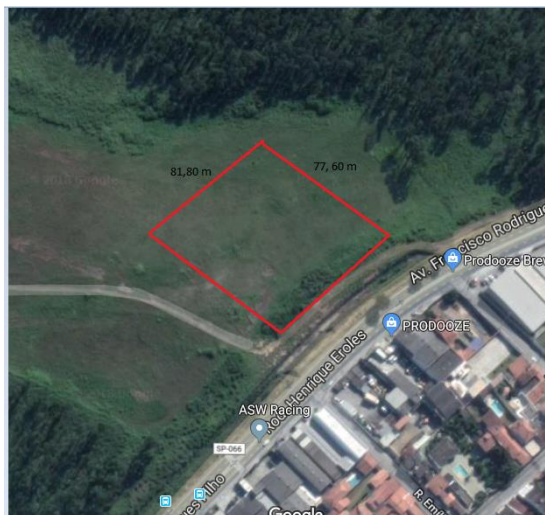
4.1 DESCRIÇÃO DO PROJETO

Será proposto um projeto de condomínio residencial horizontal com os conceitos estudados anteriormente, aplicando todas as ecotécnicas vistas tanto nas residências como na área comum do condomínio. As residências são padronizadas e o condomínio contará com uma quadra poliesportiva, um salão de festas, uma piscina, uma academia e um playground, além de área verdes que promovem interação entre os próprios condôminos e estes com o meio ambiente.

Foi escolhido um terreno retangular plano de 81,80 m de comprimento e 77,60 m de largura, como apresentado na Figura 36, no estado de São Paulo na cidade de Mogi das Cruzes, na Av. Francisco Rodrigues Filho, sua localização possui fácil acesso as

principais saídas da cidade, como à Rodovia Mogi-Guararema e à Mogi- Dutra.

Figura 36: Terreno do projeto



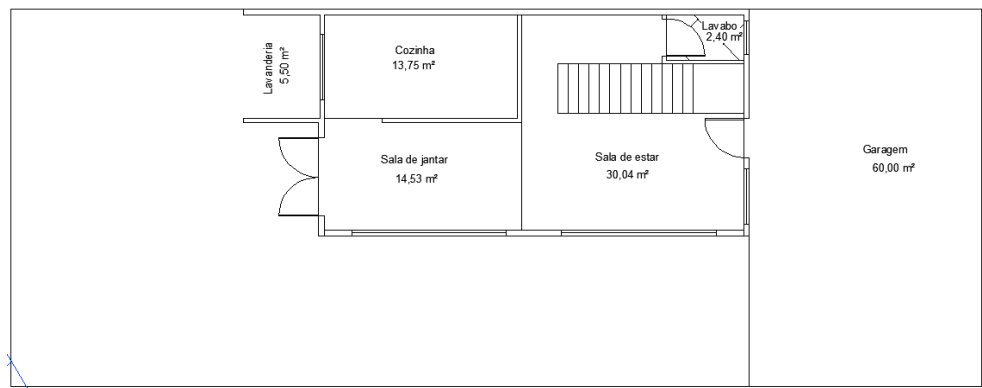
Fonte: Google Maps; Autora (2018).

4.2 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto do condomínio possui dimensões de 77,60 x 81,80 metros (m), resultando em uma área de 6 347,68 metros quadrados (m²). Ele foi dividido de modo a conter 10 lotes, cada um com dimensões de 10 x 25 m e área de 250 m². Os lotes foram divididos em duas fileiras iguais, sendo que cada uma se estabeleceu de um lado da rua interna do condomínio.

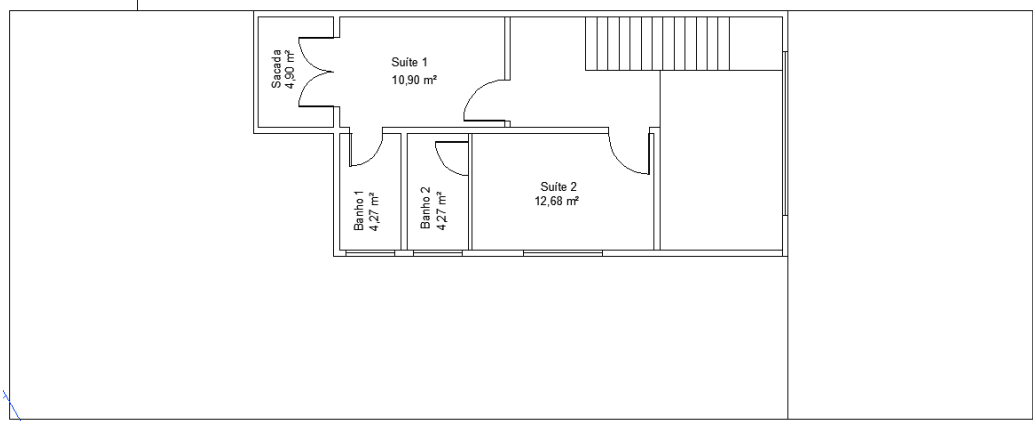
O condomínio possui apenas uma entrada e uma saída, sendo que as duas são ligadas pela rua interna de mão única. Tanto a entrada como a saída de carros ficam localizadas na Av. Francisco Rodrigues Filho. As Figuras 38 e 39 apresentam as plantas das unidades residenciais, do pavimento superior e inferior e a Figura 40 representa a planta do condomínio.

Figura 37: Pavimento inferior de uma unidade residual do projeto do condomínio de Mogi das Cruzes.



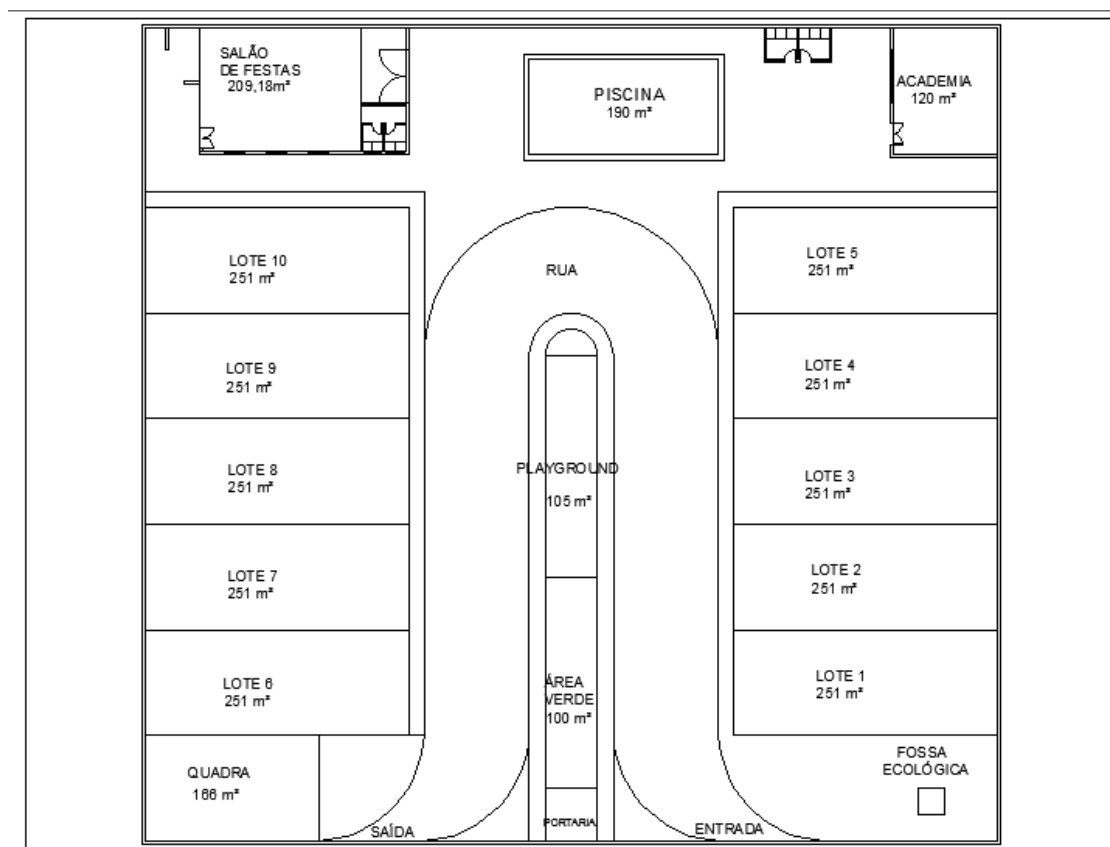
Fonte: Autora.

Figura 38: Pavimento superior de uma unidade residual do projeto do condomínio de Mogi das Cruzes.



Fonte: Autora.

Figura 39: Planta do projeto do condomínio de Mogi das Cruzes



Fonte: Autora.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ECOTÉCNICAS UTILIZADAS NO PROJETO

5.1.1 Sistema de água

O projeto do condomínio conterà um sistema de captação de água integrado com telhado verde em cada residência. O telhado verde será feito com grama São Carlos, que é um tipo de planta extensiva e possui luminosidade meia sombra/sol pleno. A inclinação do telhado verde será de 10%, sendo portanto, uma inclinação moderada.

O telhado verde será feito a partir do sistema laminar da empresa Ecotelhado. Acima da laje será feita a impermeabilização dela e, posteriormente, colocado drenos para que a água captada da chuva seja encaminhada para as calhas. A cima dos drenos serão colocados vários cones intertravados entre si. Segundo a empresa Ecotelhado, os cones são confeccionados em plástico reciclado, muito resistente à sobre carga, com capacidade de reter até 200 litros/m²

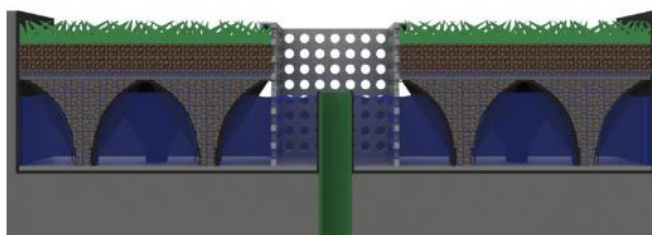
de água em seu interior. O sistema irá formar uma cisterna de água da chuva e também servirá como um tratamento de águas cinzas. Após a montagem do piso elevado, haverá o preenchimento dos cones com argila expandida, como é apresentado na Figura 40. Sobre essa montagem virá uma membrana de retenção de nutrientes, que a seguir será recoberta por uma camada de substrato leve, a figura 41 apresenta o esquema do sistema laminar da empresa Ecotelhado de telhado verde.

Figura 40: Preenchimento dos cones com argila verde e montagem do piso elevado.



Fonte: Ecotelhado (2018)

Figura 41: Esquema do sistema laminar da empresa Ecotelhado de telhado verde.



Fonte: Ecotelhado (2018)

As calhas se encontrarão na extremidade mais baixa do telhado e lá haverá um encanamento para transportar a água do telhado até a cisterna enterrada, durante este percurso haverá dois filtros, e um reservatório. O primeiro filtro é para as impurezas mais grosseiras da chuva, como folhas e pedras, a água oriunda da primeira filtração será realocada para um reservatório temporário e depois passará por um segundo filtro, este é para reter as impurezas menores. Após essas etapas, a água ficará alojada em uma cisterna para a desinfecção por

cloro. Após o tratamento ela será encaminhada para uma caixa d'água destinada ao uso de água não potável (vasos sanitários, irrigação de plantas, torneiras de quintal).

As residências contarão com duas caixas d'águas, uma destinada ao uso potável e uma ao uso não potável. O encanamento da água destinada ao uso não potável terá uma válvula que se aberta receberá água da caixa d'água destinado ao uso não potável e, se fechada, receberá água da caixa d'água destinada ao uso potável, fornecida pela SABESP, assim, mesmo que não haja água captada da chuva as residências não ficariam sem água por esse fator. A separação dos usos da água é necessária, pois o tratamento feito *in loco* não garante a potabilidade da água.

Para fazer o dimensionamento das caixas d'água é necessário saber qual a demanda de água da residência. A Tabela 7, apresenta o consumo médio de uma pessoa é de 150 Litros.dia⁻¹, ou 0,15 m³. Considerando que na residência more uma família com 4 integrantes, o volume de demanda diária total será de 0,6 m³. Para o projeto foi considerado o consumo para um dia e meio, o que resultou em um volume de 0,9 m³. Assim o dimensionamento para compra das caixas d'águas foi de 1 m³ ou 1000 L.

Tabela 7: Consumo de água em diversos locais

	Consumo (Litros.dia ⁻¹)
Alojamentos provisórios	80 <i>per capita</i>
Casas populares ou rurais	120 <i>per capita</i>
Residências	150 <i>per capita</i>
Apartamentos	200 <i>per capita</i>
Hotéis (s/ cozinha e s/ lavanderia)	120 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Escolas (Internatos)	150 <i>per capita</i>
Escolas (Externatos)	50 <i>per capita</i>
Quartéis	150 <i>per capita</i>
Edifícios públicos ou comerciais	50 <i>per capita</i>
Escritórios	50 <i>per capita</i>
Cinemas e teatros	2 por lugar
Tempos	2 por lugar
Restaurantes e similares	25 por refeição
Garagens	50 por automóvel
Lavanderias	30 por kg de roupa seca
Mercados	5 por m ² de área
Matadouros - animais de grande porte	300 por cabeça abatida

Matadouros - animais de pequeno porte	150 por cabeça abatida
Fábricas em geral (uso pessoal)	70 por operário
Postos de serviço para automóveis	150 por veículo
Cavalariças	100 por cavalo
Jardins	1,5 por m ²

Fonte: Tomaz (1999).

Para dimensionar o reservatório de armazenamento da água pluvial foi necessário saber qual a média pluviométrica da região e qual o volume de água que será captada pela cobertura verde. A média pluviométrica da cidade de Mogi das Cruzes fornecida pelo site Climate-Data.org, relata que o mês mais seco é Julho com 43 milímetros (mm) e o mês de maior precipitação é Janeiro, com uma média de 239 mm. Para o cálculo do reservatório foi considerado o maior valor pluviométrico, ou seja, 239 mm.

Como o volume captado não é o mesmo que o volume precipitado, é necessário fazer uso do coeficiente de escoamento ou coeficiente de Runoff (C). Com a devida manutenção a vegetação extensiva do telhado não passará de 10 cm, logo o C, descrito na Tabela 8, será de 0,5.

Tabela 8: Coeficientes de Runoff, conforme LEED *existing buildings*, 2009

Tipo de superfície	Coeficiente de runoff C	Tipo de superfície	Coeficiente de runoff C
Pavimento asfáltico	0,95	Gramado plano entre 0 a 1% de decl.	0,25
Pavimento concreto	0,95	Gramado médio entre 1% a 3% de decl.	0,35
Pavimento de tijolos	0,85	Gramado alto entre 3% a 10% de decl.	0,40
Pavimento de pedras	0,75	Gramado muito alto >10% de decl.	0,45
Telhado linha de base	0,95	Vegetação plana (0 a 1% de decl.	0,10
Telhado verde < 10cm	0,50	Vegetação média (0 a 1% de decl.	0,20
Telhado verde entre 10cm e 20cm	0,30	Vegetação alta (0 a 1% de decl.	0,25
Telhado verde entre 20cm e 50cm	0,20	Vegetação muito alta (0 a 1% de decl.	0,30
Telhado verde > 50cm	0,10		

Fonte: Tomaz (2009).

A partir da planta do telhado é possível calcular a área da cobertura verde, que é de 108,90 m², sendo a residência de 48,90 m² e a garagem de 60,00 m². A figura 43 apresenta a planta do telhado do projeto proposto.

Figura 42: Planta do telhado da unidade residencial do projeto do condomínio de Mogi das Cruzes (SP)



Fonte: Autora.

O volume de água captado foi estimado pela multiplicação: $239 \text{ mm} \times 108,90 \text{ m}^2 \times 0,5$; obtendo-se o valor de 13 013,55 L, ou seja, aproximadamente 13 m^3 . Esse valor, no entanto, não deve ser considerado para a compra do reservatório, pois foi considerado a média mensal de maior índice e os moradores consumirão água diariamente, assim, ao mesmo tempo que a água captada será reservada, uma parcela dessa água será consumida pela residência.

Considerando o volume de demanda calculado acima de $0,6 \text{ m}^3$ diário, o valor mensal de uma família é de 18 m^3 , ou seja, ao menos 7 m^3 de água devem ser armazenados no mês de maior precipitação. Subtraindo do volume captado, o consumo mensal e água que será bombeada para caixa d'água, deve haver um reservatório na residência de ao menos 4 m^3 . Adotando uma margem de erro, para este projeto o reservatório será de 5 m^3 .

5.1.1.1 Equipamentos economizadores de água

- Todas as bacias sanitárias do condomínio serão de duplo fluxo, assim haverá uma diminuição da quantidade de água nas descargas;
- As torneiras dos banheiros contarão com temporizadores, nas residências e nas áreas comuns;
- As torneiras das cozinhas terão arejador, diminuindo o fluxo da água mas mantendo a sensação de volume e direcionando o jato;
- A irrigação da área verde do condomínio será automática e com sensor;
- Todos os chuveiros serão elétricos, tanto das casas como da área da piscina.

5.1.2 Sistema de energia

O sistema de energia elétrica das residências do condomínio será fotovoltaico *on grid*, ou seja, integrando a energia captada da luz solar por painéis FV e a energia elétrica distribuída pela Empresa Bandeirante de Energia (EDP). Esse sistema será integrado com o telhado verde e este regulará a temperatura dos painéis permitindo maior absorção de energia solar. Os painéis serão implantados acima da vegetação, servindo para fixar suas bases de inclinação, que será posicionada para o norte, de maior incidência solar.

Para o dimensionamento do sistema, com o número de painéis FV que a residência terá, foi preciso utilizar o consumo mensal médio de energia elétrico gasto em cada unidade residencial e a taxa de irradiação solar da cidade de Mogi das Cruzes.

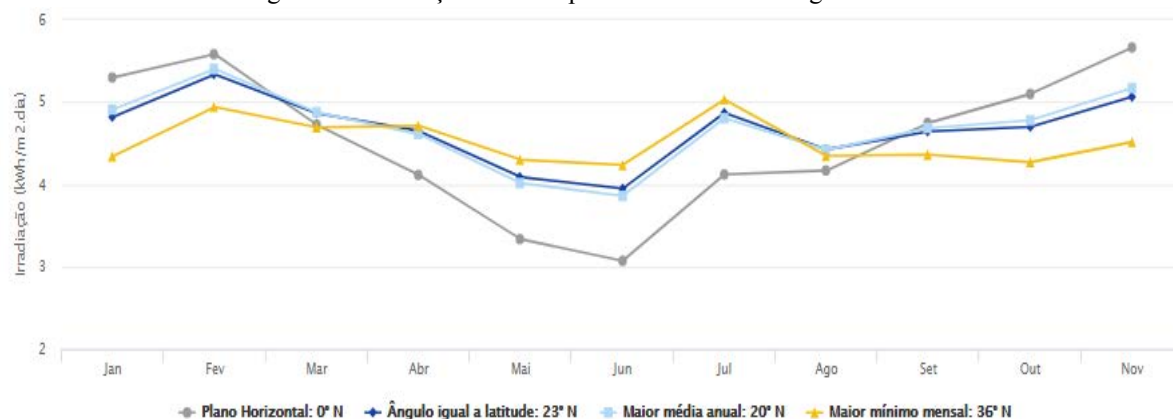
A taxa de irradiação solar da cidade está disponível no site CRESESB. Ao informar a longitude e a latitude do local que se deseja, o site calcula a irradiação solar, caso não seja encontrado os dados referentes ao local exato, é possível se obter os dados a uma determinada distância. Como a latitude e a longitude do terreno do projeto são, respectivamente 23,499227° Sul e 46,156472° Oeste, o site forneceu dados a 8km do ponto de referência, ou seja, a uma latitude de 23,5° Sul e longitude de 46,149° Oeste, na Tabela 9 podem ser observados os valores de irradiação diária média mensal em relação aos ângulos de inclinação e o gráfico na Figura 44 ilustra a variação da irradiação solar.

Tabela 9: Cálculo da irradiação solar diária média mensal de Mogi das Cruzes.

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
✓	Plano Horizontal	0° N	5,30	5,58	4,72	4,11	3,33	3,07	3,20	4,12	4,17	4,74	5,10	5,66	4,43	2,59
✓	Ângulo igual a latitude	23° N	4,82	5,33	4,86	4,65	4,09	3,95	4,03	4,87	4,42	4,84	4,70	5,08	4,62	1,39
✓	Maior média anual	20° N	4,91	5,40	4,87	4,61	4,02	3,86	3,94	4,80	4,42	4,88	4,78	5,17	4,62	1,54
✓	Maior mínimo mensal	38° N	4,34	4,94	4,69	4,71	4,30	4,23	4,28	5,03	4,35	4,38	4,27	4,51	4,50	,80

Fonte: CRESESB.

Figura 43: Irradiação solar no plano inclinado de Mogi das Cruzes.



Fonte: CRESESB.

Como ocorre variação de irradiação solar entre os meses, principalmente na época de inverno, sendo o menor valor obtido em Junho, para dimensionamento foi adotado o valor médio diário do plano horizontal: 4,43 KWh/m².dia.

Pelo site da Companhia Paranaense de Energia (COPEL) foi possível simular o consumo mensal de energia de uma unidade residencial. Considerando que as residências do projeto possuem padrão médio (com televisão nos quartos e sala, televisão a cabo, secador, etc.) o simulador de energia retornou um valor de 410,75 KWh por mês ou 13,69 KWh.dia⁻¹. O anexo A apresenta a simulação pelo simulador da COPEL, onde foram considerados todos os cômodos da residência e possíveis eletrodomésticos.

Para se dimensionar a potência do sistema FV faz-se a divisão entre o que seria consumido pelo que seria captado, ou seja, a divisão entre 13,69 KWh.dia⁻¹ por 4,43 KWh/m².dia, resultando em um valor aproximado de potência de 3 KW. Considerando que um painel FV tenha potência de 250 W, como proposto por Pinho e Galdino (2014), o sistema de energia terá um total de 12 painéis.

5.1.2.1 Equipamentos economizadores de energia.

- Para a economia de energia e um ambiente mais confortável, as residências contaram com muitas janelas, para que não haja um super aquecimento no interior da moradia, as janelas da fachada das residências terão brises horizontais, diminuindo a incidência de luz;
- Todas as lâmpadas dentro do condomínio, incluindo as casas e área externa serão

de LED.

5.1.3 Sistema de esgoto

Sabendo da importância do tratamento do esgoto e o grande vilão que ele se torna se destinado de maneira errônea, o projeto visa a implantação de um sistema de tratamento de esgoto *in loco*, a partir do conceito de fossas ecológicas. O tratamento será feito pelo sistema UASB, desenvolvido pela empresa Ecofossa, possibilitando a devolução da água tratada para o meio ambiente sem causar danos à flora e à fauna do local.

O sistema será localizado perto da entrada de carros e ao lado da fachada do condomínio. Sua localização se encontra na parte frontal do condomínio para que a metragem da tubulação não seja tão elevada, pois quanto mais longe a fossa ecológica ficar da captação de esgoto do poder público, maior a quantidade de tubulação necessário para o transporte do esgoto tratado. Como tanto a fossa ecológica quanto a tubulação serão submersos em solo, elas necessitarão atender algumas exigências das Normas Brasileiras (NBR) 9649/1986 – Projeto de Redes de Esgoto e 7229/1993 – Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.

A área acima da fossa ecológica não deverá possuir construção e qualquer tipo de equipamento, deixando-a ela livre, caso haja algum imprevisto ou para alguma manutenção. As dimensões e o volume de efluentes das tubulações dos ramais, que ligam as residências e áreas comuns à tubulação principal, e a tubulação principal, que liga as tubulações dos ramais a fossa ecológica, atendem a NBR 9649/1986, assim como a profundidade da superfície do solo até as tubulações, construção dos poços de visitas (PV) no início dos coletores, nas mudanças de direções, de declividade, de diâmetro e de material, entre outros.

A fossa ecológica será instalada a uma distância horizontal mínima de 1,5 m das construções, 3,0 m de pontos de abastecimento de água e a 15 m de profundidade de poços freáticos e corpos d'água, como previsto na NBR 7229/1993, além de atender aos outros itens da norma.

Conforme Campos (2016), o material enviado da Ecofossa, o reator anaeróbio do tipo UASB maximiza as ações das bactérias anaeróbias, causando a biodigestão e removendo entre 80% e 85% de DBO (demanda bioquímica de oxigênio), percentuais tidos como ideais para a disposição do efluente tratado no solo ou em um corpo receptor. Os

equipamentos não sofrem corrosão química genérica, galvânica, corrosão intergranular ou gráfitica que afetam diretamente as estruturas metálicas, de alvenaria e de concreto tanto internamente com externamente, pois são inertes para os principais agentes corrosivos. Além disso, a superfície interna, totalmente lisa e em resina poliéster, oferece uma resistência à abrasão interna e externa. Segundo a empresa também há necessidade de um equipamento com capacidade de no mínimo 4.000 L ou 4 m³ para uma demanda de 40 moradores.

Considerando-se o valor estimado, a fossa ecológica terá as medidas de 2,5 m de comprimento e de largura e 3 m de profundidade, a uma distância de 5 m da residência mais próxima, 2,5 m do muro da fachada frontal e 5 m do muro lateral.

5.1.4 Cobertura do solo

O projeto foi proposto de forma a abranger vários segmentos da construção civil, assim para que em situações de chuvas fortes não ocorra a formação de poças na rua do condomínio e para diminuir os ruídos que os carros fazem com o pavimento, será utilizada a pavimentação intertravada com permeabilidade parcial. Nesse tipo de pavimentação haverá drenos que escoarão o excesso de água da chuva para os bueiros, enquanto parte da água será infiltrada no solo.

Nas áreas de playground, quadra poliesportiva e academia o revestimento do solo será feito de piso de borracha. Nesses locais costumam haver barulhos referentes a quedas de equipamentos, bolas e brinquedos, incomodando com barulho os moradores, e uma das características positivas desse piso é a absorção dos ruídos desses tipos de impactos. Além disso, ele possui as características de ser antiderrapante, sendo ideal na área do playground e a quadra poliesportiva já que há um considerável número de quedas nesses locais.

5.1.5 Material utilizado nas construções feitas dentro do condomínio

Como o projeto visa a sustentabilidade e o uso de técnicas ecológicas e um dos materiais mais utilizados na construção é o tijolo, todas as edificações construídas dentro do perímetro do condomínio serão feitas de tijolo ecológico ou tijolo solo-cimento, isso fará com que além do tempo de construção diminuir devido a facilidade de encaixe dos blocos, haja um

menor uso de material para a fixação de um bloco no outro. Além disso as câmaras dos tijolos trazem harmonia termo acústica dentro do interior da residência para os moradores já que a camada de ar que é formada dentro dos espaços vazios gera um isolamento acústico e térmico. As câmaras também serão utilizadas para a passagem da fiação elétrica, e do sistema de água e esgoto, não sendo necessário realizar quebras nos tijolos em grande quantidade e consequentemente diminuindo os resíduos produzidos por elas.

Por se utilizar o tijolo ecológico as residências e demais espaços construídos dentro do interior do condomínio será de alvenaria estrutural, sendo que os pilares serão feitos dentro das câmaras dos tijolos.

Considerando também que o salão de festas será usado em período integral, o projeto prevê a adoção do revestimento de lã de PET nas paredes do salão de festas, promovendo um equilíbrio acústico e a retirada de materiais plásticos do meio ambiente, logo, os moradores não serão incomodados por barulhos e os usuários do salão terão maior liberdade. A lã de PET por não ser um material tão agressivo não precisa de uso de equipamentos de proteção individual para uma proteção alta, diminuindo os custos de implantação dela.

5.2 DISCUSSÃO

Diretamente ligado a transformação das matérias-primas para uso pode-se inserir o conceito de engenho, ou seja, inventar, transformar. Na engenharia civil apesar de ainda haver um preconceito de se correlacionar a sustentabilidade com as técnicas utilizadas no projeto, desenvolvimento e pós-obra de uma construção, já se nota a aplicação de novas invenções e transformações neste âmbito, como pesquisas científicas e materiais reciclados, que geram menos desperdício e possuem características que aumentam a qualidade do produto.

Não apenas na fabricação de produtos é aplicado o conceito de transformação, mas também no manuseio de equipamentos e no gerenciamento do canteiro de obras. Se considerar todas as possíveis mudanças no seguimento da construção é possível haver uma inversão de valores nesse âmbito, ou seja, é possível que a construção deixe de ser vista como uma “vilona” quando se trata em desperdício e geração de resíduos.

Essas mudanças podem serem feitas a partir da adoção de técnicas ecológicas. Neste trabalho foram pesquisadas e descritas algumas delas, como telhado verde, painéis fotovoltaicos, tratamento de esgotos *in loco*. Pode-se observar a integração entre algumas

técnicas como o telhado verde, painéis fotovoltaicos e captação da água para reuso.

A captação da água para reuso poderia ter seu volume aumentando caso não houvesse a adoção da cobertura verde, porém os painéis fotovoltaicos não teriam seu máximo desempenhado já que a vegetação melhora em até 8,3% a produtividade dos painéis, pois estes não aquecem demasiadamente. Além disso, a cobertura verde faz com que haja menor oscilação de temperatura, sendo um tipo de isolante térmico das construções, aumentando a comodidade dos moradores.

Outras técnicas, como a construção feito por tijolos ecológicos, a adoção de equipamentos que utilizam menos água, ou tipos diferentes de pavimentação são ideais para que a obra como um todo apresente melhor eficiência. Mas isso não significa que todas as obras que visem a sustentabilidade necessitem implementar todas as técnicas ecológicas. Isso é demonstrado pelo fato das certificações de construções sustentáveis exigirem percentuais mínimos nos diferentes seguimentos de uma obra, ou seja, valores mínimos para eficiência energética, aproveitamento de água, etc.

O projeto proposto por focar na eficiência energética, no tratamento de água e esgoto e apresentar materiais que promovem, concomitantemente, a melhora no conforto interno, a utilização de materiais recicláveis como matéria prima e uma menor dificuldade na instalação deles, se avaliado pelas certificações BREEAM, LEED, Selo Casa Azul, Procel e AQUA-HQE, atinge todos os critérios mínimos. Se certificado desde o início, o projeto proposto, além de haver sua valorização no mercado, faz com que se tenha um gerenciamento mais eficiente da obra, como a diminuição dos custos operacionais. Uma residência que é construída com técnicas sustentáveis e deseja ter uma certificação deve analisar qual deseja, seus critérios e seguir uma orientação desde o pré-projeto.

Em relação aos custos iniciais da adoção de ecotécnicas têm-se duas vias: inicialmente os materiais e equipamentos possuem um valor um pouco mais elevado, porém, por eles possuírem vida útil longa, retornam o valor gasto em questão de poucos anos, ou seja, passam a serem considerados um investimento. Em segundo plano, alguns materiais são mais fáceis de serem manuseados e precisam de menos mão de obra, como é o caso do tijolo ecológico. Residências que utilizaram ecotécnicas em sua elaboração e foram certificadas também apresentam um valor médio de venda e locação mais elevado.

6 CONCLUSÃO

O projeto proposto do condomínio com o uso de técnicas sustentáveis na cidade de Mogi das Cruzes (SP), mostrou que a aplicação das ecotécnicas não é algo que foge da realidade de quem deseja ter uma residência com alto índice de conforto e ainda contribuir com a redução dos impactos causados pela construção civil no meio ambiente.

O estudo de quais técnicas serão utilizadas, a integração entre elas e profissionais capacitados é essencial para que se obtenha um bom resultado, fazendo com que a vida útil dos equipamentos e técnicas seja maior.

Ter uma residência certificada não é algo essencial, porém a certificação traz a certeza do modo como foi construída a obra. Pelas ecotécnicas apresentadas para a proposta do projeto, é possível que ela seja certificada pelo menos no nível base dos selos e certificações apresentados. Também é possível atingir os níveis mais elevados das certificações depois do projeto já ter sido implementado.

7 REFERÊNCIAS

ABCP. **Projeto técnico: pavimento permeável**, 2013. 3 p. Disponível em: < http://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/10/AF_Pav%20Permeavel_web.pdf>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

ABREU, Wagner Gomes. **Identificação de Práticas Sustentáveis Aplicadas às Edificações**. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012. Disponível em: < http://www.poscivil.uff.br/sites/default/files/dissertacao_tese/disseracaoformatada.pdf>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

ALMEIDA, E. et. al. **Energia solar fotovoltaica: revisão bibliográfica**.

AMARAL, A. C. R. **Pavimento intetravado de concreto convencional e permeável**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10021095.pdf> >._Acesso em: 21 de nov. de 2018.

ANDRADE, H. de S. **Pneus inservíveis: alternativas possíveis de reutilização**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. 53 p. Disponível em: < <http://tcc.bu.ufsc.br/Economia293475.pdf>>. Acesso em: 17 de nov. de 2018.

APARTES. **Urbanismo: prédios vivos**, 2014. Disponível em: < <http://www.saopaulo.sp.leg.br/apartes-antiores/revista-apartes/numero-7-maio2014/predios-vivos/>>. Acesso em 15 de nov. de 2018.

BARATTO, R. **Projeto brasileiro vence prêmio de melhor edifício sustentável das Américas**. Arch Daily, Notícias de arquitetura, 12 de março de 2018. Disponível em:< <https://www.archdaily.com.br/br/890563/projeto-brasileiro-vence-premio-de-melhor-edificio-sustentavel-das-americas>>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro.1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649: Projeto de Redes de Esgoto**. Rio de Janeiro.1986.

BARBOSA, A. P. **Análise e implementação de requisitos de sustentabilidade ambiental no projeto de edifícios residenciais**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. 18 p. Disponível em: < <http://poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/168b2533272d01afd96fbda8ea4ca054.pdf>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

BATEZINI, R. **Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimentos para áreas de veículos leves**. Universidade de Passo Fundo, São Paulo, 2013 apud AMARAL, A. C. R. do. **Pavimento intertravado de concreto convencional e permeável**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. 29 p. Disponível em: <

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10021095.pdf>>. Acesso em 28 de nov. de 2018.

BATISTA, J. V.; ROMANEL, C. **Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras**, 2013. p. 3-4 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/urbe/v5n2/a04v5n2.pdf>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

BRAGA, R. P. **Energia Solar Fotovoltaica: fundamentos e aplicações**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. 17 p. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001103.pdf>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

BREEAM. **Página Inicial**. Disponível em:< <https://www.breeam.com/discover/technical-standards/newconstruction/>>. Acesso em: 12 de dez. de 2018.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul**, 2018. Página inicial. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 14 de nov. de 2018.

CAMPOS, V. A. F. de. **Implantação de um condomínio sustentável**. UNESP – Faculdade de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/155180/000880131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005. Disponível em: < <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp091807.pdf>>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

CASAECONSTRUÇÃO. **Materiais: Brise de madeira**. 2017. Disponível em: <<https://casaeconstrucao.org/materiais/brise-de-madeira/>>. Acesso em 15 de nov. de 2018.

CBCS, Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Aproveitamento de fontes alternativas de água em edifícios**. Comitê temático da água, 2009.

CBIC. **Construção Sustentável**, 2017. Disponível em: <<https://cbic.org.br/construcao-sustentavel/>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018

CBIC. **Gestão de energia é destaque na programação da comissão de meio ambiente**, 2018. Disponível em: <<https://cbic.org.br/sustentabilidade/2018/05/04/gestao-da-energia-e-destaque-na-programacao-da-comissao-de-meio-ambiente-cbic-no-90o-enic/>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

CETESB. **Sistema de cobertura ventilação iluminação zenital lanternin**, 2015. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/0004-sistema-cobertura-ventilacao-iluminacao-zenital-lanternin/>>. Acesso em 15 de nov. de 2018.

CLIMATE-DATA. **Clima Mogi das Cruzes**, 2018. Disponível em: < <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/mogi-das-cruzes-4112/>>. Acesso em: 25 de nov. de

2018.

COPEL. **Simulador de Consumo de energia elétrica**. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/simulador/index.htm>>. Acesso em: 26 de nov. de 2018.

CORDEIRO, C. R.; MACHADO, V. C. **Sustentabilidade na fabricação do tijolo solo-cimento: estudo comparativo com blocos convencionais**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Aparecida de Goiânia, 2017. 5 p. Disponível em: <http://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/140/3/tcc_Cristine%20Cordeiro_Vanessa%20Machado.pdf>. Acesso em 21 de nov. de 2018.

COSTA, A. C. M; SANTOS, M. A. **Gestão de Recursos Hídricos: Legislação e cidadania. XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio**. Belo Horizonte, 1999, apud BONI, S. da S. N. **Gestão da Água em Edificações: Formulação de Diretrizes para o Reuso de Água para Fins não Potáveis**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. 29 p. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257704/1/Boni_SolangedaSilvaNunes_D.pdf>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

CRACCO, A. S. **Sustentabilidade como diferencial competitivo**. Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium, Lins, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/biblioteca/monografias/53537.pdf>>. Acesso em: 10 de dez. de 2018.

CRESESB. **Potencial solar- sunData**. 2018. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&>>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

CURY, Caio. **Avaliação do potencial de uso de três espécies vegetais como cobertura leve de telhados em edificações**. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. 25 p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22092011-151752/pt-br.php>>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

DIAS, C. O.; MAZZURANA, M. M.; PIOVESAN, T.R. **Lã de PET como material alternativo em prol do desempenho térmico de edificações**. São do Conhecimento, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2017. 2 p.

ECO CASA. **Telhado ecológico**, 2016. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/telhado-ecologico>>. Acesso em: 14 de nov. de 2011.

ECO MÁQUINAS. **Construção ecológica – vigas e amarrações**. 2018. Disponível em: <<https://ecomaquinas.com.br/index.php/bra/construcao-ecologica-vigas-e-amarracoes>>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

ECOFOSSA. **Vista lateral do reator com filtro acoplado**. Disponível em: <<https://ecofossa.com/wp-content/uploads/Reator-Filtro-Acoplado-Vista-Lateral.pdf>>. Acesso em 15 de nov. de 2018.

ECOPEX. **Piso de borracha em condomínio – meia lua**. Disponível em:

<<http://www.ecopex.com.br/pisos/piso-emborrachado-para-playground/piso-de-borracha-em-condominio-meia-lua/>>. Acesso em: 17 de nov. de 2018.

ECOTELHADO. **Reuso da água da chuva**, 2018. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/reuso-de-agua-da-chuva/>>. Acesso em: 10 de dez. de 2018.

EPE. **Consulta Pública do Plano decenal de energia 2027**, 2018. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/mme-abre-consulta-publica-do-plano-decenal-de-energia-2027>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Processo AQUA**, 2018. Página Inicial. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-em-detalhes/>>. Acesso em: 14 de nov. de 2018.

GARCETE, E. A. V. **Requisitos de conexão para geração distribuída fotovoltaica no Brasil e o sistema de compensação de energia**. Curitiba, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3668/1/CT_CEEE_I_2013_06.pdf>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

GARRIDO, Pedro de Souza. **Telhados verdes associados com sistema de aproveitamento de água de chuva: projeto de dois protótipos para futuros estudos sobre esta técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004589.pdf>>. Acesso em 25 de nov. de 2018.

GBC BRASIL. Certificação LEED, 2018. Página inicial. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em: 14 de nov. de 2018.

GOOGLE MAPS. Vila Suissa. Mogi das Cruzes. Disponível em:<<https://www.google.com/maps/place/Vila+Suissa,+Mogi+das+Cruzes+-+SP/@-23.4977661,-46.1600621,733m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x94cdd9e041adfdb:0x1397f5cba93cfcaa!8m2!3d-23.496304!4d-46.1482025?hl=pt-BR>>. Acesso em 13 de dez. de 2018.

GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. 150 p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-07072003-160408/pt-br.php>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

GRUNBERG, P. R. M.; MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. **Certificação Ambiental de Habitações: Comparação entre LEED for Homes, Processo AQU e Selo Casa Azul. Ambiente e Sociedade**. São Paulo, 2014. 8 p. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n2/a13v17n2.pdf>>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

HEIDERICK, O. O. **Sustentabilidade aplicada a economia de água e energia em habitação**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

HENEINE, Maria Cristina Almeida de Souza. **Cobertura verde**. Universidade Federal de

Minas Gerais, 2008. Disponível em:< <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Monografia%20Maria%20Cristina%20Almeida.pdf>>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

HENRIQUE, C. **Controle de resíduos da construção civil**. Blog pessoal. 2017. Disponível em:< <http://henriquecastilho.com.br/blog/controle-residuos-construcao-civil/>>. Acesso em: 12 de dez. de 2018.

HUI, S. C. M.; CHAN, S. C. **Integration of green roof and solar photovoltaic systems**. In Proceedings of Joint Symposium 2011: Integrated Building Design in the New Era of Sustainability. Universidade de Hong Kong, Hong Kong, 2011. 3 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281901499_Integration_of_green_roof_and_solar_photovoltaic_systems >. Acesso em 14 de nov. de 2018.

HUPPES, G. A. **A participação da sociedade civil global nas conferências de meio ambiente das nações unidas (1992 – 2012)**. Universidade Federal de Roraima, Boa vista, 2014. 42 p.

JAGGER, M. **Certificações e selos verdes**. PUC-RIO, 2011, 3 p. Disponível em:< https://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2011/Relatorios/CTCH/DAD/DAD-Michelle%20Jagger.pdf>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

JESUS, Christian Fialho. **Reciclagem de entulho e sua viabilidade sustentável e econômica no município de Paraty**. Revista - Educação Ambiental, UNICAMP, 2015. 1 p. Disponível em: < https://www2.ib.unicamp.br/profs/eco_aplicada/revistas/be597_vol7_1.pdf >. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

KOURMPANIS B. et. al. **An integrated approach for the management of demolition waste in Cyprus**. Waste Management & Research, n.26, p.573-581, 2008, apud SILVA, W.; SANTOS, G.; ARAÚJO, W. **Resíduos sólidos da construção civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico**. Florianópolis, 2017.

LEITE, V.F. **Certificação ambiental na construção civil – Sistema LEED e AQUA**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. 28 p. Disponível em:< <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/76.pdf>>. Acesso em: 12 de dez. de 2018.

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Série de Publicações Temáticas do Crea-PR. Curitiba: Crea, 2009. Disponível em:< http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/cartilhaResiduos_web2012.pdf>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

LOPES, Leonardo Barbosa. **Uma avaliação da tecnologia LED na iluminação pública**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. 16 p. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010665.pdf> >. Acesso em 21 de nov. de 2018.

MEDEIROS, H. **Etiquetagem energética classifica edificações**. Revista Finestra, n. 56. São Paulo, 2009. Disponível em: < <http://www.arcoweb.com.br/finestra/tecnologia/procel-edificacao-etiqueta-de-11-12-2009> >. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

MELLO, L. C. B. de B.; AMORIM, S. R. L. de. **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Européia e aos Estados Unidos**. Produção. São Paulo, 2009. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/prod/v19n2/v19n2a13.pdf> >. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: < <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Monografia%20Maria%20Cristina%20Almeida.pdf> >. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

MINGRONE, R. C. C. **Sustentabilidade na construção civil: análise comparativa dos conceitos empregados em obras segundo as certificações AQUA-HQE e LEED**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016, p. 20-30. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6891/1/CM_COECI_2016_1_28.pdf>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

MMA. **Curso de Capacitação: Sustentabilidade na Administração Pública**, 2013. 23 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80063/Apostila%20-%20Curso%20A3P%20-%202013_.pdf>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

MOURA, M. de; MOTTA, A. L. T. S. da. **O Fator Energia Na Construção Civil**. In: Congresso Nacional de Excelência em 2013. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.inovarse.org/filebrowser/download/15525>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

MPPT SOLAR. **Construa seu sistema solar fotovoltaico**. 2015. Disponível em: < <https://www.mpptsolar.com/pt/> >. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

NASCIMENTO, L. F. **Gestão Ambiental e sustentabilidade**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: < http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/Livrotexto_Gestao_Ambiental_Sustentabilidade2.pdf >. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

NOVA ARQUITETURA. 2011, apud LEITE, V.F. **Certificação ambiental na construção civil – Sistema LEED e AQUA**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. 28 p. Disponível em: < <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/76.pdf> >. Acesso em: 12 de dez. de 2018.

OLEK, J. et. al. 2003. **Development of Quiet and Durable Porous Portland Cement Concrete Paving Materials**. Final Report SQDH 2003-5 Center of Advanced Cement Based Materials, Purdue, apud AMARAL, A. C. R. do. **Pavimento intertravado de concreto convencional e permeável**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: < <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10021095.pdf> >. Acesso em 28 de nov. de 2018.

OLIVEIRA, A. I. de A. **Legislação**. In: CEBDS. Centro Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, 2012, apud NASCIMENTO, L. F. **Gestão Ambiental e sustentabilidade**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/Livrotexto_Gestao_Ambiental_Sustentabilidade2.pdf>. Acesso em: 29 de nov. de 2018.

PECORIELLO, L. A; BARROS, J. M. de C. **Alvenaria de tijolos de solo-cimento**. Técnica, São Paulo: PINI, 2004 n.87, Junho. Disponível em:< <http://technel7.pini.com.br/engenharia-civil/87/artigo285631-1.aspx>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

PEREIRA, Dulce Maria. **Processo Formativo em Educação Ambiental: Escolas Sustentáveis e com vida**. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. Disponível em:
<http://www.cead.ufop.br/site_antigo/arquivos/Processo%20Formativo%20em%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20Ambiental%20-%20Escolas%20Sustent%C3%A1veis%20e%20COM-VIDA%20-%20Tecnologias%20Ambientais.pdf>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

PEREIRA, F. A. de S.; OLIVEIRA, M. S. de. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**. Porto: Publindústria, 2011, apud ALMEIDA, E. *et. al.* **Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica**.

PIMENTA, Thais. **Seminário água sustentável para Alto Paraíso de Goiás. Soluções e tecnologias ecológicas para a gestão e tratamento de efluentes**. 2017. 43 p. Disponível em :< <http://fluxus.eco.br/wp-content/uploads/2017/10/1.-relatorio-agua-sustentavel.pdf>>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

PINHEIRO, E. de O. S. **Reuso da água**. Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2010. 23 p. Disponível em: < http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/k215065.pdf>. Acesso em 15 de nov. de 2018.

PINHEIRO, M. D. **Ambiente e Construção Sustentável**. 1 ed. Portugal: Instituto do Ambiente, 2006, 143 p. Disponível em:< http://www.lidera.info/resources/ACS_Manuel_Pinheiro.pdf>. Acesso em: 20 de nov. de 2018.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. CEPEL – CRESESB. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:< <https://www.portal-energia.com/downloads/livro-manual-de-engenharia-sistemas-fotovoltaicos-2014.pdf>>. Acesso em: 13 de dez. de 2018

CRESESB. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: < http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/manual_de_engenharia_fv_2014.pdf>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Universidade de São Paulo, São Paulo. 218p. 1999. Disponível em:< <http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

PROCELINFO. **Centro Brasileiro de Informação e Eficiência Energética**, 2018. Página inicial. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?ViewID={A84BD56D-D750-477C-8E20-2BF2D94B4EE2}>>. Acesso em: 15 de nov. de 2018.

REVISTA FAPESP. **Revista de pesquisa: Para aproveitar o sol**. 2017 Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2017/08/18/para-aproveitar-o-sol/?cat=politica>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

RICARDO, Jorge Francisco. **Mais uma engenharia: Reaproveitamento da água da chuva**, 2015. Disponível em: <<http://maisumaengenharia.blogspot.com/2015/08/reaproveitamento-da-agua-de-chuva.html>>. Acesso em: 15 de nov. de 2018

ROCHA, R. K. **Certificação LEED de edificações: aspectos relacionados a materiais e recursos**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. 34 p. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018022.pdf>>. Acesso em 15 de nov. de 2018.

RODRIGUES, R. **Iluminação natural**. 2015. Disponível em:<<http://www.dicadaarquitectura.com.br/2015/02/>>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

SABESP. **Dicas e testes**. Disponível em:<<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=184>>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

SABESP. **Fecomercio: o uso racional da água no comércio**, 2010. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf>. Acesso em: 17 de nov. de 2018.

SANTOS, T. S. et. al. **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais**, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00595.pdf>>. Acesso em 15 de nov. de 2018.

TECHNE. **Tecnologia: Telhado Verde Alveolar**, 2010. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/162/artigo287779-1.aspx>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

TEM SUSTENTÁVEL. **Certificação LEED no Brasil**. 2018. Disponível em:<<http://www.temsustentavel.com.br/certificacao-leed-no-brasil/>>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

TEM SUSTENTÁVEL. **Tratamento de esgoto: processos de reaproveitamento residencial**. Disponível em: <<http://www.temsustentavel.com.br/tratamento-de-esgoto-os-processos-de-reaproveitamento-residencial/>>. Acesso em 21 de nov. de 2018.

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. **Quantificação e Classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, volume 12, número 2, 2012. Disponível em:<

<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/20395/18760>>. Acesso em: 10 de dez. de 2018.

TOMAZ, P. **Coeficiente de Runoff**. Capítulo 5. Disponível em:< http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Capitulo%2005.pdf>. Acesso em: 13 de dez. de 2018.

TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos**. São Paulo: Comercial Editora Hermano & Bugelli Ltda, 1999. Disponível em:< http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_previsao_%20de_%20consumo_agua_170114/previsao_de_consumo_de_agua.pdf>. Acesso em: 25 de nov. de 2018.

TRATABRASIL. **Saneamento: principais estatísticas do Brasil do sistema de esgoto**, 2015. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto> >. Acesso em 21 de nov. de 2018.

TRISOFT. **Lã de PET**. Disponível em: < <https://www.trisoft.com.br/tag/la-de-pet/> >. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

VILLALVA, M.; GAZOLI, J. **Energia solar fotovoltaica: conceitos e aplicações**. São Paulo: Erica, 2012, apud ALMEIDA, E. *et al.* **Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica**.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na confecção do concreto**. Universidade Federal de Campinas, São Paulo. 140p. 1997. Disponível em:< http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258458/1/Zordan_SergioEduardo_M.pdf>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

8 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABRECON. **Pesquisa Setorial Abrecon 2017**. Disponível em: <http://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/>. Acesso em: 13 de nov. de 2018.

ANEEL. **Geração Distribuída**, 2018. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

BARBOSA, J. **Destinação dos resíduos sólidos de construção e demolição do Município de Passo Fundo- RS: Desafios e Perspectivas**. Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2012-2/JOSIEL%20BARBOSA.pdf>>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

CASTELO, R. A. de A.; VASCONCELOS, F. C. W. **As diretrizes GRI e o perfil histórico de publicação de relatórios de sustentabilidade no Brasil e no mundo**. SINGEP (Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade), São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://singep.org.br/5singep/resultado/669.pdf>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20Civil.pdf>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

DATA GEO. **Infraestrutura de dados espaciais do estado de São Paulo**, 2018. Disponível em: <<http://datageo.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

ECOGREEN. **Tijolos ecológicos**. Disponível em: <http://www.ecoogreen.com.br/oqueetijoloecologico.html> >. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

EDUTEC UNESP. **Introdução ao estudo da Agenda 21 – Histórico**, 2015. Disponível em: <https://www.edutec.unesp.br/publicador/index.php/conteudo/visualizar?pid=203&Conteudo_page=3>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

MAPA. **Agropecuária puxa o PIB DE 2017**, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/agropecuaria-puxa-o-pib-de-2017>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

MMA. **Construções Sustentáveis**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/item/10317-eixos-tem%C3%A1ticos-constru%C3%A7%C3%B5es-sustent%C3%A1veis>>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

MONTES, M. A. T. **Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102250>>. Acesso em: 28 de nov. de 2018.

SILVA, R. R. da; VIOLIN, R. Y. T. **Gestão da água em canteiro de obras de construção civil**. Encontro Internacional de Produção Científica, Centro Universitário CESUMAR, Maringá, 2013. Disponível em: <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Robson_Rodrigo_da_Silva2.pdf>. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

UN DOCUMENTS. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Disponível em: < <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm> >. Acesso em: 21 de nov. de 2018.

9 ANEXO A: SIMULAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA COPEL



Simulador de Consumo

*Verificar os valores no site

Cozinha

Item:	Unidades:	Potência em Watts:	Tempo de uso:	Período:	kWh por mês:	Custo por mês (R\$):
Cafeteira elétrica	1	1000	60	Minutos/Dia	30,00	R\$ 20,52
Geladeira	1	130	1440	Minutos/Dia	93,60	R\$ 64,03
Lâmpada Fluorescente	1	9	300	Minutos/Dia	1,35	R\$ 0,92
Microondas	1	1200	20	Minutos/Dia	12,00	R\$ 8,21
Sanduicheira	1	750	30	Minutos/Dia	11,25	R\$ 7,70
Torneira Elétrica	1	3500	30	Minutos/Dia	52,50	R\$ 35,92
TOTAL:					200,70	R\$ 137,30

Quarto

Item:	Unidades:	Potência em Watts:	Tempo de uso:	Período:	kWh por mês:	Custo por mês (R\$):
Computador	2	300	180	Minutos/Dia	54,00	R\$ 36,94
Lâmpada Fluorescente	2	9	300	Minutos/Dia	2,70	R\$ 1,85
Televisor	2	100	110	Minutos/Dia	11,00	R\$ 7,53
TV a cabo	2	80	540	Minutos/Dia	43,20	R\$ 29,55
TOTAL:					110,90	R\$ 75,87

Sala

Item:	Unidades:	Potência em Watts:	Tempo de uso:	Período:	kWh por mês:	Custo por mês (R\$):
Home Theater	1	350	120	Minutos/Dia	21,00	R\$ 14,37
Televisor	1	100	110	Minutos/Dia	5,50	R\$ 3,76
Telefone sem fio	1	100	15	Minutos/Dia	0,75	R\$ 0,51
Lâmpada Fluorescente	1	9	300	Minutos/Dia	1,35	R\$ 0,92
TV a cabo	1	80	540	Minutos/Dia	21,60	R\$ 14,78
TOTAL:					50,20	R\$ 34,34

Banheiro

Item:	Unidades:	Potência em Watts:	Tempo de uso:	Período:	kWh por mês:	Custo por mês (R\$):
		Watts.	de uso.		por mês.	mês (R\$).
Chuveiro	1	3500	10	Minutos/Dia	17,50	R\$ 11,97
Lâmpada Fluorescente	1	9	300	Minutos/Dia	1,35	R\$ 0,92
Secador de cabelo	1	1400	10	Minutos/Dia	7,00	R\$ 4,79
Chapinha/Prancha alisadora	1	1500	15	Minutos/Dia	11,25	R\$ 7,70
TOTAL:					37,10	R\$ 25,38

Lavanderia

Item:	Unidades:	Potência em Watts:	Tempo de uso:	Período:	kWh por mês:	Custo por mês (R\$):
Lâmpada Fluorescente	1	9	300	Minutos/Dia	1,35	R\$ 0,92
Máquina de lavar	1	350	60	Minutos/Dia	10,50	R\$ 7,18
TOTAL:					11,85	R\$ 8,10

Resultado da Simulação - tarifa com data de: 24/06/2017

Soma total dos aparelhos elétricos adicionados em cada cômodo

Consumo aproximado da conta de luz: Valor aproximado:

410,75 kWh

R\$ 280,99