

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MÁRIO LADEIRA RIBAS

**UM ESTUDO DE CASO DO USO DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS
APLICADAS A CONSTRUÇÕES**

**CURITIBA/PR
2018**

MARIO LADEIRA RIBAS

**UM ESTUDO DE CASO DO USO DE TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS
APLICADAS A CONSTRUÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito para obtenção do título de especialista. Orientador: Prof. Dr. José de Almendra Freitas Jr.

CURITIBA/PR
2018

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná e ao Programa de Educação Continuada em Ciências agrárias pela oportunidade oferecida.

Ao orientador Prof. Dr. José Freitas Jr., pela paciência, conhecimento passado, e pelo apoio a fim de chegar a este momento.

Aos mestres, tutores, funcionários administrativos que apoiaram no que foi possível a fim de chegáramos neste objetivo tão esperado e sonhado.

A minha mãe que infelizmente não compartilha deste momento presente, mas onde estiver esta abençoando este especial momento em minha vida, ao meu pai por ser pai e mãe em muitos momentos e simplesmente por existir em minha vida.

Minhas irmãs por me apoiarem sempre, a serem parceiras neste objetivo de forma a incentivar a realização do curso apesar de minhas dificuldades.

A família que construí que partilhou momentos de dificuldades e compartilha este momento, mesmo à distância, desta vitória de realização deste sonho de concluir esta caminhada.

Aos amigos que a vida me deu e que a distância impede que tenha a companhia física, mas sei que apesar da saudade que fica, tenho ampla certeza que estão a torcer pelo meu sucesso, assim como compartilho dos deles.

RESUMO

Sustentabilidade nas construções é, sem dúvidas, um tema de grande debate neste novo milênio e, não por acaso, esses conceitos tem invadido as mais diversas áreas do conhecimento e setores da economia. Na construção civil, a partir da utilização de novos materiais que gerem o menor impacto possível ao meio ambiente e contribuam para o conforto térmico ou a redução do consumo de energia, não é diferente, e há inúmeros exemplos de novos materiais e tecnologias com essa finalidade. O enfoque da pesquisa perpassará sustentabilidade em novas tecnologias existentes para uso e promovendo um comparativo entre as mesmas com finalidade de mostrar as melhorias relativas a economicidade de recursos naturais. A aplicação destas tecnologias expostas neste trabalho visam a dar um panorama da existência destas tecnologias para aplicação imediata. A ênfase nas modificações na edificação para sustentabilidade é o ponto chave da pesquisa e o intuito de conscientizar a sociedade para a transformação a curto médio e longo prazos culminam a meta primordial, norteia e justifica a relevância do tema.

Palavras chaves: carbono, sustentabilidade nas construções e Engenharia Ambiental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Crescimento Populacional.....	14
Figura 2 – Crescimento Populacional.....	15
Figura 3 – Atividades Humanas X Sistema Natural.....	16
Figura 4 – Painel Solar	21
Figura 5 – Cobertura Verde	22
Figura 6 – Válvula de descarga contendo um dispositivo duplo.....	23
Figura 7 – Torneiras com sensor de presença.....	24
Figura 8 – Luminária de LED.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo de Lampâdas.....	28
Tabela 2 – Comparativo de Torneiras.....	29
Tabela 3 – Comparativos de Energia	30
Tabela 4 – Uso de Cobertura Verde.....	31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. O PROBLEMA E A HIPÓTESE DE PESQUISA.....	9
1.2. OBJETIVO GERAL.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1. Engenharia ambiental e responsabilidade social.....	9
2.2. Engenheiro socialmente responsável.....	11
2.3. Crescimento populacional e a utilização dos recursos naturais	13
2.4. Construções sustentáveis: Resignificando o futuro	17
2.5. Modificações na edificação para sustentabilidade.....	20
2.5.1. Painel Solar.....	20
2.5.2. Coberturas “verdes”	21
2.5.3. Válvula com dispositivo duplo	23
2.5.4. Torneiras com sensor de presença.....	23
2.5.5. Luminária de LED	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. A casa sustentável objeto do estudo de caso	25
3.2. Lâmpadas de LED.....	26
3.3. Torneiras ecológicas	26
3.4. Vasos acoplados ecológicos	26
3.5. Painéis fotovoltaicos.....	27
3.6. Coberturas “verdes”.....	27
4. RESULTADOS	27
4.1. Lâmpadas de LED.....	28
4.2. Torneiras Ecológicas	28
4.3. Vasos Acoplados.....	30

4.4. Painel Fotovoltaico	30
4.5. Cobertura “verde”	31
4.6. Resultados gerais.....	32
5. CONCLUSÕES.....	33
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que a missão dos profissionais da área tecnológica é transformar recursos naturais em bens à sociedade, melhorando a sua qualidade de vida, sem danos ao meio ambiente.

Considerando que a atuação da Engenharia Ambiental deve privilegiar, simultaneamente, dois temas distintos: a recuperação de áreas ou de ambientes impactados e a prevenção de novos impactos, a partir do desenvolvimento de métodos que fundamentem o emprego de medidas corretivas e mitigadoras, respectivamente, é que se fundamenta a presente pesquisa.

Também foram salientadas as vantagens da utilização consciente dos recursos naturais como meios alternativos e o retorno econômico imediato.

Objetiva-se apenas tornar público as discussões em torno da sustentabilidade nas construções e abrir um leque de possibilidade para se pensar no ambiente de forma produtiva, responsável, inovadora e emancipatória, vislumbrando um futuro mais fidedigno para as futuras gerações, certamente frutos de nossas ações.

Para nortear a discussão, tomaremos como ponto de partida algumas das metas da Engenharia ao longo da história como, por exemplo: a garantia da segurança da população, salvaguardando sua integridade física através da melhor técnica; promoção e socialização do consumo, através da redução do custo dos produtos, melhorando sempre a eficiência e a eficácia dos sistemas produtivos e assegurar a qualidade de vida da sociedade, protegendo o meio ambiente e desenvolvendo produtos que atendam suas necessidades.

A pesquisa teve como embasamento o estudo e análise qualitativa em referencial bibliográfico, nas teorias das disciplinas específicas do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estácio de Sá e nos conhecimentos da vivência e prática enquanto acadêmico do Curso em pauta.

Para dar veracidade ao tema, foram necessários alguns aprofundamentos conceituais pertinentes ao processo histórico da Engenharia, sociedade e aspectos legais sobre responsabilidade social, sustentabilidade e outros.

1.1. O PROBLEMA E A HIPÓTESE DE PESQUISA

O problema tratado neste trabalho de conclusão de curso está relacionado com ao consumo elevado dos recursos naturais na construção civil.

A hipótese que é inicialmente levantada é de que com o uso de tecnologias verdes possamos melhorar desempenho ambiental de uma unidade habitacional brasileira.

1.2. OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a utilização de algumas tecnologias que visam tornar as edificações mais ambientalmente sustentáveis demonstrando por meio de dados comparativos os ganhos ambientais no uso destas tecnologias.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Engenharia ambiental e responsabilidade social

Este capítulo tem como foco a epistemologia da Engenharia Ambiental e os aspectos da responsabilidade social.

Antes de focar a questão primordial, vale ressaltar o conceito que a Organização Mundial de Saúde concebe do que seja Saúde e Qualidade de vida, para assim redefinir os desafios do novo profissional da Engenharia Ambiental e o que se dispõe a operacionalizar.

A "Organização Mundial de Saúde" (OMS) define a saúde como "um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades".

Essa definição tem um sentido bem amplo, sendo necessário ao homem, para ter saúde, dispor de um ambiente que lhe proporcione um estado de completa satisfação.

A qualidade de vida é um termo de difícil conceituação, e, durante as últimas décadas, apesar dos debates, não se chegou a um consenso sobre tal conceito. A

qualidade de vida teve interesse inicialmente dos cientistas sociais, filósofos e políticos.

“Dependendo das características do ambiente, o homem pode ter melhor ou pior estado de saúde, pois em locais onde são adequadas as condições de habitação, nutrição, saneamento, entre outras, a incidência de doenças transmissíveis é muito pequena, ocorrendo o contrário quando as mesmas são precárias ou inexistentes”. (Mota, Suetônio – 2006 – pág. 67).

De acordo com Mota (2006), saúde pode ser, assim, associada à qualidade de vida, a qual, por sua vez, está ligada aos aspectos econômicos, sociais e ambientais.

A Engenharia Ambiental está voltada para o desenvolvimento econômico sustentável, que respeita os limites dos recursos naturais, e promove projetos de construção, de ampliação e de operação de sistemas de água e esgoto.

O profissional dessa área desenvolve e aplica tecnologias para proteger o ambiente dos danos causados pelas atividades humanas. Sua principal função é preservar a qualidade da água, do ar e do solo. Para isso, planeja, coordena e administra redes de distribuição de água e estações de tratamento de esgoto e supervisiona a coleta e o descarte do lixo. Também avalia o impacto de grandes obras sobre os recursos naturais, para prevenir a poluição de mananciais, rios e represas.

Segundo Mota, o homem deve considerar os aspectos ecológicos no seu processo de desenvolvimento:

“A ecologia deve servir de fundamento para o desenvolvimento sustentável, assim entendido aquele que, além dos aspectos sociais e econômicos, considera as características ambientais, de forma a garantir, para as gerações atuais e futuras, um ambiente que lhes proporcione a indispensável qualidade de vida”. (MOTA, 2006).

Esse profissional é responsável por prevenir poluições causadas por indústrias. Em agências de meio ambiente e em polos industriais, controla, previne e trata a poluição atmosférica. Pode, ainda, monitorar o ambiente marinho e costeiro, atuando na prevenção e no controle de erosões em praias (MOTA, 2006.)

Em contrapartida, percebe-se um redimensionamento das múltiplas atribuições do Engenheiro ambiental diante do cenário mundial contemporâneo marcado por inúmeras transformações de ordem econômica, política, social e cultural; tais atribuições que, por sua vez, se adaptam aos novos modelos de relações entre instituições e mercados, organizações e sociedade.

No âmbito das atuais tendências de relacionamento, verifica-se a aproximação dos interesses das organizações e os da sociedade resultando em esforços múltiplos para o cumprimento de objetivos compartilhados. Surge então uma ampla discussão sobre a responsabilidade social que compete a todos em função do bem comum. (MOTA, 2006).

A responsabilidade social é um conceito segundo o qual, as empresas decidem, numa base voluntária, contribuir para uma sociedade mais justa e para um ambiente mais limpo. Com base nesse pressuposto, a gestão das empresas não pode, e/ou não deve ser norteadada apenas para o cumprimento de interesses dos proprietários das mesmas, mas também pelos de outros detentores de interesses como, por exemplo, os trabalhadores, as comunidades locais, os clientes, os fornecedores, as autoridades públicas, os concorrentes e a sociedade em geral. (CECATO, 2000 apud MELO NETO E FROES, 2001).

2.2. Engenheiro socialmente responsável

O engenheiro faz parte da organização e diretamente responsável por diversos níveis de responsabilidade. Não se pode mais vê-lo como um projetista ou um gerente de produção.

Este profissional deve estar plenamente consciente de suas ações pessoais e profissionais. Torna-se evidente, portanto, que a formação do engenheiro não deve ser pautada tão somente na técnica.

Segundo os autores dos textos do livro *Introdução à Engenharia Ambiental* (2005); em relação à visão do engenheiro e as questões ambientais, existem pontos relevantes a se destacar.

“Outro problema a se destacar é que os complexos problemas e os desafios ambientais com os quais nos defrontamos são todos interligados e nem sempre explicáveis apenas em termos estritamente

técnico ou científico. É extremamente importante lembrar a necessidade de se preservar as análises e proposições com abordagens não apenas técnicas para as ferramentas e os próprios conhecimento técnicos tenham força e de fato proporcionem mudanças efetivas”.

(Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável (Pág. 219).

Logo, o engenheiro no seu compromisso e responsabilidade social deve levar em conta também o sistema ético, ou seja, os valores culturais e as tradições de uma sociedade, pois a aplicabilidade de leis e instrumentos econômicos, pode ser comprometido se fizer contraposição a valores e/ou não se apoiar em comportamento social da população em questão.

O futuro engenheiro, além de estar em sintonia e concordância com as crenças, valores, missão e visão da organização a qual pertence, também deve estar atento que as consequências de sua ação profissional afetam a todos os *stakeholders*. (BRAGA, Benedito, 2005)

Segundo Braga, a sociedade acaba por esperar as seguintes características do engenheiro:

- A consciência de que ações pessoais, técnicas e gerenciais afetam a vida das pessoas e do meio que as cerca (direta e indiretamente).
- Desenvolvimento e aprimoramento de valores morais, pois somente a determinação das pessoas de agir com ética pode garantir o comportamento ético de uma organização.
- Conhecimento da Lei (trabalhista, ambiental) e de normas reguladoras.
- Envolvimento pró-ativo na comunidade, usando ou não, as suas habilidades técnicas.

Podemos então traçar as seguintes expectativas da sociedade para com engenheiro socialmente responsável:

- I. Responsabilidade econômica. A sociedade espera que o profissional receba o que é justo.
- II. Responsabilidade técnica. A sociedade espera que o profissional seja capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua

atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

- III. Responsabilidade legal. A sociedade espera que as atividades desse profissional produzam serviços (processos e/ou produtos) que tenham padrões de segurança e obedeçam às leis trabalhistas, ambientais estabelecidas pelo governo.
- IV. Responsabilidade ética. A sociedade espera que as tomadas de decisões por parte desse profissional sejam resultado da análise e reflexão ética, exigindo que essas sejam feitas considerando-se os efeitos das ações, honrando o direito dos outros, cumprindo deveres e evitando prejudicar o outro interno e externo à organização, fundamentado no respeito aos valores morais.
- V. Responsabilidade social. A sociedade espera que esse profissional, enquanto dotado de decisão estratégica na empresa, faça-a contribuir com recursos para a comunidade, visando à melhoria da qualidade de vida.

A partir do instante em que o engenheiro esteja ciente de sua responsabilidade social, as suas ações tornam-se pró-ativas dentro do espaço de atuação, principalmente quando o mesmo se vê em cargos de liderança e conseqüentemente corresponsável pelas tomadas de decisões.

“A raiz de uma das principais causas de dificuldades na gestão do ambiente certamente está na ausência de uma resposta objetiva a algumas perguntas que frequentemente se apresentam. Ao disciplinar o acesso e a apropriação do ambiente pelos indivíduos, a sociedade define e impõe padrões ambientais que afetam interesses conflitantes. (BRAGA, Benedito, 2005).

2.3. Crescimento populacional e a utilização dos recursos naturais

A utilização que o homem tem feito dos recursos naturais nem sempre ocorreu considerando suas características e suas capacidades de recuperação dos mesmos. Aliás, só mais recentemente o homem passou a preocupar-se com os problemas ambientais. A atitude mais comum do homem era considerar-se um ser superior da

natureza, logo a utilizando para atender suas necessidades, de forma descomprometida. (CORRÊA, 2007).

Em consequência ao grande crescimento populacional e o aumento das construções civis ao longo das décadas, surgiram ou começaram a surgir problemas ambientais graves, com reflexos sobre o próprio homem, levando-o a procurar compreender melhor os fenômenos naturais e a entender que deve agir como parte integrante do sistema natural. (CORRÊA, 2007).

Atualmente, a construção civil está entre as atividades humanas que mais causam impactos ambientais no mundo.

Segundo dados da ANAB (Associação Nacional de Arquitetura Bioecológica), cerca de 50% dos recursos extraídos da natureza são destinados ao setor; e especificamente no caso do Brasil, é responsável pelo consumo de cerca de 40% dos recursos naturais e da energia produzida, 34% da água, 55% de madeira não certificada, além de responder pela produção de 67% da massa total de resíduos sólidos urbanos. PATRICIA GONÇALVES (Brasil). Acesso a materiais de estudo é principal dificuldade dos deficientes em ambiente acadêmico. 2012. Disponível em: <<https://digitaispuccampinas.wordpress.com/2012/09/16/acesso-a-materiais-de-estudo-e-principal-dificuldade-dos-deficientes-em-ambiente-academico/>>. Acesso em: 10/03/2018).

Tais problemas agravaram-se nas últimas décadas, como consequência do crescimento populacional, especialmente das áreas urbanas, e da intensificação das atividades humanas, tais como a industrialização, a agropecuária, a extração de minérios e outras ações degradadoras. A população mundial tem crescido de forma intensa, principalmente nas últimas décadas, conforme se pode observar no quadro abaixo:

Ano	POPULAÇÃO (Bilhões)
Início da era cristã	0,2
1650	0,5
1850	1,0
1930	2,0
1950	2,4
1960	3,0
1970	5,2
1980	5,4
1990	6,1
2000	7,2
2010	8,4
2025	

Figura 1 - Crescimento Populacional (Atlas do meio ambiente do Brasil – 1994)

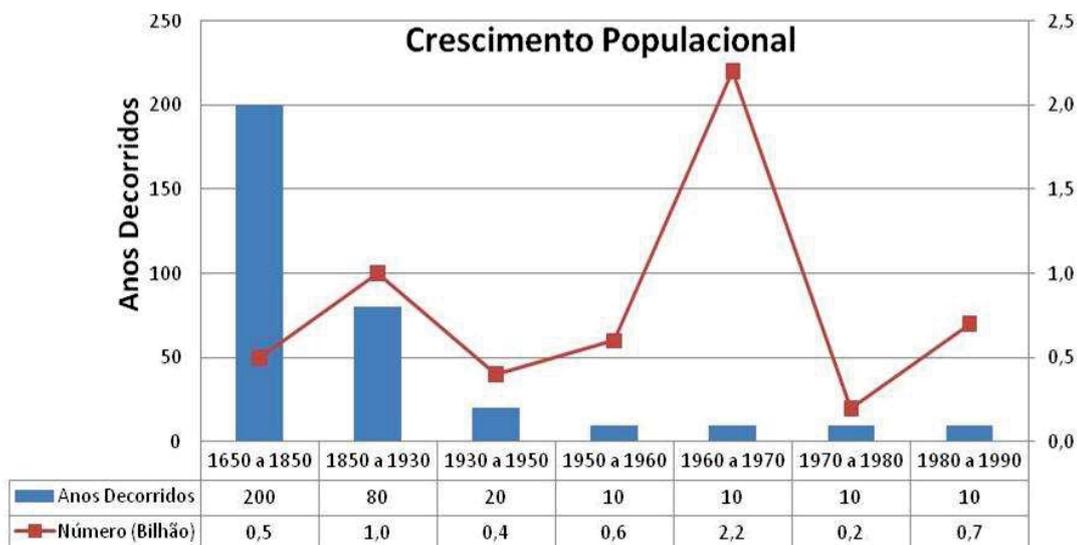


Figura 2 – Crescimento Populacional (dados retirados do Atlas do meio ambiente do Brasil – 1994)

Como pudemos observar, se considerarmos a população referente a década de 1850 até 1930, onde resulta o dobro de população, percebe-se um percurso de 80 anos. A leitura gráfica se torna relevante e preocupante, quando constata-se que em 40 anos percorridos entre 1970 a 2010 o resultado de aumento populacional faz menção ao mesmo produto operacional, ou seja, espaço de tempo menor, com produto sem diferencial.

O crescimento da população e, conseqüentemente, das atividades desenvolvidas pela mesma, resultam numa grande utilização dos recursos naturais – água, ar, solo, vegetação, fauna, energia – provocando mudanças bruscas e intensas no ambiente tendo em vista má conservação da água, a falta de saneamento básico (lixo a céu aberto), o lançamento de esgotos em córregos e rios e a contaminação de solos e lençol freático.

A produção de resíduos, nas formas sólidas, líquidas gasosas ou de energia, uma vez lançada na litosfera, hidrosfera e atmosfera, muitas vezes em grandes quantidades, não permite a recuperação dos ecossistemas, com danos aos seus componentes, inclusive o homem. Em muitos lugares, já se constam alterações

ecológicas intensas, irreversíveis, com graves consequências para o meio e para os organismos vivos. (Figura 3).

Segundo Mota, o homem faz constantemente uso dos recursos naturais para atender às suas necessidades biológicas e desenvolver suas atividades. Nessa utilização são retirados do ambiente; o ar, o alimento, a matéria prima, para execução de seus abrigos e seus meios de locomoção.

Assim, o sistema antrópico está constantemente provocando alterações no meio físico (ar, água) as quais, muitas vezes, causam reações e impactos adversos. O homem também interfere no próprio sistema antrópico, promovendo modificações na maioria das vezes, negativas.

Para melhor justificar o exposto, vale visualizar o esquemático que segue.

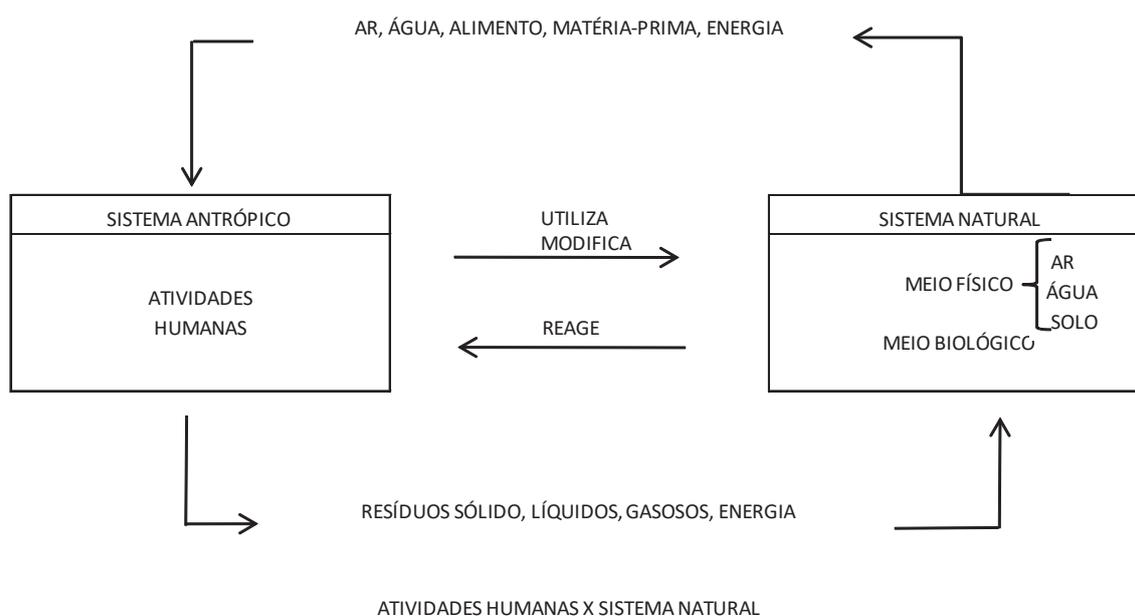


Figura 3 – Atividades Humanas X Sistema Natural (Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável)

As atividades humanas, de um modo geral, provocam alterações no meio físico, biológico e antrópico. Essas modificações são chamadas de impactos ambientais.

Ao desmatar, efetuar mudanças no relevo, realizar movimentos de terra, alterar o escoamento natural das águas, impermeabilizar o solo, construir, lançar resíduos, o homem está constantemente provocando impactos ambientais, os quais podem ser de maior ou menor intensidade, em função das características do meio e dos tipos de ações desenvolvidas. (MOTTA, 2000)

2.4. Construções sustentáveis: Ressignificando o futuro

Na atual conjuntura, em que se vê os rumos da sociedade em especial a escassez dos recursos naturais, compete ao homem prever e avaliar os impactos negativos, de modo a adotar medidas tempo em que sejam maximizados os impactos ambientais positivos de uma determinada ação.

O que antes era apenas um diferencial, utilizado mais para chamar a atenção do que realmente para ajudar o planeta, hoje se torna necessário. A construção civil ecológica e sustentável ganha cada vez mais força e aos poucos vai se tornando cada vez mais comum, o que é vital para ajudar o nosso meio ambiente.

Por isso, algumas soluções estão sendo implantadas nas construções de casas e edifícios, já que o crescimento populacional está aumentando cada vez mais nas grandes cidades, devido à grande oferta de empregos que o mercado oferece, assim como sonhos às vezes um tanto tópicos de melhoria das condições de vida ao migrarem para os grandes centros, o que na maioria das vezes compromete o ambiente em risco e a população cada vez mais vulnerável e a margem da sociedade de que se almeja. (BRAGA, Benedito, 2005)

Sendo o crescimento populacional um fato e sua má distribuição um agravante, novas tecnologias e um novo conceito surgem no mercado, com o objetivo de reduzir custo e aproveitar os recursos naturais que nos são oferecidos, melhorando sempre a eficiência e a eficácia dos sistemas produtivos e assegurar a qualidade de vida da sociedade, protegendo o meio ambiente e desenvolvendo produtos que atendam suas necessidades.

Com esse novo conceito, é que surgiu a Construção Sustentável, que visa diminuir os impactos causados pela construção, reaproveitando desde materiais recicláveis a novas técnicas, aproveitando as condições naturais favoráveis do nosso país.

“...a engenharia é o caminho para se minimizar ou controlar a população e a degradação ambiental até que sejam compatíveis com o nível de desenvolvimento pretendido pela sociedade” (Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável (Pág. 49).

Desta forma, segundo os autores em questão e o enquadramento da pesquisa, percebe-se que o engenheiro é compelido a transformar-se em um técnico que, além de competente, seja comunicativo, aberto a sugestões do público e dos setores envolvidos, com capacidade de negociação e persuasão (HENRY & HEINKE, 1989).

Esse nicho de mercado é hoje um diferencial, mas no futuro se transformará em requisito, pois está dentro da necessidade urgente de melhores indicadores de qualidade de vida (ODUM, 1969).

Os principais benefícios da construção sustentável são:

- Redução dos custos de investimento e de operação;
- Imagem, diferenciação e valorização do produto;
- Redução dos riscos;
- Mais produtividade e saúde do usuário;
- Novas oportunidades de negócios;
- Maior valor de mercado (revenda);
- Redução do impacto da obra e da operação das edificações, contemplando para isso o total planejamento, o uso racional dos recursos, o uso de técnicas e materiais menos degradantes e com maior durabilidade;
- Satisfação de fazer a coisa certa;

Considerando o exposto, fica explícito que a construção que busca ser sustentável usa materiais locais, reciclados e recicláveis. Usa tecnologias testadas e certificadas. Tira partido do clima e do entorno para reduzir o consumo de energia e de água.

Ainda discutindo construção sustentável, faz-se necessário lembrar que esta procura não produzir lixo, mas transformar os resíduos em insumos que voltam para a cadeia produtiva. Transforma terrenos degradados em infraestrutura verde. Usa o paisagismo funcional, além do estético. Reduz os impactos ambientais causados pelos processos construtivos, uso e demolição dos edifícios e pelo ambiente urbanizado (BRANCO, 1978).

A construção sustentável que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de habitação do homem moderno, preservando o

meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras (ODUM, 1969).

Conforme explanação apresentado por Araújo (2008) em “a moderna construção sustentável” as diretrizes gerais para edificações sustentáveis se resumem em nove passos principais, os quais podemos enumerar da seguinte forma:

1. Planejamento Sustentável da Obra;
2. Aproveitamento passivo dos recursos naturais;
3. Eficiência energética;
4. Gestão e economia da água;
5. Gestão dos resíduos na edificação;
6. Qualidade do ar e do ambiente interior;
7. Conforto termo-acústico;
8. Uso racional de materiais;
9. Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Conforme estudos bibliográficos em autores que se aprofundaram no tema, entre eles Mota, existe uma variável de discussões acerca dos conceitos da construção sustentável. Primeiro que não é certo afirmar simplesmente que uma obra é ou não sustentável. Baseado em estudos feitos a caracterização da sustentabilidade de uma construção vem do processo na qual esta foi projetada, executada e na somatória das técnicas usadas em relação ao entorno e lugar.

Não existe nenhuma obrigatoriedade de se cumprir todos os requisitos técnicos para uma construção ser sustentável.

Na verdade, as diretrizes são uma forma de orientar aqueles que pretendem construir de uma forma ambientalmente mais responsável (BRANCO, 1978).

Uma obra sustentável leva em conta o processo na qual o projeto é concebido, quem vai usar os ambientes, quanto tempo terá sua vida útil e se, depois desse tempo, ela poderá servir para outros propósitos ou não.

Tudo o que diz respeito aos materiais empregados na construção devem levar em conta a necessidade, o desperdício, a energia gasta no processo até ser implantado na construção e, depois, se esses materiais podem ser reaproveitados (SETTI, 1994).

Sendo assim, a autossuficiência da edificação deve ser levada em consideração. Muitas vezes, alguma parcela da energia pode ser gerada no próprio

lugar e a água pode ser reaproveitada, fazendo com que no longo prazo se obtenha uma economia considerável.

Vale ressaltar que a forma, as técnicas e materiais podem e devem ser combinados da melhor maneira que convier; mais uma vez, uma construção sustentável não tem receita pronta, apenas diretrizes a serem levadas em consideração na hora de projetar (SETTI, 1994).

Diante do exposto e considerando a objetividade da pesquisa, fica evidente que a base para deslumbrar o futuro que se deseja, encontra-se não só na ação técnica dos profissionais que atuam ativamente com o meio ambiente em especial nos projetos de construção, mais sim em uma conscientização maciça e humanizadora da sociedade como um todo, resignificando o futuro projetado na realidade do que se vive hoje (DACACH, 1989).

2.5. Modificações na edificação para sustentabilidade

A discussão sobre Modificações na edificação para Sustentabilidade deve ter como base o desenvolvimento de um modelo que enfrente e proponha soluções aos principais problemas ambientais de sua época, sem renunciar à moderna tecnologia e à criação de edificações que atendam às necessidades de seus usuários (ROUQUEIROL, 1994).

Sendo assim, trata-se de uma visão multidisciplinar e complexa, que integra diferentes áreas do conhecimento, afim de reproduzir a diversidade que compõe o próprio mundo, levando o homem a necessidade emergente de uma visão holística sobre o que se quer, o que se tem e o que se busca fazendo dos recursos que a natureza oferece a base da sustentabilidade (BURSZTYN, 1994).

Para concretizar de forma consciente as modificações explanadas, faz se necessário o detalhamento em termos de transformações que segue:

2.5.1. Painel Solar

Trata-se de um recurso onde a estratégia é montar um painel apropriado para captação da luz solar, objetivando transforma-la em energia elétrica a partir das células fotovoltaicas; ou seja, essas são dispositivos capazes de transformar a energia luminosa, proveniente do Sol ou de outra fonte de luz, em energia elétrica. Uma célula

fotovoltaica pode funcionar como geradora de energia elétrica a partir da luz, ou como um sensor capaz de medir a intensidade luminosa.

Ao atingir uma superfície escura do painel, a energia solar também será transformada em calor, de modo a permitir o aquecimento de uma quantidade significativa de água, posteriormente utilizada nos chuveiros para os banhos e para aquecer a água da piscina.

Entre as vantagens do painel solar podemos destacar questões relevantes como o fato de:

- a. Não poluir durante sua produção;
- b. Necessidade mínima de manutenção nas centrais;
- c. Baixo custo de aquisição dos painéis solares;
- d. Viabilização de sua utilização em lugares de difícil acesso, o que não seria garantido com outro tipo de recurso que dependesse de linha de transmissão para instalação;



Figura 4 - Painel Solar (<http://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-casa,-painel-solar-image9769390>)

2.5.2. Coberturas “verdes”

As altas temperaturas que atingem o nosso país, faz com que tomemos algumas medidas quando falamos em construção.

Em construções modernas já podemos observar que estão sendo implantadas as chamadas “coberturas verdes”. Este sistema nada mais é do que a implantação de

solo e cobertura vegetal junto ao telhado, sobre uma camada impermeável, que tem como objetivo reduzir a temperatura no interior da casa e conseqüentemente aumentar a área verde da residência (VILAÇA & VIEIRA, 1983).

Esse tipo de cobertura leva muitas vantagens do que o telhado comum como:

- a. Melhoria térmica proporcionando um ambiente muito mais fresco do que outros telhados, mantendo o edifício protegido de temperaturas extremas, especialmente no verão;
- b. Capacidade de redução da temperatura em até 3°C;
- c. Redução da utilização de sistemas de climatização ou ar-condicionado artificiais, conseqüentemente economizando energia elétrica;
- d. Promover o reequilíbrio ambiental, em ambiente artificial (urbano), trazendo os benefícios da vegetação para a saúde pública;
- e. Fornecer isolamento acústico;
- f. Garantir a umidade relativa do ar, além de gerar um microclima e purificar a atmosfera no entorno da edificação;
- g. Contribuir no combate ao efeito estufa, aumentando o “sequestro” de carbono da atmosfera, ao mesmo tempo em que traz mais harmonia, bem-estar e beleza ao ambiente;
- h. Facilitar a drenagem gerenciando as grandes cargas de águas pluviais;

Filtrar a água através das plantas e da terra contida no telhado verde, que pode ser armazenada ainda mais limpa, para depois ser usada na irrigação do jardim, nas Bacias sanitárias, no chuveiro e até para cozinhar e beber (LÉON & CAVALLINI, 1996).



Figura 5 – Teto Verde (<http://karlacunha.com.br/telhado-verde/>)

2.5.3. Válvula com dispositivo duplo

É um recurso que substitui a válvula de descarga contendo um dispositivo duplo (6 litros para sólidos e 3 litros para líquido), conseqüentemente ocasionará a utilização da água (CAMPOS, 1994).

A utilização da válvula com dispositivo duplo, também possibilitará que a água proveniente das pias e chuveiros, sejam armazenadas e posteriormente recirculada para algumas necessidades, como descarga em vasos sanitários (BRANCO, 1978).

Com esse mecanismo, podemos afirmar que a redução do desperdício e o reaproveitamento dessa água, farão diferencial na economia e destacar as vantagens essenciais da válvula com dispositivo duplo:

- a. Recirculação de água já utilizada;
- b. Minimização de gastos com precisão do quantitativo de água.



Figura 6 - Válvula de descarga contendo um dispositivo duplo

2.5.4. Torneiras com sensor de presença

Outra maneira de economizar a água encanada reduzindo gastos financeiros, é a substituição das torneiras tradicionais pelas economizadoras munidas com sensor de presença, evitando o gotejamento de água e sobretudo descartando os fatores de falta de conscientização do usuário que é um dos pontos que compromete a sustentabilidade em discussão (CROOK, J.& OKUN, 1991).

Como vantagem desse recurso, podemos citar:

- a. Excelência de garantia de economia devido a precisão e atribuições dos mecanismos de sensores de presença;

Sensibilizar a opinião em relação ao compromisso com a redução dos gastos desenvolvendo atitudes em relação ao meio (DI BERNARD, 1993).



Figura 7 – Torneira com sensor de presença

2.5.5. Luminária de LED

Até recentemente, as lâmpadas LED eram empregadas principalmente em aparelhos menores, como lanternas e painéis eletrônicos. Nos últimos cinco anos, começaram a aparecer em semáforos, na iluminação pública e na decoração externa de prédios. O que se está vendo agora é a migração do LED para dentro das residências. Enquanto uma lâmpada comum tem vida útil de 1.000 horas e uma fluorescente de 10.000 horas, a LED rende entre 20.000 e 100.000 horas de uso ininterrupto. (Pereira, Alisson 2012).

Uma lâmpada incandescente converte em luz apenas 5% da energia elétrica que consome. As lâmpadas LED convertem até 40%. Essa diminuição no desperdício de energia traz benefícios evidentes ao meio ambiente. Nos países em que eletricidade é produzida a partir da queima de combustíveis fósseis, essa economia significa nove vezes menos gases do efeito estufa na atmosfera. Se metade de toda

a iluminação mundial fosse convertida à tecnologia LED até 2025, seria possível economizar 120 Giga watts de eletricidade. Esta ação reduziria as emissões de dióxido de carbono em 350 milhões de toneladas por ano. As lâmpadas LED são a prova de que o desenvolvimento tecnológico é a forma mais eficiente de combater o aquecimento global. (GRAÇAS, José, 2010).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada nesta pesquisa foi um estudo de caso para avaliar os benefícios ambientais que podem ocorrer quando aplicados em um caso real.

O objeto do estudo de caso selecionado foi uma “casa sustentável”, que possui diversas tecnologias ambientalmente favoráveis aplicadas.

Na figura 17 está uma imagem da “casa sustentável” objeto do estudo de caso.

No projeto foram aplicadas as seguintes tecnologias ambientalmente sustentáveis:

- Banheiros com torneiras com acionamento por sensor;
- Iluminação com lâmpadas de LED;
- Vasos Acoplados
- Painéis fotovoltaicos
- Cobertura “verde”

3.1. A casa sustentável objeto do estudo de caso

Com a finalidade de desenvolver o estudo de caso foi selecionada a unidade residencial mostrada na figura 17, para a qual foram desenvolvidos estudos pressupondo o uso por uma família de classe média alta em local como a cidade de São João da Barra – RJ, cidade litorânea localizada ao norte do estado do Rio de Janeiro, composta de 6 pessoas, sendo dois adultos e quatro crianças até 11 anos incompletos. A edificação tem 06 (seis) quartos, sala ampla, 06 (seis) banheiros.

A unidade estudada conta com 22 pontos de iluminação em toda a sua área útil, sendo que as mesmas utilizam lâmpadas de LED.

Nos 06 banheiros são utilizadas torneiras com acionamento por sensor com temporizador a fim de racionalizar o consumo de água na unidade.



Figura 8 –Modelo de Casa Sustentável (https://arcowebarquivos-us.s3.amazonaws.com/imagens/09/29/arq_40929.jpg. Acesso em 27/03/2018)

A seguir estão detalhadas as tecnologias sustentáveis que foram analisadas.

3.2. Lâmpadas de LED

Com a finalidade de economizar energia elétrica, foi considerada a instalação de lâmpadas de LED de 9 W de potência em substituição a lâmpadas fluorescentes de 80 W, sendo que mesmo com a menor potência da tecnologia LED proporciona a mesma luminosidade.

3.3. Torneiras ecológicas

Com a finalidade de economizar água, foi considerada a instalação de torneiras ecológicas nos banheiros da residência estudo de caso. As torneiras ecológicas funcionam com jatos de tempo e vazão controlados que condicionam o usuário a um menor consumo de água.

3.4. Vasos acoplados ecológicos

Com a finalidade de economizar água, foi considerada a instalação de vasos acoplados ecológicos nos banheiros da residência estudo de caso. Os Vasos acoplados ecológicos funcionam reaproveitando a água dos lavatórios para o seu funcionamento, resultando em banheiros com menor consumo de água.

3.5. Painéis fotovoltaicos

Com a finalidade de economizar energia elétrica, foi considerada a instalação de painéis fotovoltaicos na cobertura da residência estudo de caso. Os painéis fotovoltaicos geram energia elétrica ao serem iluminados pela luz solar e, mesmo quando a residência não está consumindo esta energia, esta é introduzida a rede distribuidora da companhia e permite o seu crédito em favor da unidade de consumo que a produz. Desta forma a energia produzida pelos painéis fotovoltaicos é integralmente aproveitada pela residência objeto do estudo de caso.

3.6. Coberturas “verdes”

As coberturas “verdes” atuam ecologicamente permitindo a manutenção de vegetação que promove fotossíntese e armazena carbono em locais ou áreas que de outra forma serviriam unicamente para proteção contra chuva e isolamento das intempéries.

As coberturas “verdes” armazenam carbono no seu substrato e na vegetação que cresce sobre este. As quantidades de carbono armazenado variam conforme a espessura do substrato e a quantidade da vegetação existente.

Na residência objeto do estudo de caso considerou-se uma cobertura tipo CV01 que tem substrato de 15 cm de espessura e armazena 6840 kg em uma área de 100m².

4. RESULTADOS

A seguir estão apresentados os resultados alcançados por meio da aplicação de cada uma das tecnologias que são ecologicamente mais adequadas.

4.1. Lâmpadas de LED

A seguir estão apresentados os resultados alcançados por meio da aplicação de cada uma das tecnologias que são ecologicamente mais adequadas.

Tabela 1. Redução de consumos pelas lâmpadas elétricas.

Tabela 1 – Comparativo de consumo de energia elétrica

Descrição	Locais Quantidades	Lâmpada Fluorescente		Lâmpada LED		Redução de consumo (Wh)
		Potência (W)	Consumo (Wh)	Potência (W)	Consumo (Wh)	
Suíte Casal	2	36	216	9	54	162
Suíte Criança 1	2	36	216	9	54	162
Suíte Criança 2	2	36	216	9	54	162
Suíte Criança 3	2	36	216	9	54	162
Suíte Criança 4	2	36	216	9	54	162
Lavabo	4	72	432	18	108	324
Sala	4	72	432	18	108	324
Cozinha	4	72	432	18	108	324
		Totais:	2376	Totais:	594	1782

Observa-se que a economia total de energia devido a aplicação de lâmpadas LED na residência objeto do estudo de caso representa o consumo mensal de 1782 Wh, que representa uma economia de 75% do consumo de energia aplicado na iluminação.

4.2. Torneiras Ecológicas

Considerando que a edificação objeto do estudo de caso contém com um total de sete banheiros, podem-se utilizar torneiras eletrônicas com finalidade de redução de consumo de água.

Estimando-se que seis pessoas utilizem as torneiras, indiferentemente o se utilizam as torneiras de forma simultânea ou não, doze vezes ao dia, antes de cada refeição (café da manhã, almoço, jantar) com durante o período de um minuto para realizar a limpeza das mãos, usando como parâmetros um comparativo de uma torneira comum de 3/4 consome média 1,07 litros chegando a um consumo mensal de 385,2L por cômodo e uma torneira senhorizada consome aproximadamente 15,96L por cômodo (GIOVANNE, MANDELLI e GREGORI, 2012) temos o seguinte cenário comparativo que está apresentado na tabela 2.

Tabela 2. Comparativo com o uso das torneiras ecológicas.

Descrição	Quantidade de Locais	Torneira Comum (m³/m)	Torneira Eletrônica; (m³/m)	Redução (m³/m)
Suíte Casal	1	0,3852	0,01596	0,36924
Suíte Criança 1	1	0,3852	0,01596	0,36924
Suíte Criança 2	1	0,3852	0,01596	0,36924
Suíte Criança 3	1	0,3852	0,01596	0,36924
Suíte Criança 4	1	0,3852	0,01596	0,36924
Lavabo	1	0,3852	0,01596	0,36924
Cozinha	1	0,3852	0,01596	0,36924
Totais		2,6964	0,11172	2,5846

4.3. Vasos Acoplados

Em toda a edificação contamos com um total de 07 banheiros sendo que os mesmos utilizam torneira eletrônica com finalidade de redução de consumo de água na edificação.

Caso as seis pessoas utilizem os vasos sanitários, indiferente o processo se utilizam os mesmos de forma simultânea ou não, 4 vezes ao dia, antes de cada refeição (café da manhã, almoço, jantar) com durante o período de 3 minutos para realizar a limpeza das mãos temos o seguinte cenário comparativo.

Tabela 3. Comparativo com o uso dos vasos sanitários acoplados.

Descrição	Num. Locais	Vaso Comum	
		m ³ /mês	Vaso Acoplado m ³ /mês
Suíte Casal	2	18	5,4
Suíte Criança 1	2	18	5,4
Suíte Criança 2	2	18	5,4
Suíte Criança 3	2	18	5,4
Suíte Criança 4	2	18	5,4
Lavabo	4	18	5,4
Sala	4	N/A	N/A
Cozinha	4	18	5,4
Total		126	37,8

4.4. Painel Fotovoltaico

A utilização de painéis foto voltaico quando utilizados no sistema *on-grid* onde o mesmo atua de forma a auxiliar o sistema da concessionária publica de energia a fim de reduzir o consumo da rede em momentos aos quais o consumo esteja no pico, e reverter a rede pública a energia produzida pelo sistema gerando créditos para a unidade consumidora reduzindo assim custos elevados com a modalidade convencional de energia.

Utilizamos como padrão um consumo de 250kw/h mês utilizando a ocupação da residência e seu perfil.

Tabela 4. Comparativo com o uso dos painéis fotovoltaicos.

Descrição	Número Total de Lâmpadas	Sistema de Energia convencional (KW/Mês)	Sistema de Energia com Painel Fotovoltaico (KW/Mês)	Redução
Suíte Casal	2	36	9	75%
Suíte Criança 1	2	36	9	75%
Suíte Criança 2	2	36	9	75%
Suíte Criança 3	2	36	9	75%
Suíte Criança 4	2	36	9	75%
Lavabo	4	72	18	75%
Sala	4	72	18	75%
Cozinha	4	72	18	75%
Total		396	99	75%

4.5. Cobertura “verde”

A utilização de tetos verdes tem como benefícios o conforto térmico no interior na edificação, reduzindo o consumo de energia elétrica além de melhorar a estética da edificação. Podemos supor pela imagem da edificação objeto deste estudo de caso que aproximadamente 100m² da edificação compõem o telhado verde. Getter et al. (2009) em seu trabalho para “cobertura verdes” extensivas quantificaram o carbono armazenado acima de solo média de 0,275kgC/m². Para o solo preto vegetal, considerando uma densidade de 1,5 kg/litro e o teor de carbono de 30,24% (Freitas et al., 2017), obtemos os valores colocados na tabela 5, que apresenta os benefícios quanto a fixação de carbono pela cobertura “verde”.

Tabela 5. Fixação de carbono devido ao uso da cobertura “verde”.

Descrição	Tipo	Extensão (m ²)	Total de kgC
Telhado Verde	CV01	100	6.840

Carbono presente na Vegetação = 0,275 kg.C/m²

Carbono presente no substrato de 15 cm (CV1)

Massa por m³ = 1.500 kg/m³ = 1500 x 0,15 = 225 kg/m²

Teor de carbono do solo preto vegetal: 30,24%.

225 kg/m² x 30.24/100 = 68,04 kgC/m² x 100 m² = 6840kgC

4.6. Resultados gerais

Podemos verificar no quadro abaixo em geral tivemos significativas reduções de uso de energia, água e ganho relevante quanto ao armazenamento de carbono.

No item energia a redução média, relativa a uso de lâmpadas de LED foi de 75% assim como da utilização de um sistema *on grid* para redução de custos com uso de painéis foto voltaicos.

Na questão da água as tecnologias apresentadas têm significativa redução do consumo por cômodo com igual desempenho de aproximadamente 75% de redução.

No sistema de armazenamento de carbono utilizamos o tipo CV2 em uma extensão de 100m³ tivemos um resultado de aproximadamente 6,8 toneladas de carbono armazenadas.

5. CONCLUSÕES

Podemos verificar que o emprego de tecnologias sustentáveis apresentadas neste estudo caso, pode ao mesmo tempo gerar economia no consumo de recursos naturais, empregados de forma direta ou indireta em cada processo.

Ao analisarmos de forma direta seus benefícios podemos verificar economia financeira, quando tratamos de redução de custos com energia elétrica, água ou nos métodos construtivos citados.

Analisando indiretamente podemos destacar a neutralização de carbono na utilização do teto verde por exemplo.

Abaixo podemos verificar caso a caso os itens estudados, seus benefícios sejam eles de forma direta ou indireta.

Analisando caso a caso podemos citar primeiramente a lâmpada de LED com economia de até 300%. Esta economia se dá de forma direta visto que para acionarmos uma lâmpada precisamos de energia produzida nos mais diferentes modais aplicados no Brasil.

No caso da torneira ecológica e o vaso acoplado uma economia de mais de 300% na necessidade de uso de água em relação a não utilização desta tecnologia e em consequência menor necessidade de realização de processos de tratamento e distribuição de água.

Em relação a utilização de sistema *on-grid* para implantação de painéis fotovoltaicos temos uma economia financeira de mais de 200%.

A utilização da cobertura verde contribuiu de forma a neutralizar 6,8 toneladas de carbono em um espaço de 100m², sendo este espaço contribui para a climatização do local quando auxilia na redução da temperatura interna da edificação.

Podemos finalmente concluir que, utilizando estas tecnologias apresentadas, dentro outras que existem e podem contribuir com métodos de trabalho mais sustentáveis, a economia financeira ajuda não só o proprietário da residência, mas igualmente o sistema público de geração de energia, distribuição de águas e entre outros aspectos a programas de incentivo estaduais de neutralização de carbono.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, Marcio Augusto. **CASAS ECOLÓGICAS**. 1998. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/arquiteturabiossustentavel/idhea---instituto-para-o-desenvolvimento-da-habitacao-ecologica>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

BRAGA, Benedito e outros- **“Introdução à Engenharia ambiental”** – 2ª Ed. São Brasil Escola – Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/protocolo-kyoto.htm>. Acesso em 11/03/2018

CORRÊA – “Crescimento Populacional” – 3 Ed. São Paulo, 2007

CUNHA, Karla. **Telhados Verdes em Curitiba**. Disponível em: <<http://www.karlacunha.com.br/telhados-verdes-em-curitiba/>>. Acesso em: 13 out. 2018.

LEITE, Isabela. **COMO ECONOMIZAR ÁGUA COM REDUTOR DE VAZÃO**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-agua-com-redutor-de-vazao-na-torneira.html>>. Acesso em: 30 jun. 2018

NOVAES, Edson. **Reuso de água pode reduzir danos ambientais da construção civil**. 2015. Disponível em: <https://digitaispuccampinas.wordpress.com/2012/04/20/reuso-de-agua-pode-reduzir-danos-ambientais-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

PERSONA, Geovane; INAGAKI, Gregori Yuji Mandelli. **CONSUMO DE ÁGUA NAS TORNEIRAS DOS BANHEIROS DA FEEC**. 2012. 3 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto de Computação, Unicamp, Campinas, 2012. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep_biologia_animal/files/5.%20CONSUMO%20DE%20%C3%81GUA%20NAS%20TORNEIRAS.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2018.

SICA, Carlos. **Comparando o consumo das lâmpadas**. 2011. Disponível em: <<http://blogs.odiarario.com/carlossica/2011/08/13/comparando-o-consumo-das-lampadas/>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

FREITAS J. A.; SANQUETTA C. R.; IWAKIRI S.; COSTA M. R. M. M.; KOEHLER H. S. Estudo da aplicação de coberturas verdes no objetivo de se construir edifícios neutros em carbono. *Holos Environment*, 17 (1): p 35-52. 2017

GRAÇAS, José Augusto. **Residências Sustentáveis sua Contribuição ao Meio Ambiente**. 2010. 89 f. Tese (Doutorado) - Curso de Residências Sustentáveis, Universidade do Minho, Coimbra, 210. Cap. 8.

PREZOTTO, Sandro. **Há alguns anos, o Brasil busca se transformar em referência mundial em construção sustentável**. 2016. Disponível em: <<https://www.revistahabitare.com.br/entrevista/construcao-sustentavel/>>. Acesso em: 13 mar. 2018

MOTA, Suetônio – **“Introdução à Engenharia Ambiental”** – 4. Ed. Rio de Janeiro; ABES, 2006