

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DAS CONSTRUÇÕES E ESTRUTURAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LANA LARISSA MENDES DA SILVA

**ESTUDO DE ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE APLICADA NA CONSTRU-
ÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
MARANHÃO**

São Luís - MA
2016

LANA LARISSA MENDES DA SILVA

**ESTUDO DE ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE APLICADA NA CONSTRU-
ÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
MARANHÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil
da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador : Prof. Me. Airton Egydio Petineli

São Luís - MA
2016

Silva, Lana Larissa Mendes da.

Estudos de aspectos da sustentabilidade aplicada na construção civil: um estudo de caso na Universidade Estadual do Maranhão / Lana Larissa Mendes da Silva. – São Luís, 2016.

72 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petineli.

1.Sustentabilidade. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Construção civil I. Título.

CDU 69:502.131.1

LANA LARISSA MENDES DA SILVA

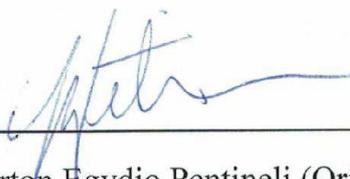
**ESTUDO DE ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE APLICADA NA
CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO MARANHÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

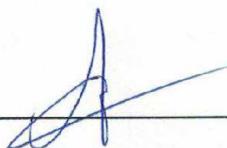
Orientador : Prof. Me. Airton Egydio Petineli

Aprovada em: 16 / 12 / 2016

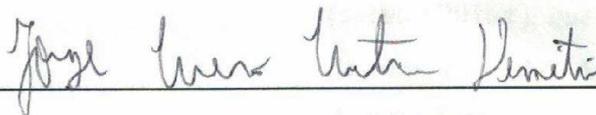
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Airton Egydio Petineli (Orientador)
Mestre em Automação e Controle
Presidente



Prof. M.ª. Adriana Oliveira Carvalho
Mestre em Gestão e Planejamento Estratégico
Membro



Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio
Doutor em Engenharia de Produção
Membro

À minha mãe Edilene Neves Mendes da Silva
(☆1962-2016†), que me ofereceu uma vida inteira
de amor e carinho. Aqui dedico essa pequena parte
de felicidade na minha vida. E, por fim, a minha fi-
lha, que ainda em meu ventre me trouxe forças e
razões para realizar meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao meu Deus que me fortaleceu durante esses cinco anos de curso, e me sustentou especialmente nessa reta final, sem Ele nada seria possível.

Ao meu pai José Inácio e minha irmã Sarah Jéssica que me ajudaram emocionalmente e me deram todo apoio necessário desde o início, eu os amo de todo meu coração. Aqui também deixo o agradecimento à minha mãe Edilene (in memoriam) que por seis anos travou verdadeiramente uma dura batalha contra o câncer e se manteve firme todo tempo, sem jamais desistir, mas esse ano foi descansar a lado de Deus, e me deixou inúmeros ensinamentos valiosos.

Agradeço às minhas tias Elizândia, Edna e Edvânia, que me ofereciam carinho e apoio, e cuidavam a maior parte do tempo da minha mãe enquanto eu precisava estudar ou estagiar durante esse tempo de formação superior.

Ao meu sogro Misael, minha sogra Maria do Socorro e minha cunhada Rebeca, minha segunda família. Me acolheram com todo amor e afeto me dando todo suporte necessário.

Agradeço aos meus colegas de curso que me ajudaram sempre que possível, em especial minhas amigas Alana, Luciana e Ludmilla que sempre estiveram ao meu lado e não me permitiram esmorecer nas fases mais difíceis.

Minhas amigas Luiza, Laís, Iara, Bianca, Ranna, Elyanne, Magda, Andressa, Dayane, Ívila, Larissa e Thamyres por me divertirem nos momentos alegres e me abraçarem com amor nos momentos de profunda tristeza.

Agradeço a meu amado co-orientador, e também esposo, Joabe, que com carinho me ajudou nesta etapa, oferecendo-me não apenas força e coragem, mas também amor e companheirismo todos os dias desde que nos casamos. Sou igualmente grata à nossa filha Lena, que mesmo ainda sendo formada em meu ventre não me tirou as forças, mas me deu ainda mais coragem para levantar todos os dias e lutar pelo nosso futuro.

Grata ao meu paciente orientador, Airton, por ser um excelente professor e profissional responsável, no qual me espelho, e mesmo tão atarefado, conseguiu analisar precisamente e corrigir os meus equívocos neste trabalho.

E, por fim, agradeço profundamente a todos os professores e mestres excelentes que se empenharam com dedicação nas aulas a mim ministradas.

“Disse Jesus: Portanto, quem ouve minhas palavras e as pratica é com um homem que construiu sua casa sobre a rocha. Caiu a chuva, transbordaram os rios, sopraram os ventos e ela não caiu, porque tinha seus alicerces na rocha”.

(Mateus 7:24 e 25)

RESUMO

SILVA, Lana Larissa Mendes. ESTUDO DE ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE APLICADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. São Luís, 2016. 72 f. Trabalho de conclusão de curso. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão.

O presente trabalho foi elaborado com o objetivo de trazer um tema relativamente inovador e sorrateiramente comentado nos cursos de Engenharia Civil no Brasil: o papel da sustentabilidade dentro da indústria da construção civil. Inicialmente será feito um estudo bibliográfico dos conceitos e objetivos de Desenvolvimento Sustentável e das Construções Sustentáveis. Dentro desse panorama serão expostos principais selos e certificações ambientais, avaliando também a falta de análise de alguns aspectos (sociais e econômicos) da sustentabilidade nos países desenvolvidos, realizando, assim, um estudo direcionado para os principais processos e selos utilizados no Brasil e no mundo, onde se demonstrará uma síntese dos critérios por eles utilizados. Posteriormente apresenta-se o estudo de caso, onde esses critérios ambientais avaliativos serão empregados em um projeto concebido na Universidade Estadual do Maranhão: o Centro de Pesquisa e Extensão em Aquicultura - CEMPEA. Isso tudo resultará em uma análise aplicada à construção civil, e em uma proposta de melhoria nos aspectos sustentáveis do projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Certificações Ambientais, Construção Civil.

ABSTRACT

SILVA, Lana Larissa Mendes. STUDY OF SUSTAINABILITY ASPECTS APPLIED IN CIVIL CONSTRUCTION: A CASE STUDY IN THE STATE UNIVERSITY OF MARANHÃO. São Luís, 2016. 72f. Completion of course work. Faculty of Civil Engineering, Maranhão State University.

The present work was elaborated with the goal of introducing a relatively innovative theme moreover barely commented in the Brazilian Civil Engineering courses: the role of the sustainability in the civil construction industry. Initially, this work will approach a bibliographic study of the concepts and objectives of the Sustainable Development as well as the Sustainable Constructions. Within this prospect, the main seals and environmental certifications will be exposed, evaluating as well the lack of analysis of some sustainability aspects (social and economic) in the developed countries. Besides, an oriented study of the main processes and seals used in Brazil will be performed where it will be demonstrated a synthesis of the criteria used by them. Thereafter, the case study is presented, where these environmental evaluative criteria will be used in a project conceived within the Maranhão State University (UEMA): The Research and Extension Center in Aquaculture – CEMPEA. All this will result in an analysis applied to the civil construction as well as an improvement proposal in the sustainable aspects of the project.

KEY-WORDS: Sustainability, Environmental Certifications, Civil Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tripé da sustentabilidade	24
Figura 2 –Escalas de ação das principais iniciativas de indicadores de desenvolvimento sustentável.....	31
Figura 3– BREEAM CertifiedBuilding – Edifício Sustentável.....	32
Figura 4–Logomarca Green Business Challenge	33
Figura 5 – Logomarca LEED Brasil.....	34
Figura 6– Comparação de lâmpadas: potencia, durabilidade e economia.....	39
Figura 7 – Imagem aérea – Universidade Estadual do Maranhão, CidadeUniversitária Paulo VI, São Luís – MA	41
Figura 8– Imagem aérea de onde está sendo executado o projeto.....	42
Figura 9 – Corredor de salas de aula – CEMPEA/UEMA	42
Figura 10– CEMPEA/UEMA – Hall projeto 3D	43
Figura 11 – Imagem interna (Hall) – CEMPEA/UEMA.....	44
Figura 12– Imagem externa CEMPEA/UEMA.....	46
Figura 13 – Sala de aula, com cobertura em estrutura metálica	46
Figura 14– Vista panorâmica fachada - CEMPEA.....	47
Figura 15 – Gráfico de temperatura em São Luís.....	48
Figura 16– Precipitação média anual das capitais brasileiras.....	48
Figura 17– Gráfico climático de São Luís.....	49
Figura 18 – Tabela climática de São Luís	49
Figura 19– Pórtico de entrada – CEMPEA/UEMA	51
Figura 20 – CEMPEA/UEMA – Fachada setor de salas de aula.....	52
Figura 21– CEMPEA/UEMA – Fachada setor de laboratórios.....	52
Figura 22– CEMPEA/UEMA – Hall central.....	53
Figura 23 – CEMPEA/UEMA – Corredores.....	55
Figura 24– CEMPEA/UEMA – Portão de entrada.....	55
Figura 25 – CEMPEA/UEMA – Sala de aula	56
Figura 26– Imagem aérea – vizinhança do CEMPEA/UEMA.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resultados anuais alcançados pelo PROCEL 1986-2005	35
Quadro 2 – Áreas – Prédio CEMPEA	44
Quadro 3 - Contagem total de luminárias e lâmpadas presentes no projeto	59
Quadro 4 - Contagem total de luminárias e lâmpadas do sistema proposto.....	60
Quadro 5 - Cobrança de tarifa - CEMAR.....	61
Quadro 6 – Dados – Preço, potência e vida útil	62
Quadro 7 – Gasto anual e consumo de energia	62
Quadro 8 – Economia anual no consumo de energia	63
Quadro 9 – Vida útil da lâmpada LED.....	63
Quadro 10 – Economia e tempo de retorno durante a vida útil da lâmpada LED	64

LISTA DE SIGLAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

AsBEA Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CDS – Comissão de Desenvolvimento Sustentável

CEMAR – Companhia Energética do Maranhão

CEMPEA – Centro de Pesquisa e Extensão em Aquicultura

CEP – Código de Endereçamento Postal

CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe

CIB - Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção

CIC – Câmara da Indústria da Construção

Ecosoc – Conselho Econômico e Social das Nações Unidas

ECO 92 – Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento

EUA – Estados Unidos da América

FIEMG – Câmara da Indústria da Construção

GBC – Green BuildingChallenge

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IPEA – Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada

LED – Light Emitting Diode

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

ONG's, - Organizações Não Governamentais

ONU – Organização das Nações Unidas

PEI – PorcelainEnamelInstitute

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia

UEMA – Universidade Estadual do Maranhão

UNCED – Conferência das Nações Unidas sobre ambiente e desenvolvimento

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
1.1	Considerações iniciais	15
1.2	Organização e estrutura de apresentação.....	15
2.	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivos gerais.....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	Breve histórico	18
3.2	Novo Paradigma de Desenvolvimento	18
3.2.1	Relatório de Brundtland	19
3.2.2	Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento (ECO-92)..	20
3.2.2.1	Agenda 21	20
3.3	Os aspectos da Sustentabilidade.....	23
3.3.1	Conceito	23
3.3.2	Os impactos ambientais.....	25
3.3.3	Construções sustentáveis.....	27
3.3.3.1	Os benefícios de uma construção sustentável	29
4.	PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO E INDICATIVOS DE SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES.....	30
4.1	Selos e indicadores de sustentabilidade em edifícios e projetos	30
4.1.1	O Selo BREEAM	31
4.1.2	GBC – Green Building Challenge.....	33
4.1.3	LEED.....	34
4.1.4	PROCEL.....	35
4.1.5	Alta Qualidade Ambiental (AQUA).....	35
4.2	Comparação entre as certificações: síntese de aspectos comuns indispensáveis	36
4.2.1	A lacuna da análise social e econômica	36
4.3	Redução de consumo de energia	37
4.3.1	O uso de lâmpadas LED.....	38
5.	METODOLOGIA	40
6.	ESTUDO DE CASO	41
6.1	Características construtivas gerais do Projeto	41
6.2	Características da envoltória da edificação	45
6.3	Características operacionais e perfis de ocupação.....	47
6.4	Características do clima local.....	48
6.5	Características Sociais.....	50

6.6	Características Econômicas do projeto.....	50
6.7	Análise crítica baseada nas categorias de desempenho selecionadas.....	50
6.7.1	Qualidade da implantação	51
6.7.2	Gestão do uso de água e energia	53
6.7.3	Gestão de materiais e redução de resíduos	54
6.7.4	Gestão ambiental do projeto.....	54
6.7.5	Gestão da qualidade do ambiente interno.....	56
6.7.6	Desempenho econômico	57
6.7.7	Engajamento social	57
6.8	Conclusão da análise	58
7.	PROPOSTAS SUSTENTÁVEIS.....	59
7.1	Estudo comparativo entre lâmpadas LED e lâmpadas fluorescentes considerando a viabilidade econômica.....	59
7.1.1	Dados coletados no projeto	59
7.1.2	Descrição da medida de efficientização adotada	60
7.1.3	Metodologia de cálculo	61
7.1.4	Conclusão da proposta	64
7.2	Outras propostas cabíveis.....	65
7.2.1	Separação e reciclagem de resíduos	65
7.2.2	Conforto acústico e térmico (isolamento termo-acústico de cobertura).....	65
7.2.3	Gestão de recursos hídricos.....	65
8.	CONCLUSÃO	67
8.1	Considerações finais.....	67
8.2	Propostas para trabalhos futuros	68
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	69

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

De uma maneira geral, os procedimentos convencionais da construção civil no país não consideram os impactos das atividades do setor sobre o meio ambiente, seja ele natural ou construído. Entretanto, é preciso adotar critérios para a tomada de decisões a partir de uma perspectiva integrada e sustentável durante todo o processo de produção e vida útil das edificações.

A adoção de critérios sustentáveis resulta no projeto de edificações de melhor qualidade, racionaliza o uso de recursos naturais e evita o desperdício de recursos humanos e recursos naturais na construção civil. Esse tipo de resultado é peculiarmente importante no caso das obras públicas e obras de interesse social, já que, nessa área, as muitas avaliações já realizadas no país apontam grandes falhas em todos os quesitos.

Tendo em vista o aumento de uma população que busca cada vez mais conforto e qualidade de vida, o setor produtivo da engenharia civil precisa ampliar suas capacidades de suprir às demandas, de maneira eficiente, conforme as necessidades de uma civilização cada vez mais exigente.

Contudo, a oferta de matéria prima para construção e manutenção das edificações, cuja fonte principal é o meio ambiente, vem enfrentando dificuldades para acompanhar a velocidade deste consumo, além dos custos ambientais elevados. Então, como garantir recursos naturais (sendo esses recursos findáveis) para todos no futuro? Como manter um padrão de desenvolvimento diante desse contexto? A sustentabilidade é a única resposta.

1.2 Organização e estrutura de apresentação

O presente estudo está organizado da seguinte maneira: no próximo capítulo são definidos os objetivos deste trabalho. No capítulo 3 apresenta-se a revisão bibliográfica sobre o tema, utilizando-se de uma visão histórica e, paralelamente, abordando o futuro da sociedade em geral, bem como a importância do controle do uso de recursos naturais nas construções em geral.

Discutir também os conceitos de sustentabilidade, os impactos ambientais causados pela construção civil, e a sustentabilidade aplicada na construção civil - apresentando uma visão holística de projeto sustentável.

No capítulo 4: apontar e analisar os indicadores de avaliação da sustentabilidade nas edificações, para que assim se chegue a um controle de qualidade e eficiência nas mesmas. Apresentar também uma análise acerca da troca de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, comumente aplicada para aumentar a eficiência no consumo energético em edificações. Essa técnica citada será posteriormente aplicada ao estudo de caso.

No capítulo 5: caracterização da metodologia de análise do projeto abordado pelo estudo de caso.

No capítulo 6: realiza-se o estudo de caso. Relata-se as características gerais da edificação, posteriormente se faz uma análise crítica baseada nas categorias de desempenho selecionadas no capítulo 4.

No capítulo 7: aplicar proposta de economia de energia elétrica na edificação estudada, são detalhados os custos orçados para a aquisição do sistema proposto visando racionalizar o consumo de energia elétrica da edificação, e concluindo se a relação custo-benefício se torna favorável e aplicável nesta ocasião. Citar outras propostas possíveis, aplicáveis a estrutura presente do projeto analisado.

No capítulo 8: relatar as conclusões do trabalho, considerações finais e sugestões para assegurar o cumprimento das metas propostas, e possíveis sugestões para futuros estudos.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma abordagem sobre o tema SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL através de um estudo bibliográfico aprofundado neste tema, e da análise de um projeto real, concebido pela Prefeitura da Universidade Estadual do Maranhão. Tem-se, portanto como objetivos:

2.1 Objetivos gerais

Realizar estudo de sustentabilidade em uma construção civil levando em conta a prevenção da poluição, qualidade da implantação, gestão ambiental do processo construtivo, controle do uso de água e efluentes, análise da qualidade e gestão de energia e emissões em construções prediais, da sustentabilidade do habitat (sítio), gestão de materiais e redução de resíduos sólidos, qualidade dos serviços e qualidade do ambiente interno e desempenho econômico e também social do projeto em pauta.

2.2 Objetivos específicos

O presente trabalho tem como objetivos específicos:

- Realizar a revisão bibliográfica sobre o tema sustentabilidade;
- Analisar os tópicos de sustentabilidade na construção civil;
- Realizar análise de sustentabilidade no projeto de construção do Centro de Pesquisa e Extensão em Aquicultura CEMPEA/UEMA;
- Apresentar propostas viáveis de melhorias, sob a ótica da sustentabilidade, para o projeto analisado.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Breve histórico

Ao perceber um crescimento dispare entre norte e sul, após a guerra de 1945, a América Latina caminhava em direção ao colapso do sistema financeiro e do comércio internacional. Nesse contexto, surgiu então a CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, em meio à uma economia mundial em crise. Além de tudo, Europa também enfrentava a destruição de sua capacidade produtiva durante a Segunda Guerra Mundial.

Nessa época surgiu a moderna teoria do desenvolvimento econômico, que veio a se constituir em um novo ramo da economia. No ano de 1950, a CEPAL questionou a divisão econômica tão desigual entre os polos norte e sul, além, inclusive, das questões sociais internas, no mundo todo. De acordo com a CEPAL, a industrialização era o principal caminho para superação do subdesenvolvimento dos países da América Latina (VERSIANI, 1977).

O período pós-guerra em 1945, foi quando o mundo inteiro enfrentou a crise de desenvolvimento por conta da obsolescência programada (ou redução de vida útil programada), que impulsionou os trabalhadores industriais à reposição constante de produtos.

O crescimento populacional desequilibrado e a imposição tecnológica dos setores dominantes fizeram com que surgisse a criação de novas necessidades de consumo. Surgiu assim, uma nova visão de crescimento industrial e econômico mundial para direcionar as gerações futuras.

3.2 Novo Paradigma de Desenvolvimento

O crescimento populacional trouxe consigo a necessidade de suprimentos para as demandas dessa população. Tais necessidades, impulsionaram mercados, moveram indústrias de produtos e serviços, modificaram leis e estimularam movimentos sociais. Logo, foi preciso manter tudo isso em movimento, mas que caminhos nos levam ao equilíbrio perfeito entre consumo, produção e sustentabilidade?

Sob um ponto de vista histórico, sabe-se que a partir do século XX entrou em uso o carvão, petróleo e gás natural como fontes de uso de energia, elas eram abundantes e baratas e, portanto, o custo da energia era uma fração pequena do custo de produção nas indústrias e

empresas. As cidades cresceram, as sociedades se transformaram e o consumo de energia aumentou.

Com a explosão populacional, veio também a necessidade de grandes construções, como estradas, barragens, pontes, residenciais. Devido essa necessidade na construção civil, o uso contínuo de recursos naturais também aumentou consideravelmente. Também por conta da evolução populacional, tecnológica e econômica das últimas décadas, hoje observa-se um aumento no uso de serviços automatizados, aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos.

O resultado disso tudo é o grande aumento no consumo de recursos naturais. Por serem recursos finitos, e análise da situação atual de consumo da sociedade não apenas brasileira, mas também mundial, leva o mundo inteiro à reflexão da maior preocupação da atualidade: como racionalizar o uso desses recursos e, ainda assim, continuar em desenvolvimento? Como associar o crescimento e desenvolvimento mundial, à economia de recursos tão básicos, mas ao mesmo tempo tão necessários para que esse crescimento ocorra?

A proposta do desenvolvimento sustentável trouxe ao mundo a resposta esperada.

3.2.1 Relatório de Brundtland

As primeiras referências a desenvolvimento sustentável surgiram no ano de 1972, durante a primeira conferência da ONU sobre meio ambiente e desenvolvimento, em Estocolmo, na Suécia. Porém, o termo utilizado na ocasião foi “ecodesenvolvimento”.

No ano de 1983, a ONU organizou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. A comissão tinha como objetivo o aprofundamento de propostas mundiais para soluções na área ambiental. Somente após quatro anos de correções, estudos e análises, a comissão apresentou, em 1987, o documento *Nosso Futuro Comum*, mais conhecido como Relatório Brundtland.

Segundo o Relatório, uma série de medidas devem ser tomadas pelos países para promover o desenvolvimento sustentável. Dentre elas:

- Limitação do crescimento populacional;
- Garantia de recursos básicos (água, alimentos, energia) a longo prazo;
- Preservação da biodiversidade e dos ecossistemas;
- Diminuição 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 como saúde, escola e moradia (ONU, 1987).

Segue abaixo um pequeno trecho do relatório para que se compreenda o tom das ideias que deram origem às práticas de desenvolvimento sustentável, atualmente discutidas no mundo inteiro:

“Muitos de nós vivemos além dos recursos ecológicos, por exemplo, em nossos padrões de consumo de energia. No mínimo, o desenvolvimento sustentável não deve pôr em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos. Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas.” (ONU, 1987)

3.2.2 Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento (ECO-92)

Em 1992, a declaração do Rio de Janeiro a respeito do meio ambiente é o resultado das discussões da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Essa conferência ocorreu em junho no Rio de Janeiro, denominada de ECO-92, reafirmou-se no seu decorrer, a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972.

3.2.2.1 Agenda 21

O documento de maior relevância produzido na ECO-92, foi o "Agenda 21". Trata-se, portanto, de um instrumento fundamental para a construção da democracia ativa e da cidadania participativa. É um programa de ação que viabiliza o novo padrão de desenvolvi-

mento ambiental de maneira mais racional. Ele agrega metodologias de proteção justiça social, proteção do meio ambiente e eficiência econômica.

Este documento se estrutura em quatro seções, elas foram ainda divididas entre si, num total de 40 capítulos temáticos. Resumidamente, essas seções tratam dos seguintes temas:

- Dimensões Econômicas e Sociais – Na Seção I, enfoca-se as políticas internacionais que podem incitar o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento, as mudanças necessárias a serem introduzidas nos padrões de consumo, as estratégias de combate à pobreza e à miséria, as inter-relações entre sustentabilidade e dinâmica demográfica, as propostas para a promoção da saúde pública e a melhoria da qualidade dos assentamentos humanos.
- Conservação e questão dos recursos para o desenvolvimento – O tema referente à Seção II da Agenda 21 apresenta os diferentes enfoques para a proteção da atmosfera e para a viabilização da transição energética, a importância do manejo integrado do solo, da proteção dos recursos do mar e da gestão eco-compatível dos recursos de água doce; a relevância do combate ao desmatamento, a desertificação e a proteção aos frágeis ecossistemas de montanhas; as interfaces entre diversidade biológica e sustentabilidade; a necessidade de uma gestão ecologicamente racional para a biotecnologia e, finalmente, a prioridade que os países devem conferir à gestão, ao manejo e a disposição ambientalmente racional dos resíduos sólidos, dos perigosos em geral, dos tóxicos e radioativos.
- Medidas requeridas para o fortalecimento do papel dos grupos principais – Nesta seção se analisa as ações que objetivam a melhoria dos níveis de educação da mulher, bem como a participação da mesma, em condições de igualdade, em todas as atividades relativas ao desenvolvimento e a gestão ambiental. Adicionalmente, são discutidas as medidas de proteção e promoção a juventude e aos povos indígenas, às ONG's, aos trabalhadores e sindicatos, à comunidade científica e tecnológica, aos agricultores e ao comércio e a indústria.
- Meios de implementação – A Seção IV relaciona os mecanismos financeiros e os instrumentos e mecanismos jurídicos internacionais; a produção e oferta de tecnologias eco-consistentes e de atividade científica, enquanto suportes essenciais a gestão da sustentabilidade.

de; a educação e o treinamento como instrumentos da construção de uma consciência ambiental e da capacitação de quadros para o desenvolvimento sustentável; o fortalecimento das instituições e a melhoria das capacidades nacionais de coleta, processamento e análise dos dados relevantes para a gestão da sustentabilidade (Agenda 21, 1992).

O grande índice de aceitação do formato e conteúdo da Agenda - aprovada por todos os países presentes à Rio 92 - propiciou a criação da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS), vinculada ao Conselho Econômico e Social das Nações Unidas (Ecosoc). O papel da CDS é acompanhar de perto e ainda, auxiliar os países na elaboração e implementação das agendas nacionais. Desde então, vários países (inclusive o Brasil) já iniciaram a elaboração de suas agendas nacionais.

Dentre os países de maior expressão política e econômica, somente a China já finalizou o processo de elaboração da Agenda e iniciou a etapa de implementação das propostas.

Conclui-se que o início dessa etapa de implementação na China é um passo de grande importância, visto que, é um dos países de maior emissão de poluentes no planeta. Muito embora o mundo inteiro já precise de medidas urgentes para que o caos ambiental já instaurado não nos afete ainda mais com o passar dos anos.

Considerando a urgência na implementação da Agenda 21 no mundo todo, as ONG's que participaram da ECO-92 acabaram desempenhando um papel fiscalizador, que pressiona os governos de todo o mundo a cumprir as determinações da Agenda. De 23 a 27 de junho de 1997, em Nova Iorque, foi realizada a 19ª Sessão Especial da Assembleia-Geral das Nações Unidas. Com o objetivo de avaliar os cinco primeiros anos de implementação da Agenda 21, o encontro identificou as principais dificuldades relacionadas à implementação do documento, priorizou a ação para os anos seguintes e conferiu impulso político às negociações ambientais em curso. (IPEA,2008)

Para os países em desenvolvimento, o resultado mais relevante da Sessão Especial foi a preservação intacta do patrimônio conceitual originado na ECO-92. O documento final agrega uma "Declaração de Compromisso", onde os chefes de delegação reafirmam o comprometimento de seus países com os princípios e programas contidos na Declaração do Rio e na Agenda 21, assim como o propósito de dar seguimento a sua implementação.

3.3 Os aspectos da Sustentabilidade

Na engenharia é de fundamental importância a integração de conhecimentos técnicos e científicos na criação de novos projetos, consultoria em projetos já existentes, e no aperfeiçoamento e implementação de utilidades sustentáveis que sejam aplicáveis na construção civil. É uma ciência extremamente abrangente que engloba uma série de especializações, cada uma com suas ênfases e campos de aplicação.

Da mesma forma como na engenharia, o estudo da sustentabilidade é altamente integrador. Nele permite-se conciliar diferentes abordagens que visam o respeito à vida e ao meio ambiente, promovendo inclusive a viabilidade econômica, produzindo bens duráveis e, conseqüentemente, muito atraentes aos investidores.

3.3.1 Conceito

O conceito de sustentabilidade deriva de um debate que tratava do desenvolvimento sustentável, cujo marco inicial é a primeira Conferência Internacional das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano (United Nations Conference on the Human Environment), que se realizou no ano de 1972 em Estocolmo. O conceito de desenvolvimento sustentável, já citado, trata do processo de manutenção do equilíbrio entre a capacidade do ambiente e as demandas por igualdade, prosperidade e qualidade de vida da população humana (CIB, 2002, p.8 apud CIC, 2008, p.15).

Em consulta ao dicionário, o significado da palavra sustentabilidade encontra-se descrito da seguinte maneira:

“Sustentabilidade é uma característica ou condição de um processo ou de um sistema que permite a sua permanência, em certo nível, por um determinado prazo.”([«sustain»](#). *dictionary.reference.com* (em inglês). Consultado em 27/10/2016)

Um dos precursores do tema sustentabilidade no século XX, James Lovelock, através de um estudo feito para analisar as chances de vida em Marte, criou a polêmica hipótese de Gaia, conhecida no mundo inteiro. Nessa hipótese ele defende a ideia de que o planeta Terra é um tipo de associação biológica favorável a todas partes que a compõem, onde há uma colaboração mútua entre todos os meios e seres vivos. A Terra é um superorganismo que se mantém em um estado mais favorável possível à vida por meio de mecanismos de retroação (efeito agindo sobre a causa e vice-versa).

A partir de então se começa a ver o tema como algo de extrema abrangência, devido tamanha interatividade. Sustentabilidade é, então composta por um universo de estudos, análises e variáveis interdependentes que apenas fazem sentido quando funcionam em conjunto. Como descrito a seguir:

“A ideia de sustentabilidade abrange vários níveis de organização, desde um nível local até um nível global, e é aplicada a diversas atividades humanas. Dada sua complexidade, esse conceito gerou novos termos e adjetivos, quase inseparáveis. Um empreendimento sustentável deve ser: ecologicamente correto; economicamente viável; socialmente justo e culturalmente aceito.” (MIRANDA, 2007).

Assim, nossos conceitos passaram por transformações importantes, concluindo que os empreendimentos humanos devem atender, de forma eficiente e integrada às necessidades sociais, econômicas e ambientais, dando origem ao tripé da sustentabilidade. Este tripé tornou-se uma bandeira, um símbolo que representa o equilíbrio necessário para a longevidade das empresas (economia), da sociedade e do meio ambiente:

Figura 1 – Tripé da sustentabilidade



Fonte: <http://teto2r.com/tripe-da-sustentabilidade/>

A sustentabilidade, portanto, acaba sendo um assunto atual e de grande relevância. Devido essa relevância, atualmente os produtos, em sua maioria, são vendidos como sustentáveis. Logo, ela está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material, sem

que para isso seja necessário agredir o meio ambiente. Usa-se os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro (DIAS, 2015). Seguindo estes preceitos, a humanidade pode garantir um desenvolvimento sustentável.

3.3.2 Os impactos ambientais

Qualquer que seja a alteração feita no meio causa impactos, uma modificação nesse ambiente, bem como na sua economia e também nos aspectos sociais. Desde a fabricação e o transporte de materiais necessários na construção até a formação de um lago por uma barragem ou alteração de uma área por terraplanagem, ou transporte de terra, extração de recursos naturais, dentre outras. Essas extrações de recursos naturais também causam danos, danos estes que podem causar mudanças de pequena ou grande significância no meio ambiente.

A execução de obras localizadas em espaços urbanos de grandes metrópoles, já um tanto alterados, à primeira vista podem não parecer causar grandes alterações no meio ambiente. Porém, ao observar com um olhar mais crítico é possível visualizar e prever alguns deles.

Dentre os principais impactos causados no meio ambiente pelo setor da construção civil, podemos citar (JOHN, 2000; DEGANI, 2003; CIB, 1999):

- Consumo não racional de recursos naturais;
- Geração exagerada de resíduos;
- Consumo de energia;
- Consumo de água;
- Poluição ambiental (água, ar e solo);
- Poluição do ar dentro dos edifícios.

A indústria da construção – mais especificamente a construção, operação e demolição de edifícios – é a atividade humana que causa maior impacto sobre o meio ambiente. Ela tem importância significativa nas metas de desenvolvimento sustentável em qualquer que seja o país. Para tanto, pesquisas receberam investimento crescente nessa área ao longo da última década para que esses danos possam ser evitados e conseqüentemente reduzidos (SILVA, 2003).

Danos mais específicos como: a impermeabilização de boa parte do terreno, o impacto visual causado pela obra, poeira e barulho causados pelas máquinas e atividade do homem, geração de resíduos da construção, entre muitos outros que poderiam ser citados.

Existem, inclusive, obras que causam impactos que influenciam diretamente no ecossistema, modificando-o totalmente, muitas vezes até causando sua extinção. Um exemplo muito claro e recentemente visto no Brasil foi o caso da barragem de Fundão, sob responsabilidade da mineradora Samarco, controlada pela Vale do Rio Doce e pela BHP Billiton. A barragem se rompeu causando uma grande inundação, a lama trouxe consigo prejuízos e desastres em todos os aspectos que se possa imaginar.

O rompimento da barragem devastou o município de Mariana, em Minas Gerais, matando funcionários da própria mineradora, civis do município, destruindo patrimônios públicos, particulares, comerciais, interrupção da geração de energia elétrica, interrupção da pesca e do turismo.

De acordo com o laudo técnico do IBAMA, o desastre de Mariana classificou-se como desastre de nível VI, o último nível de classificação de desastres ambientais causados por interferências humanas.

Segundo essa classificação, a Defesa Civil o descreve como um “desastre de muito grande porte”, pois, além do desastre social e econômico o rompimento da barragem também provocou um impacto ambiental gravíssimo (SANTOS, 2015). Dentre eles comprovaram-se:

- Mortandade da biodiversidade aquática e fauna terrestre;
- Assoreamento de rios e córregos;
- Destruição de pastos e áreas agrícolas;
- Devastação de áreas de preservação ambiental permanente e vegetação nativa da Mata Atlântica;

A observação e análise de exemplos como esse recentemente vivenciado no Brasil, leva-nos a concluir que ainda há muito o que avançar no que diz respeito a preservação ambiental e desenvolvimento sustentável no país. Sabe-se que todo e qualquer projeto está sujeito ao enfrentamento de falhas e problemáticas.

É essencial o estudo prévio e análise de aspectos e impactos ambientais, e como estes itens devem ser trabalhados para que se caminhe em direção à um empreendimento que

seja não apenas uma concepção com uma consciência sustentável, mas de igual modo uma implantação sustentável e uma edificação que funcione em sua grande parte de maneira também sustentável.

Nas condições ambientais atuais, torna-se cada vez menos tolerável que, na engenharia, ocorram falhas que tragam consigo consequências tão negativas e de tamanha magnitude para o ecossistema, para a sociedade e também para a economia.

3.3.3 Construções sustentáveis

De acordo com o Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) a construção sustentável é:

“Um processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica” (CIB, 2002, p.8).

Nota-se que o CIB fala sobre “restabelecer a harmonia”. Isso se dá pois, devido ao advento da energia elétrica, e das tecnologias de aquecimento e resfriamento artificiais, muitos processos que privilegiavam o aproveitamento passivo de fatores naturais, como luz, calor, ventilação, entre outros, foram abandonados e substituídos por novas tecnologias. O uso dessas novas tecnologias continua em crescimento no Brasil e no mundo, pois traz aos usuários uma sensação maior de conforto.

Porém, o desafio dos projetos sustentáveis é exatamente esse: o de adequar tecnologias sustentáveis ao conforto diário, em lugar da comodidade oferecida por outras tecnologias nocivas ao meio ambiente. Mas, ainda é possível resgatar antigas tecnologias e processos para o aumento da sustentabilidade nas edificações. Pequenas mudanças, adotadas por todos, podem trazer grandes benefícios sem grandes impactos no custo final do empreendimento.

Visto que as edificações são bens com longa vida útil, produzidas através da junção de diversos materiais e componentes de diferentes formas de fabricação, e que demandam ainda uma grande quantidade de mão-de-obra, a busca pela sustentabilidade em edificações tem como objetivo eliminar os impactos negativos sociais e ambientais de todo o seu ciclo de vida. Isso tudo já indica a complexidade desta iniciativa.

Logo, um projeto sustentável é aquele que fornece conforto ambiental, associa eficiência energética e consome menos resíduos que um projeto convencional (ou não sustentável). De maneira específica e resumida, é um projeto que causa menos impacto no meio ambiente.

Existe uma série de tecnologias que podem, inclusive, minimizar o desperdício de outros recursos naturais indispensáveis não apenas no conforto que eles proporcionam, mas também pela importância e necessidade desses recursos para a sobrevivência de qualquer ser vivo.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS e também outras instituições apresentam os seguintes princípios básicos da construção sustentável:

- Aproveitamento das condições naturais locais;
- Utilização mínima de terreno e integração da construção ao ambiente natural;
- Implantação e análise do entorno;
- Não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- Qualidade ambiental interna e externa;
- Gestão sustentável da implantação da obra;
- Adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- Uso de matérias-primas que contribuam com a eco eficiência do processo;
- Redução do consumo energético;
- Redução do consumo de água;
- Reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- Introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- Educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo.

Percebe-se com esses princípios que a consciência de construção sustentável deve ser presente em todo o ciclo de vida do empreendimento, desde seu processo de concepção, estruturação de projeto, até sua qualificação, reforma, desconstrução ou demolição. Sendo, portanto, de grande importância que seja feito um detalhamento do que pode ser feito em cada fase da obra, para que esse processo se torne um planejamento de menor complexidade de execução.

Todos os princípios anteriormente especificados se complementam, uma vez que permitem um embasamento do que vem a ser a sustentabilidade através de uma aplicação de seus múltiplos significados ao tema da Construção Civil.

3.3.3.1 Os benefícios de uma construção sustentável

Como anteriormente citado, a sustentabilidade traz inúmeros benefícios. De acordo com a Câmara da Indústria da Construção (FIEMG, 2008), baseando-se no tripé da sustentabilidade, no aspecto social, ambiental e econômico para o planeta, apresentam-se como benefícios:

- **Sociais:** a sustentabilidade contribui para que a economia local se desenvolvendo emprego e renda, benefícios através dos impostos pagos, promovendo a integração de ocupantes (do empreendimento) com sua vizinhança e uma adequação arquitetônica com seu entorno.
- **Ambientais:** observa-se que empreendimentos sustentáveis podem ser planejados de maneira que se utilizem de menores áreas de vegetação, otimizem o uso de materiais, gerem menos emissões de resíduos durante sua fase de construção; demandem menos energia e água durante sua fase de operação; sejam duráveis, flexíveis e passíveis de requalificação e sejam reaproveitados e reciclados no fim de seu ciclo de vida. Muitos dos benefícios ambientais se traduzem em ganhos econômicos, com a redução de custos de construção, uso e operação e manutenção das edificações.
- **Econômicos:** ao aumentar a eficiência no uso de recursos financeiros na construção, a oferta de um retorno financeiro justo aos empreendedores e acionistas, induz também à um aumento da produtividade dos trabalhadores por encontrarem-se em um ambiente saudável e confortável (FIEMG, 2008).

Logo, torna-se imperativo afirmar que, caso se deseje classificar uma ação relacionada à construção civil como totalmente sustentável, não se deve esquecer em momento algum do tripé da sustentabilidade. Este envolve, além dos fatores ambientais, os aspectos sociais e econômicos, que são de igual maneira indispensáveis na concepção e execução de um projeto sustentável.

4. PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO E INDICATIVOS DE SUSTENTABILIDADE NAS EDIFICAÇÕES

4.1 Selos e indicadores de sustentabilidade em edifícios e projetos

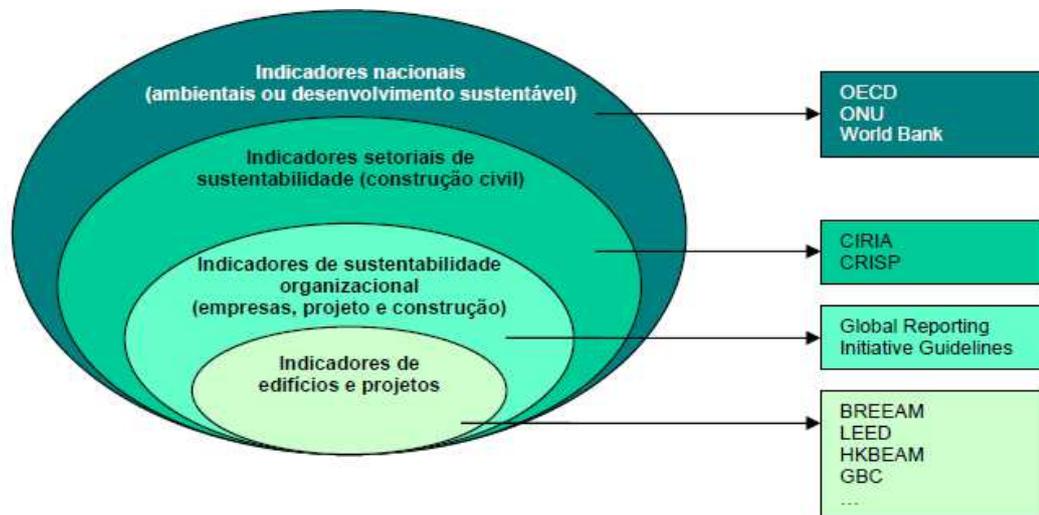
Com seu histórico de grande gerador de resíduos e grande causador de impactos ambientais previamente citados no setor da construção civil, muitas organizações públicas e também privadas tomaram a iniciativa de criar normas e técnicas aplicáveis, com o objetivo de reduzir os impactos gerados por essas atividades.

Observa-se, então, na atual conjuntura, que há um avanço nos estudos e avanços técnicos, e um desenvolvimento de metodologias e ferramentas capazes de avaliar a sustentabilidade. São métodos que funcionam ora certificando, ora apoiando medidas que levem a construções mais sustentáveis. Esses avanços permanecem em desenvolvimento em várias partes do mundo: como nos Estados Unidos, Reino Unido, Japão e Brasil, entre outros, incitam mudanças dinâmicas do segmento no que diz respeito aos impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela construção civil.

Foi o conceito de estudo do ciclo de vida dos materiais que forneceu a base para o desenvolver as metodologias para avaliação ambiental de edifícios que surgiram na década de 90 na Europa, nos EUA e no Canadá, como parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais locais estabelecidas a partir da UNCED (Conferência das Nações Unidas sobre ambiente e desenvolvimento) do Rio de Janeiro. (SILVA, 2006)

Ao estudar estes métodos de avaliação, percebe-se que eles têm em comum o objetivo de encorajar a demanda do mercado por níveis superiores de desempenho ambiental. Eles são responsáveis por prover avaliações tanto bem detalhadas – para diagnosticar eventuais necessidades de intervenção – quanto avaliações simplificadas, para auxiliar na orientação de projetistas ou respaldar a atribuição de selos e certificações ambientais para os edifícios avaliados.

Figura 2 – Escalas de ação das principais iniciativas de indicadores de desenvolvimento sustentável



Fonte: SILVA, 2006

Uma das técnicas,então,foi a criação de certificações de sustentabilidade nas edificações como indicadores, visando, a necessidade de que se priorize a análise dos aspectos ambientais de sustentabilidade ligados a construção civil.

Atualmente, praticamente cada país europeu - além de Estados Unidos, Canadá, Austrália, Japão e Hong Kong - possui um sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios. Alguns dos principais selos e certificações para construção sustentável e suas especificidades são relacionadas a seguir.

4.1.1 O Selo BREEAM

O BuildingResearch Establishment Environmental AssessmentMethod– BREEAM (Método de Avaliação Ambiental do Estabelecimento de Pesquisa para Edifícios). Foi criado na Inglaterra em 1990, como o primeiro método de certificação de edifícios sustentáveis do mundo. Segundo o jornal“O Globo”, este selo já certificou mais de 250 mil prédios no mundo (tanto edificações novas como antigas), inclusive o Estádio Olímpico das olimpíadas de Londres em 2012 (Jornal O Globo, 2014).

Figura 3: BREEAM Certified Buildings – Edifício Sustentável



Fonte: <http://www.cedserj.com.br/premios-e-reconhecimentos/>

O objetivo maior da certificação BREEAM é contribuir para o desenvolvimento do ambiente construído, avaliando e propondo soluções mais sustentáveis para diferentes programas de projeto, promovendo a transparência e o atendimento de conforto e necessidades das pessoas agora e nas futuras gerações (Jornal O Globo, 2014).

O selo BREEAM pontua performances de edifícios que provocam benefícios ambientais, de conforto e saúde para pessoas a partir do conceito de prevenção de impactos no planeta, agrupando nas seguintes áreas de critérios ambientais:

- Energia – eficiência energética e dióxido de carbono;
- Gerenciamento – política de gerenciamento da obra;
- Saúde e Bem-estar – como som, luz e qualidade do ar;
- Transporte – CO₂ e localização relacionados a transporte;
- Água – consumo e eficiência das edificações;
- Materiais – impactos incorporados nos materiais, incluindo ciclo de vida e CO₂;
- Resíduos – eficiência dos recursos usados para construção e gerenciamento dos seus descartes;
- Uso da terra – pegada ecológica dos edifícios e terrenos;
- Poluição – controle de poluição do ar exterior e água;
- Ecologia – valor ecológico e preservação do terreno.

Conclui-se que o selo de certificação BREEAM faz um uso pertinente de inúmeros indicadores e metas de desempenho em relação a condições locais de projeto e usos específicos de recursos humanos e naturais.

4.1.2 GBC – Green Building Challenge

Desde a iniciativa pioneira do BRE, a iniciativa que merece maior destaque é o chamado *Green Building Challenge*(GBC). É um consórcio internacional reunido com o objetivo de desenvolver um novo método para avaliar o desempenho ambiental de edifícios.

Figura 4: Logomarca Green Business Challenge



Fonte: <http://icleiusa.org/programs/city-business/green-biz/>

Utiliza-se de um protocolo de avaliação com uma base comum, mas capaz de respeitar diversidades técnicas e regionais de cada edificação (COLE; LARSSON, 2000). O GBC distingue-se por ciclos sucessivos de pesquisa e análise de resultados. A etapa de desenvolvimento inicial que teve duração de 24 meses, foi financiada de maneira integral pelo governo do Canadá, as etapas seguintes foram envolvendo pesquisas desenvolvidas em diversos países, dentre eles o Brasil, cujos resultados foram divulgados em conferência posterior.

Este apresenta-se, então, como uma nova geração de sistemas de avaliação, que foi desenvolvida de maneira específica para refletir as diferentes prioridades, que podem ser aplicáveis não apenas na realidade um país, como também em vários outros.

4.1.3 LEED

Os trabalhos para desenvolvimento do Leadership in Energy and Environmental Design (LEED™) se iniciaram no ano de 1996 nos Estados Unidos. Foi desenvolvido para facilitar a transferência de conceitos de construção ambientalmente responsável para os profissionais e para a indústria de construção americana, e proporcionar, de maneira paralela ao mercado, o reconhecimento pelos esforços utilizados para a finalidade a que foi submetido.

Figura 5: Logomarca LEED Brasil



Fonte: <http://gbcbrasil.org.br/cases-membros.php>

No mês de janeiro de 1999 foi lançada a versão piloto, denominada “LEED™ 1.0”. Assim como o BREEAM, este sistema é também constituído por um *checklist* que atribui créditos para o atendimento de critérios pré-estabelecidos, basicamente ações de projeto, construção ou gerenciamento que contribuam para reduzir os impactos ambientais de edifícios. Os pontos avaliados na certificação são:

- Uso racional e redução da extração dos recursos naturais;
- Redução do consumo de água e energia;
- Implantação consciente e ordenada;
- Mitigação dos efeitos das mudanças climáticas;
- Uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental;
- Redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação;

Com uma estrutura simples - a ponto de ser, por isso, criticada, o LEED™ é um meio termo entre critérios puramente prescritivos e especificação de desempenho, e toma por referência princípios ambientais e de uso de energia consolidados em normas e recomendações de organismos de terceira parte com credibilidade reconhecida.

4.1.4 PROCEL

Criado em 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, o Programa Nacional de Conservação de Energia, tem o objetivo de “promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos e os investimentos setoriais” (PROCEL, 2007).

Entretanto, desde o início dos anos 2000, o programa tornou-se referência em eficiência energética no Brasil. Segundo dados da ELETROBRAS, foram investidos R\$ 860 milhões durante os primeiros 20 anos do programa. A economia alcançada durante este período foi de 22 bilhões de quilowatt-hora, o que proporcionou investimentos postergados no sistema elétrico brasileiro da ordem de R\$ 15 bilhões (PROCEL, 2007).

A tabela abaixo ilustra o investimento anual e a energia poupada nos programas do PROCEL.

Quadro 01: Resultados anuais alcançados pelo PROCEL 1986-2005

Ano	1986/2001	2002	2003	2004	2005
Investimentos totais realizados (R\$ milhões)	582,80	42,30	41,00	94,15	98,00
Energia Economizada (GWh/ano)	14.135	1.270	1.817	2.373	2.158
Redução de demanda (MW)	3.871	309	453	622	585
Investimentos Postergados (R\$ milhões)	7.307	1.339	2.007	2.492	1.786

Fonte: Braga, 2007, adaptado pelo autor 2016

4.1.5 Alta Qualidade Ambiental (AQUA)

A Fundação Vanziolini, uma instituição privada sem fins lucrativos, criada e gerida pelos professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) – apresentou no dia 3 de abril do ano de 2008 o primeiro selo de certificação de construções sustentáveis adaptado à realidade brasileira: o selo AQUA – Alta Qualidade Ambiental.

O Processo AQUA-HQE admite:

“Atingir objetivos de desempenho sustentáveis nos níveis Base, Boas Práticas e Melhores Práticas de acordo com os indicadores que compõem os Referenciais de Cer-

tificação. Para garantir o controle, é requerido um Sistema de Gestão do Empreendimento.” (MARTINS, 2015, p. 1)

De acordo com a citação acima, observa-se que a aplicação de maneira coerente do selo em questão traz para os usuários inúmeras vantagens, como: economia direta no consumo de água e de energia elétrica, maior valor patrimonial ao longo do tempo, menores despesas gerais – água, energia, limpeza, conservação e manutenção, melhores condições de conforto e saúde, consciência de sua contribuição para o desenvolvimento sustentável e a sobrevivência no planeta, trazendo assim vantagens não apenas para os usuários de prédios certificados, mas para toda uma sociedade em comum.

4.2 Comparação entre as certificações: síntese de aspectos comuns indispensáveis

Diante do que foi apresentado anteriormente, podem ser apontados os principais citados pelos sistemas de avaliação de sustentabilidade e certificação de edifícios. Destaca-se:

- Qualidade da implantação;
- Gestão do uso da água e energia;
- Gestão de materiais e redução de resíduos;
- Gestão ambiental do projeto;
- Gestão da qualidade do ambiente interno;

4.2.1 A lacuna da análise social e econômica

A questão do desempenho social e econômico que a edificação causará no seu entorno é levada em consideração pelas certificações internacionais citadas anteriormente, embora o desempenho social e econômico de um projeto faça parte do tripé da sustentabilidade. Observa-se que as metodologias ou sistemas citados avaliam em sua maior parte apenas os aspectos ambientais, deixando como lacuna os outros dois aspectos.

Analisa-se que causa dessa lacuna é o desenvolvimento econômico e social de alguns países. A sociedade encontrou um nível de qualidade de vida e de distribuição de riqueza – ou ao menos de eliminação de extremos de miséria e pobreza – sem precedentes em países

em desenvolvimento. Mas, o preço deste desenvolvimento foi a causa ou a acentuação de fenômenos destruição de elementos naturais.

Outra diferença de contexto notável entre o Brasil e outros países com maior coeficiente de desenvolvimento é o reconhecimento e o respeito ao direito social do próximo – seja ele um vizinho ou um operário – existentes nesses países. O resultado prático disso é o altíssimo nível de regulamentações e de democratização da tomada de decisões orientadas à produção, manutenção e renovação do ambiente construído.

Por este motivo, a agenda dos países desenvolvidos em relação à sustentabilidade tem sido tão centrada apenas na dimensão ambiental, visto que os parâmetros sociais e econômicos já são bem adocados e dotados de ótimos parâmetros.

Portanto, visando analisar todos os aspectos da sustentabilidade, e contextualizar a análise à realidade brasileira, também será proposto neste trabalho, a análise de aspectos econômicos e sociais do estudo de caso, além dos aspectos ambientais. Tomando-se como base teórica as metodologias e sistemas já mencionados anteriormente. Logo, considera-se também:

- Desempenho econômico do projeto;
- Engajamento social do projeto.

4.3 Redução de consumo de energia

É indispensável considerar que qualquer que seja a iniciativa no sentido de se fazer o uso eficiente dos recursos naturais, ou a redução no consumo de insumos e serviços em um projeto reverte-se em benefícios para a edificação. Torna-se ainda mais significativa a prática destas técnicas ao longo da vida útil da edificação, mais especificamente na fase de ocupação, na qual ocorre o maior consumo de recursos findáveis, como a energia elétrica, por exemplo.

A partir de 2002, com o adensamento da crise energética brasileira, vários outros órgãos legais foram estabelecidos com o intuito de se reduzir o consumo deste insumo (ANEEL, 2013).

Segundo o PROCEL as edificações existentes nos setores residencial, público e comercial são a fonte de aproximadamente 48% do consumo de energia elétrica no Brasil. O potencial de arrefecimento deste consumo com a adoção de medidas de eficiência energética

pode chegar a 30%, nas edificações existentes, e a 50%, nas novas edificações (PROCEL, 2007). Isto demonstra a importância de tornar as edificações mais eficientes, em termos energéticos.

4.3.1 O uso de lâmpadas LED

Uma das maneiras de efficientização energética é a adoção de táticas para promover uma boa iluminação dos ambientes gastando menos do que se gastaria convencionalmente. Estas são recomendadas para todos os tipos de projeto, pois promovem conforto luminoso, salubridade e são diligentes para esse fim.

Nas instalações de instituições de ensino, como no objeto do estudo de caso (que será analisado posteriormente), esse cenário não é distante. Um estudo feito em 1994, na Universidade de São Paulo, constatou que a energia consumida com iluminação representava 65,5% do consumo total de seu campus, e possuía um potencial de redução de 40% (GHISI, 1997). Outro estudo, realizado em 1997, na Universidade Federal de Santa Catarina, assinalou um índice de 63% de interferência da iluminação no total do consumo e um potencial de economia também de aproximadamente 40% (GHISI, 1997).

A proibição da venda das lâmpadas incandescentes no País ajuda a estimular a adoção de opções mais econômicas e duráveis, como o LED, já adotado amplamente em outros países como China, Índia, Reino Unido, Estados Unidos, Canadá, Cuba, Austrália, Argentina, Venezuela, na União Europeia.

A utilização de refletores para lâmpadas LED consome cerca de metade da energia para o mesmo fluxo luminoso. Seu consumo de energia é 60% menor que a fluorescente. Logo, duas lâmpadas LED equivalentes consomem a mesma potência que uma única lâmpada fluorescente, mas fornece mais do que o dobro do fluxo luminoso (LIMA, 2013). Logo, as lâmpadas devem ser escolhidas sobretudo pela eficiência luminosa, além da vida útil, temperatura de cor e índice de reprodução de cor (GHISI, 1997).

Figura 6: Comparação de lâmpadas: potência, durabilidade e economia

	Comum	Fluorescente	LED
Tipo			
Durabilidade	1 ano	5 anos	15 anos
Consumo	50 W	10 W	5 W
Economia	x	até 80%	até 95%
Emissão de calor	ALTA	MÉDIA	BAIXA
Ecológica	Não contém mercúrio	Contém mercúrio	Não contém mercúrio
Eficiência	Pouca	Mediana	Muita

Fonte: Programa de eficiência energética da CELPE, COELBA E CONSERN, adaptado 2016

5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo está dividida em duas seções: a primeira trata de uma descrição das principais características do projeto do CEMPEA/UEMA. Logo após desenvolve-se a análise crítica dos pontos considerados mais relevantes nos selos (já citados anteriormente no item 4.2 Comparação entre as certificações: síntese de aspectos comuns indispensáveis), aplicados à essa edificação. Serão citadas as seguintes características do projeto:

- **Características construtivas gerais do projeto:**

Descreve-se a dimensão dos ambientes, localização da edificação, orientação de fachadas. Expõe também as características da edificação aplicada ao seu entorno, qual a vizinhança; e o perfil de ocupação da comunidade. É necessário fazer essa descrição primária básica para que se tenha ideias de processos construtivos que podem ser melhorados do ponto de vista sustentável posteriormente.

- **Características da envoltória da edificação:**

Trata-se da descrição do conjunto de elementos construtivos que estão em contato com o meio exterior da edificação. Especifica-se os materiais construtivos deste, quais sejam, paredes, lajes, telhados, esquadrias, tipos de vidros e elementos de proteção (*brises*, cortinas), etc. É de suma importância o conhecimento de tais características pois o consumo de energia em edificações está diretamente relacionado aos ganhos ou perdas de calor associados à carga interna gerada pela insolação, ocupação, uso de equipamentos e iluminação artificial.

- **Características operacionais e perfis de ocupação**

Descrição das salas e corredores, diretorias e laboratórios, sua utilização, horários de funcionamento, ligamento e desligamento dos principais sistemas, etc.

- **Características do clima local**

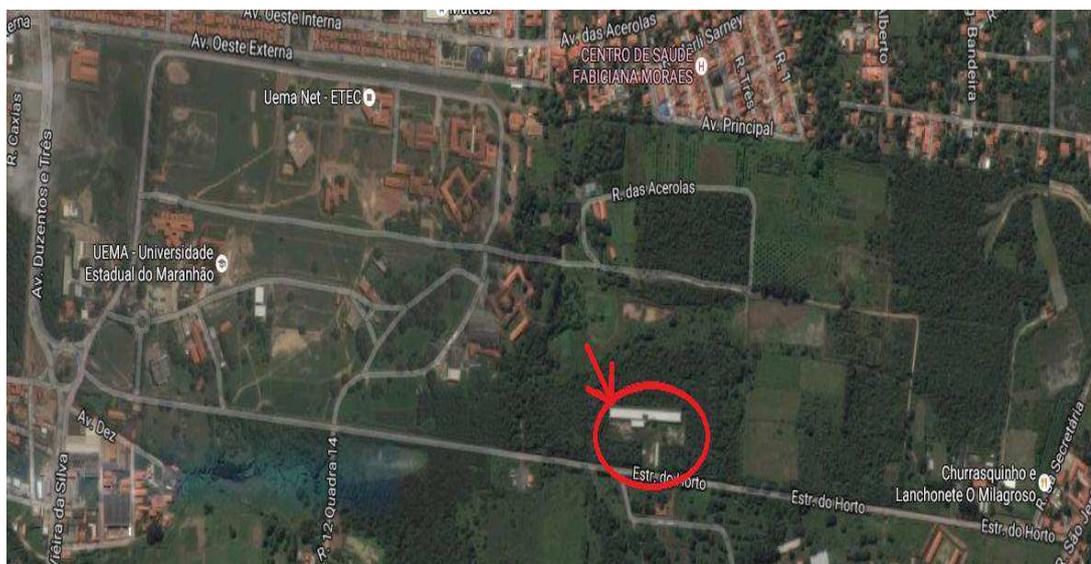
Descreve-se as características da região bioclimática em que se situa a edificação. É importante que seja feita a verificação do regime de chuvas da região e a sua periodicidade pois esse processo vai resultar na seleção de estratégias a serem utilizadas para contribuir com a sustentabilidade da edificação, alinhada à redução de custos em toda a vida útil do empreendimento.

6. ESTUDO DE CASO

6.1 Características construtivas gerais do Projeto

O Centro de Pesquisa e Extensão em Aquicultura – CEMPEA foi projetado para a área de domínio da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, se localiza no Campus da Cidade Universitária Paulo VI, São Luís - MA, CEP 65057-630. O campus contém ao todo uma área de 8,28 hectares e perímetro de 1.231,25 m. A seguir ilustra-se com imagens aéreas uma visão panorâmica do campus universitário.

Figura 7: Imagem Aérea – Universidade Estadual do Maranhão, Cidade universitária Paulo VI, São Luís – MA



Fonte: Google Maps, editada pelo autor, 2016

Localizado em uma área específica do campus, onde reunirá as seguintes edificações: o Conjunto de Tanques Criatórios e Lagoas destinadas às instalações do CEMPEA e, o partido geral adotado obedece às condições estabelecidas pelo Curso de Engenharia de Pesca, no tocante à ocupação do lote e perfeito funcionamento e atendimento dos objetivos propostos.

O Complexo do CEMPEA está situado em terreno nobre do Campus Universitário, a área é limitada pela poligonal previamente estabelecida pelo Campus da UEMA. A extensa área que viabilizou a locação do complexo, leva em consideração a melhor maneira de aproveitamento das condições de geometria e planialtimetriado terreno.

Figura 8: Imagem aérea do terreno onde está sendo executado o projeto



Fonte: Google Maps, editada pelo autor, 2016.

O Centro Multidisciplinar de Pesquisa e Extensão em Aquicultura – CEMPEA /MA, é uma edificação em estrutura mista (em concreto e estrutura metálica).O centro já começou a ser construído, mas por falta de verbas direcionadas ao projeto os serviços estão parados. A obra já está na fase de superestrutura pronta e revestida com reboco.

O Projeto Arquitetônico tem um diferencial arquitetônico das demais edificações que compõem o campus Paulo VI. O setor de salas de aula e laboratórios é formado por um grande galpão com pilares modulados distanciados de maneira uniforme.

Figura 9: Corredor salas de aula – CEMPEA/UEMA



Fonte: Autor, 2016

Construído em estrutura de concreto armado e alvenaria de tijolo rebocado, o setor de laboratórios será de piso industrial tipo korodur, assim como o pátio coberto e as circulações internas. Os demais ambientes serão de piso cerâmico (banheiros, vestiários, lanchonete, salas de aula e setor administrativo), a circulação externa terá piso cimentado áspero, o rodapé será de perfil de alumínio, paredes com pintura em látex pva.

O forro em régua de pvc com largura de 0,20m, cor branca na maioria dos ambientes, exceto no laboratório de cacinicultura, onde o forro tem que ser de cor escura. O setor administrativo, bem como as salas de aula, tem esquadrias em alumínio anodizado na cor natural e vidro liso para algumas janelas, e para as portas e demais janelas que dão para a área externa das salas de aula serão usadas madeira de lei. Os banheiros e lanchonete terão piso cerâmico, PEI 4, dimensões de 0,30m x 0,30m, revestimento interno cerâmico 0,20m x 0,30m, e o forro será o mesmo dos demais ambientes.

A parte do pátio coberto que não é englobado no grande galpão de salas de aula e laboratórios foi feita em laje de concreto, que será impermeabilizada, para drenagem das águas pluviais através de dutos de pvc.

Figura 10: CEMPEA/UEMA – Hall projeto 3D



Fonte: Memorial Justificativo e Descritivo do Projeto de Arquitetura – CEMPEA

No que diz respeito à iluminação interna, as luminárias serão fluorescentes, de embutir e sobrepor conforme o caso. Todas terão superfície refletora espelhada de alta refle-

tânciae com aletas para duas lâmpadas de 32W (2x32W), e também haverá lâmpadas de 16W (2x16W).

Figura 11: Imagem interna (Hall) – CEMPEA/UEMA



Fonte: Autor, 2016

De acordo com o memorial descritivo, o Centro Multidisciplinar de Pesquisa e Extensão em Aquicultura possuirá ao final da execução do projeto uma área bruta construída de 2.739,20m², distribuída da seguinte forma:

Quadro 02: Áreas – Prédio CEMPEA

ÁREAS- PRÉDIOCEMPEA	
HALLCENTRAL	
AMBIENTES	ÁREAS (m²)
Hall Central	193,42
Circulação	329,19
Lanchonete	16,03
SETOR SALADEAULAS	
AMBIENTES	ÁREAS (m²)
Sala Multiuso	89,66
ÁREAS- PRÉDIOCEMPEA	
SETOR SALADEAULAS	
AMBIENTES	ÁREAS (m²)
Sala deAula 01	72,06
Sala deAula 02	72,06

ÁREAS- PRÉDIOCEMPEA	ÁREAS- PRÉDIOCEMPEA
SETOR SALADEAULAS	SETOR SALADEAULAS
AMBIENTES	AMBIENTES
Sala deAula 03	72,06
Sala deAula 04	72,06
Sala deAula 05	72,06
Sala deAula 06	72,06
Sala deAula 07	71,30
WC– Feminino	27,53
WC–Masculino	27,53
PNE-WC– Feminino	2,89
PNE-WC–Masculino	2,89
SETOR DELABORATÓRIOS	
Hall	18,66
Circulação	33,38
LaboratóriodePiscicultura	349,88
LaboratóriodeBiotecnologia	51,69
LaboratóriodePatologia e Controle deQualidade	53,94
ProduçãoeArtêmia	17,36
ProduçãoeAlga	18,08
Carcinicultura	116,7
DepósitodePetrechos	24,96
Casa de Ração	35,7
VestiárioMasculino	32,77
VestiárioFeminino	33,60
VestiárioMasculinoPNE	4,16
VestiárioFemininoPNE	4,16
SETORADMINISTRATIVO	
Secretaria	22,48
CoordenaçãoeRecepção	23,33
DireçãoeRecepção	22,97
WC– Feminino	5,95
WC–Masculino	5,92
Sala dosProfessores	64,06

Fonte: MemorialJustificativoe Descritivodo ProjetodeArquitetura– CEMPEA

6.2 Características da envoltória da edificação

Observa-se que a fachada principal, está construída em estrutura de concreto armado e alvenaria de tijolo rebocado.

As janelas ainda não foram totalmente instaladas, embora alguns perfis de alumínio já estejam no local. Mas, de acordo com o memorial descritivo do projeto serão esquadrias de alumínio anodizado na cor natural e vidro liso para as janelas das salas de aula e também para o setor administrativo. Em outras, portas e demais janelas que dão para a área interna do prédio serão usadas de madeira de lei.

Figura 12: Imagem externa CEMPEA/UEMA



Fonte: Autor, 2016

Embora o projeto especifique telhas em fibrocimento, a cobertura desse galpão foi feita em estrutura metálica. A cobertura do Setor Administrativo foi feita também em estrutura metálica, apoiadas em treliças metálicas, com platibanda. No galpão de salas de aula e laboratório foi feito da mesma maneira.

Figura 13: Sala de aula, com cobertura em estrutura metálica



FONTE: Autor, 2016.

Para as paredes exteriores, haverá pintura acrílica para exteriores, sobre reboco decimento e areia, cor palha, dando efeito de tijolo aparente. No setor administrativo serão usadas uma graduação de 3 tons azuis texturizados.

Observa-se que o projeto executado está decerta maneira bem diferente do que foi idealizado, e provavelmente muitas adaptações ainda podem vir a ocorrer.

Figura 14: Vista panorâmica fachada - CEMPEA



Fonte: Projeto 3D CEMPEA, 2016

6.3 Características operacionais e perfis de ocupação

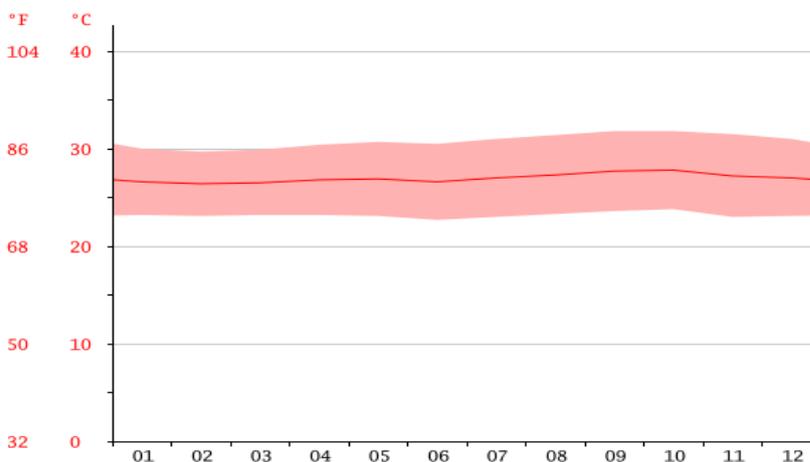
É uma edificação projetada para uso não apenas dos estudantes, mas também de pesquisadores e investidores do ramo da pesca no estado do Maranhão. Os horários de funcionamento são aqueles geralmente estabelecidos pela universidade: de segunda a sexta-feira nos períodos de manhã, tarde e noite ocupa-se, geralmente as oito salas de aula em período integral, e aos sábados no período matutino.

Pondera-se ainda que a salas da direção, coordenação, secretaria e recepção não funcionarão aos sábados, apenas de segunda a sexta, totalizando 8 horas de funcionamento diário. A guarita deve funcionar o tempo todo, exceto aos domingos, quando não há entrada ou saída de veículos na universidade.

6.4 Características do clima local

A seguir as características climáticas da cidade de São Luís, onde se localiza o objeto do estudo de caso. A característica climática predominante na localização do estado do Maranhão é configurada como tropical, as temperaturas médias anuais na capital São Luís são cerca de 27°C de acordo com a classificação climática de Köppen e Geiger.

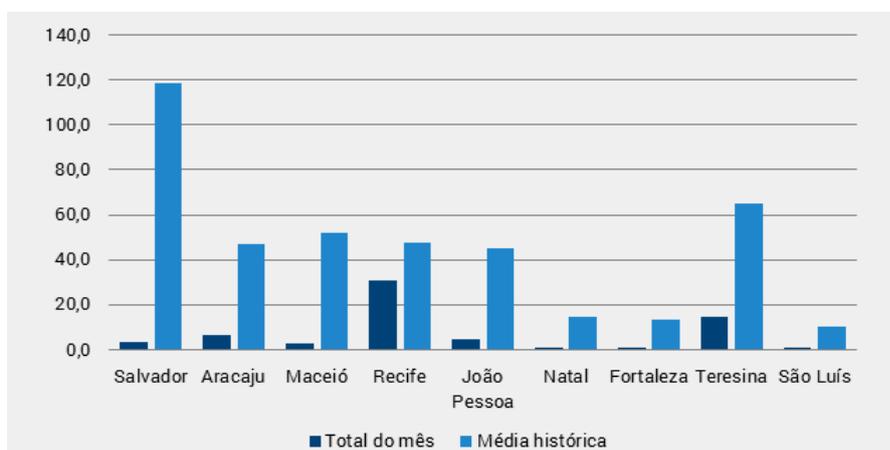
Figura 15: Gráfico de Temperatura em São Luís



Fonte: <http://pt.climate-data.org/location/1671/>

Considerando o gráfico acima, nota-se que 27,8 °C é a temperatura média do mês de Outubro, o mês mais quente do ano. Com uma temperatura média de 26,4 °C, Fevereiro é o mês com a mais baixa temperatura ao longo do ano. Os índices pluviométricos na capital variam entre 1500 e 2500mm anuais.

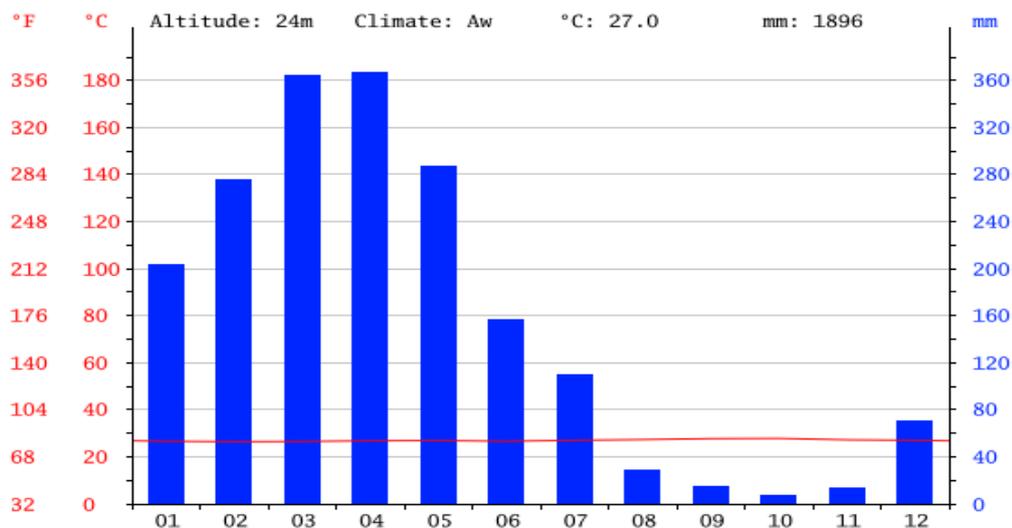
Figura 16: Precipitação média anual das capitais brasileiras



Fonte: <http://www.climatempo.com.br/noticia/2015/12/01/balanco-da-chuva-de-novembro-de-2015>

Percebe-se no quadro acima, que São Luís está entre as cinco capitais de maior precipitação anual no Brasil. O gráfico abaixo demonstra os meses e a média de chuva em cada mês do ano na capital. Sendo os meses de fevereiro a maio os mais chuvosos e de setembro a novembro os meses mais secos.

Figura 17: Gráfico climático de São Luís



Fonte: <http://pt.climate-data.org/location/1671/>

Ao se fazer o estudo comparativo, o mês mais seco tem uma diferença de precipitação de 360 mm em relação ao mês mais chuvoso. Ao longo do ano as temperaturas médias variam 1.4 °C entre o menor e o maior valor. Na imagem a seguir apresenta-se uma tabela de chuvas intensas no Brasil (duração de 5 minutos), com períodos de recorrência de 1 a 25 anos.

Figura 18: Tabela climática de São Luís

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	203	276	364	367	287	156	110	29	14	7	13	70
°C	26.6	26.4	26.5	26.8	26.9	26.6	27.0	27.3	27.7	27.8	27.2	27.0
°C (min)	23.2	23.1	23.2	23.2	23.1	22.7	23.0	23.3	23.6	23.8	23.0	23.1
°C (max)	30.0	29.7	29.9	30.4	30.7	30.5	31.0	31.4	31.8	31.8	31.5	31.0
°F	79.9	79.5	79.7	80.2	80.4	79.9	80.6	81.1	81.9	82.0	81.0	80.6
°F (min)	73.8	73.6	73.8	73.8	73.6	72.9	73.4	73.9	74.5	74.8	73.4	73.6
°F (max)	86.0	85.5	85.8	86.7	87.3	86.9	87.8	88.5	89.2	89.2	88.7	87.8

Fonte: <http://pt.climate-data.org/location/1671/>

6.5 Características Sociais

Segundo o plano de trabalho disponibilizado pela Universidade Estadual do Maranhão, o Centro Multidisciplinar de Pesquisa e Extensão em Aquicultura – CEMPEA/UEMA, é uma edificação vinculada ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Maranhão. Com o intuito de:

- Promover a qualificação de alunos dos cursos de graduação e nível médio do Estado do Maranhão;
- Produzir alevinos, pós larvas de camarão, sementes de ostras e girinos de rãs com certificação genética e sanitária;
- Capacitar produtores de todo estado do Maranhão;
- Promover assistência técnica a esses produtores;
- Promover a pesquisa de novas espécies para cultivo;
- Promover a pesquisa de novos ingredientes para fabricação de ração;
- Promover residência universitária como requisito para pós-graduação no centro;
- Oferecimento de cursos de pós-graduação.

6.6 Características Econômicas do projeto

No âmbito dos sistemas, produtos e processos construtivos utilizados, percebe-se que não foram adotadas medidas que facilitem a conservação de recursos naturais e reduzam impacto na cadeia produtiva e que gerem economia no custo final orçado pelo projeto e em toda vida útil do projeto.

Em contato com a empresa DOMUS PLANEJAMENTO E ENGENHARIA, executora desta fase inicial da obra, relatou-se que a execução foi guiada por um projeto que não orçou e nem tampouco previu algumas adaptabilidades que ainda assim foram executadas, como por exemplo, a troca de telhas de fibrocimento por telhas de aço.

6.7 Análise crítica baseada nas categorias de desempenho selecionadas

Neste ponto serão abordadas análises utilizando a síntese dos principais selos e categorias citados no capítulo 4. A síntese se refere aos seguintes pontos:

- Qualidade da implantação;
- Gestão do uso da água e energia;
- Gestão de materiais e redução de resíduos;
- Gestão ambiental do projeto;
- Gestão da qualidade do ambiente interno;
- Desempenho econômico;
- Engajamento social do projeto.

6.7.1 Qualidade da implantação

Aqui analisa-se a relação do edifício com seu entorno, leva o empreendimento a valorizar o contexto local de inserção, onde toma-se como base a relação da edificação com o ambiente externo.

Observa-se nas imagens 3D, que houve um interesse de projeto urbanístico com características de uma boa arborização:

Figura 19: Pórtico de entrada – CEMPEA/UEMA



Fonte: Memorial Justificativo e Descritivo do Projeto de Arquitetura – CEMPEA

Nesta categoria de projeto, a obra atende diretrizes de desenvolvimento sustentável, observa-se que no projeto leva-se em conta não apenas elemento de otimização e uso de

espaço para salas de aula e laboratórios, mas é priorizado também o uso de ambientes externos de qualidade, para fluxo de pessoas e estimulação do uso de áreas verdes no seu entorno.

Figura 20: CEMPEA/UEMA – Fachada Setor de Salas de aula



Fonte: Memorial Justificativo e Descritivo do Projeto de Arquitetura – CEMPEA

É formidável considerar esse empenho dos projetistas, pois é uma característica que também traz ao ambiente um conforto térmico externo, e interno devido ao sombreamento das salas de aula próximas às árvores.

Figura 21: CEMPEA/UEMA - Fachada Setor de Laboratórios



Fonte: Memorial Justificativo e Descritivo do Projeto de Arquitetura – CEMPEA

6.7.2 Gestão do uso de água e energia

De acordo com o estudo do projeto, no que tange à minimização do consumo de energia no empreendimento não houve preocupação com: redução do consumo através da implementação de ações (como uso de energias renováveis, limitação no uso de energia, adoção de técnicas como uso de lâmpadas com consumo inferior ao convencional, etc).

Isso se deve ao fato de que essas ações não estão orçadas e inseridas nos projetos, fazendo com que assim, não possam ser alvo de cobranças ou fiscalizações futuras. Observa-se, porém, que devido a qualidade de implantação já analisada anteriormente, pontua-se uma vantagem no que diz respeito à redução do consumo de energia. Esta vantagem se dá por meio da concepção arquitetônica, que valoriza a iluminação natural e o conforto térmico oferecido pela ventilação natural das áreas externas comuns.

Figura 22: CEMPEA/UEMA –Hall central



Fonte: Memorial Justificativo e Descritivo do Projeto de Arquitetura – CEMPEA

De maneira equivalente à análise de gestão de energia, pontua-se aqui a falta de medidas e metodologias que auxiliam no uso racional da água. Não sendo adotadas ações e sistemas que tem como objetivo a redução no consumo, como a captação e distribuição de águas pluviais, gestão de águas servidas (já utilizadas em outras funções), implantação de metais sanitários que reduzam consumo de água, ou mesmo a medição individual de água.

6.7.3 Gestão de materiais e redução de resíduos

Analisando-se esse ponto do projeto, classificando a produção de resíduos de uso e operação do projeto com a finalidade de utilizá-lo de forma que este seja valorizado ao máximo, usando a NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação, como base para tal. Essa proposta deve ser pensada e praticada de maneira mais estimulada no projeto. Estimulando a triagem e coleta coletiva por parte dos usuários, observa-se que em momento algum o projeto básico, ou memoriais descritivos leva em conta a incitação para gestão de resíduos.

Não se adota alternativas de remoção, favorecimento de diminuição do volume e higiene das áreas de zonas de resíduos. Observou-se, ainda que, não há propostas de reciclagem e nem tampouco reaproveitamento dos entulhos e resíduos gerados pela construção em si. Porém, observa-se aqui uma oportunidade de reaproveitamento do material da cobertura metálica, por exemplo. Se posteriormente for necessária alguma reforma, ou adaptação dessa edificação este é um material que pode ser reciclado e reutilizado quando necessária a substituição..

6.7.4 Gestão ambiental do projeto

A manutenção simplificada e preocupação com gestão ambiental, a como utilização de monitoramento, não foram verificadas nessa situação. Pode-se verificar que a edificação sofre de uma certa desatenção nessa categoria. É necessário que o órgão de responsabilidade e uso final da edificação nesse aspecto, interfira em ações como a viabilidade e otimização da manutenção predial de um modo geral.

Figura 23: CEMPEA/UEMA – Corredores



Fonte: Autor, 2016

É fundamental que se mantenha os esforços investidos inicialmente por todas as categorias avaliadas à longo prazo, obtém-se esse resultado por meio de uma boa manutenção das tecnologias utilizadas na execução do projeto e também no seu entorno. Contudo, foi visto que na prática, mesmo não estando em funcionamento, a edificação está com aspecto de abandono, matos crescendo externa e também internamente.

Figura 24: CEMPEA/UEMA – Portão de entrada



Fonte: Autor, 2016

6.7.5 Gestão da qualidade do ambiente interno

Preocupa-se com as características climáticas, tempos de chuva, resfriamento e desempenho térmico da edificação de acordo com a NBR 15220.

Há também uma análise no que concerne os fatores de isolamento acústico, controle de ruídos, gerando qualidade sonora.

Nota-se na categoria de qualidade de conforto térmico no hall e nos corredores, analisando o projeto, um bom atendimento aos critérios previstos, pelo fato de sua maior área estar sobre controle natural de ventilação e temperatura. Nas áreas mais fechadas, em horários de muita incidência do sol, há uma grande possibilidade de grande transferência de calor, visto que o metal contido na cobertura é um material de alta indução térmica.

Apesar de áreas internas como as salas de aula, diretorias e laboratórios estarem projetadas para o controle artificial de temperatura com uso do condicionamento de ar, é importante priorizar o conforto térmico natural previamente ao artificial, para que o uso desses recursos (ar condicionado, ventiladores, etc) se tornem até opcionais e não obrigatórios.

No que tange o conforto acústico interno, devido ao fato de ser um projeto de instituição de ensino, é necessário que se tenha uma boa condição acústica. Nesse aspecto, o uso de cobertura em estrutura metálica não favorece o isolamento acústico na parte interna das salas de aula e diretoria, sobretudo em situações de chuva. Para evitar este problema, os projetistas deveriam prever no projeto telhas providas de material isolante.

Figura 25: CEMPEA/UEMA – Sala de aula



Fonte: Autor, 2016

Em relação aos critérios de qualidade visual, existem bons níveis de atendimento tanto na iluminação interna como externa, com utilização de vários postes no entorno do empreendimento, e pela manhã, observa-se que o ambiente aberto favorece a iluminação natural das áreas comuns, principalmente.

6.7.6 Desempenho econômico

Na análise comparativa desta categoria nota-se a inexistência de uma escolha por sistemas e produtos que ajudem na manutenção e minimizem impactos no projeto básico. Dentro das subcategorias deste nível, para as escolhas, podem ser adotados diversos parâmetros entre eles: PBPQ-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), ABCP (Associação Brasileira de cimento Portland), NBR ISO 14000, 14020 e 14040.

Refletindo na implementação de ações que visam limitar os impactos socioambientais da construção e que visem ater os impactos da construção, nota-se a ineficácia nesse aspecto. Mas, ainda mostra-se uma certa adaptabilidade do projeto para alcance de um perfil de qualidade ambiental em sua próxima fase de execução.

6.7.7 Engajamento social

Considera-se importantes os objetivos sociais desse projeto, já que a costa maranhense é a segunda maior costa do Nordeste com 640 km de extensão entre a foz dos rios Gurupi e Parnaíba (EL-ROBRINI, 2006). O litoral maranhense é ainda constituído por um complexo sistema de baías, canais, pequenas ilhas cobertas por densa vegetação de mangues, o que oferece a esse litoral uma grande variabilidade de vida marinha.

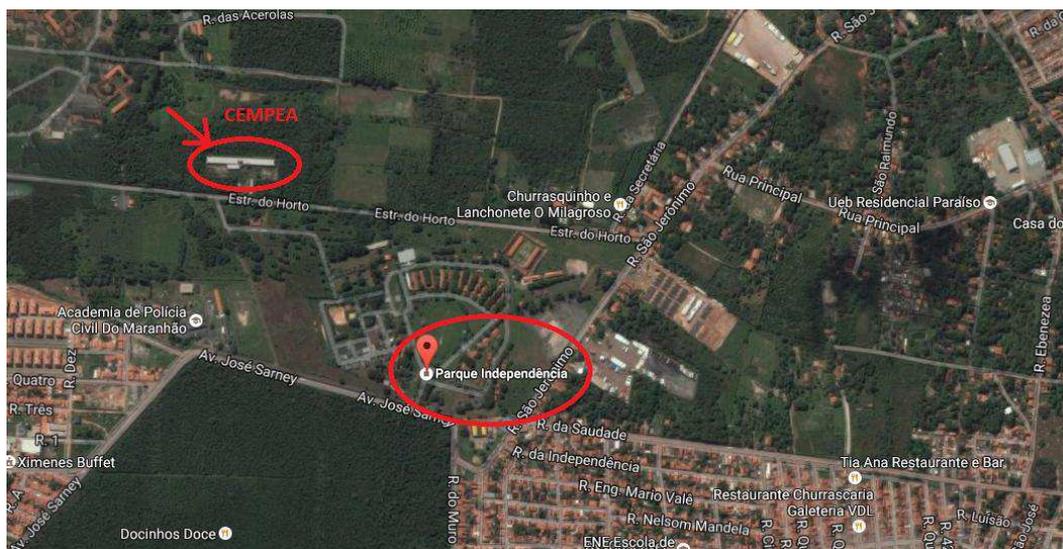
Servindo como Centro de Referência na Região, o CEMPEA, vinculado ao Curso de Engenharia de Pesca da UEMA pode promover a qualificação de alunos dos cursos de graduação e nível médio do Estado do Maranhão; produzir alevinos, pós-larvas de camarão, sementes de ostras e girinos de rãs com certificação genética e sanitária; capacitar produtores de todo o Estado; promover a assistência técnica a produtores; promover a pesquisa de novas espécies para cultivo; promover a pesquisa de novos ingredientes para fabricação de ração e promover ainda, cursos de Pós-Graduação.

Visto que, os pequenos produtores de pescado em atividade nos municípios próximos à capital maranhense não dispõem de suporte financeiro para abancar grandes investi-

mentos com infraestrutura de comercialização, necessitando do apoio de órgão público para viabilizar tais investimentos.

A vizinhança, além dos demais prédios da comunidade acadêmica da Universidade Estadual do Maranhão, é a comunidade habitacional do Parque Independência e o bairro do São Cristóvão. Essa vizinhança pode ainda beneficiar-se dos cursos que serão ali oferecidos.

Figura 26: Imagem aérea – vizinhança do CEMPEA/UEMA



Fonte: Google maps, editada pelo autor, 2016

Logo, considera-se a construção de um espaço devidamente equipado para estudo e pesquisa devidos da vida marinha do litoral maranhense como um projeto de extrema utilidade. Não apenas para benefício dos acadêmicos do curso de engenharia de pesca, mas também para o estudo e conhecimento da aquicultura em geral no estado do Maranhão.

6.8 Conclusão da análise

Foram observados nesta edificação um excesso de falhas, comparadas às poucas vantagens observadas, nos quesitos de sustentabilidade analisados. Existem medidas muito simples que podem ser implementadas a esse projeto para que se chegue a um nível sustentável mais aceitável. É necessário ainda muitas melhorias para que se alcance níveis satisfatórios propostos pelos selos nacionais ou internacionais citados neste trabalho.

7. PROPOSTAS SUSTENTÁVEIS

7.1 Estudo comparativo entre lâmpadas LED e lâmpadas fluorescentes considerando a viabilidade econômica

A substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED é uma ação que gerará uma oportunidade de eficiência energética. Apresentam-se aqui os dados coletados e as análises econômico-financeiras referentes à substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, na Instituição de ensino analisada.

7.1.1 Dados coletados no projeto

O quadro abaixo representa a contagem total de lâmpadas e luminárias no sistema existente no projeto elétrico do CEMPEA/UEMA.

Quadro 3 – Contagem total de luminárias e lâmpadas presentes no projeto

SISTEMA ATUAL	2x 16 W	2x 32 W	250 W
Salas de Aula de 01-08	-	132	-
Hall, corredores e Lanchonete	-	29	-
Vestiário Masculino e Feminino	4	14	-
Laboratórios / Produções / Carcinicultura/ Casa de Ração / Depósito	-	119	-
Sala de professores / Recepções/ Banheiros/Direção	2	20	-
Guarita	2	-	-
Iluminação externa	-	-	138
TOTAL DE LUMINÁRIAS	8	314	138
TOTAL DE LÂMPADAS	16	628	138

Fonte: Autor, 2016

Por meio do quadro x, visualiza-se o total de 16 lâmpadas fluorescentes de 16W, 628 unidades de 32W e 138 lâmpadas de vapor sódio 250W, somando-se todos os ambientes do CEMPEA/UEMA.

Quadro 4 – Contagem total de luminárias e lâmpadas do sistema proposto

SISTEMA ATUAL	2x 11 W	2x 22 W	100 W
Salas de Aula de 01-08	-	132	-
Hall, corredores e Lanchonete	-	29	-
Vestiário Masculino e Feminino	4	14	-
Laboratórios / Produções / Carcinicultura/ Casa de Ração / Depósito	-	119	-
Sala de professores / Recepções/ Banheiros/Direção	2	20	-
Guarita	2	-	-
Iluminação externa	-	-	138
TOTAL DE LUMINÁRIAS	8	314	138
TOTAL DE LÂMPADAS	16	628	138

Fonte: Autor, 2016

7.1.2 Descrição da medida de efficientização adotada

O parâmetro de efficientização deste método consiste em uma simples permuta das lâmpadas e luminárias existentes por modelos equivalentes (no quesito iluminância) em LED (Diodo Emissor de Luz, em inglês).

- O modelo de lâmpada escolhido para suprir as atuais lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W T8 do projeto é a lâmpada LED Tubular 22W, da marca OSRAM;
- O modelo da lâmpada selecionada para substituir as atuais lâmpadas fluorescentes (FT) de 16W é a lâmpada LED Tubular 10W, da marca OSRAM;
- O modelo equivalente escolhido para substituir as atuais lâmpadas de vapor de sódio (VS) de 250W é a luminária pública SUPERLED 100W.

7.1.3 Metodologia de cálculo

A metodologia de cálculo considerou o mesmo número de horas de operação e, para efeito de verificação, seguiu-se o descrito no item 5.1.3 Características operacionais e perfis de ocupação, do Capítulo 5 deste trabalho.

Para realização dos cálculos do tempo de funcionamento (em horas/dia) das áreas internas, foi considerado o horário já citado de operação da universidade: - 2ª a 6ª feira, das 7h às 21h, ou seja, 14h por dia, 5 dias por semana, e aos sábados, das 7h às 12h, totalizando 5h por dia uma vez na semana. Logo, para efeito de redução da tabela, o tempo de funcionamento diário utilizado na será de 15h por dia.

Para este cálculo de análise de custos e retorno do investimento, não será considerado o gasto com mão de obra de instalação, já que não é necessária a mão de obra especializada para troca de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, o gasto é o mesmo.

Quadro 5: Cobrança de tarifa - CEMAR

BAIXA TENSÃO	
CLASSE	VALOR SEM TRIBUTOS
RESIDENCIAL BAIXA RENDA	
Consumo - até 30 kWh	0,17267
Consumo - 31 a 100 kWh	0,29600
Consumo - 101 a 220 kWh	0,44400
Consumo a cima de 220 kWh	0,49333
RESIDENCIAL NORMAL	
Residencial	0,50150
DEMAIS CLASSES	
Comercial	0,50150
Cooperativa de Eletrificação Rural	0,35105
Iluminação Pública B4a	0,27583
Iluminação Pública B4b	0,30090
Industrial	0,50150
Serviço Público de Irrigação	0,30090
Poder Público	0,50150
Próprio	0,50150
Rural	0,34102

Fonte: <http://www.cemar116.com.br/poder-publico/informacoes/cobranca-de-tarifas>

O valor da energia elétrica foi retirado do quadro acima, da CEMAR - Companhia Energética do Maranhão, e corresponde à 0,5015kWh, considerando a classe da Universidade Estadual do Maranhão como “Poder Público”.

Na primeira etapa avalia-se os preços de cada lâmpada, e os preços totais orçados pelo projeto e pelo sistema proposto aqui. O orçamento foi realizado em loja especializada de material elétrico do comércio de São Luís. No valor unitário correspondente a cada lâmpada fluorescente tubular já está incluso preço unitário de seu respectivo reator. A lâmpada LED de 100W não foi encontrada no mercado local, portanto, foi orçada pela internet. E por último a vida útil de cada lâmpada, são valores dados pelos fabricantes de cada lâmpada.

Quadro 6: Dados – preço, potência e vida útil

Etapa I						
	PROJETO			PROPOSTO		
Dados: Preço, potência e vida útil	Lâmpada Fluorescente 16W	Lâmpada Fluorescente 32W	Lâmpada Vapor Sódio 250W	Lâmpada LED 10W	Lâmpada LED 22W	Lâmpada LED 100W
Potência (W)	16	32	250	10	22	100
Quantidade total por tipo de lâmpadas	16	628	138	16	628	138
Investimento - preço de cada lâmpada (R\$)	R\$28,09	R\$29,58	R\$122,09	R\$30,06	R\$68,09	R\$489,00
Investimento - preço total das lâmpadas (R\$)	R\$404,00	R\$14.130,00	R\$16.848,42	R\$536,96	R\$43.909,76	R\$67.482,00
Vida Útil (horas)	20000	20000	32000	30000	30000	100000

Fonte: Autor, 2016

Na segunda etapa são calculados os gastos anuais no consumo de energia, de acordo com os valores dados anteriormente na etapa I. Calcula-se gasto de energia em kW, as horas de utilização foram consideradas 15h como já explicado anteriormente, exceto para as lâmpadas de iluminação externa que são providas de relé fotoelétrico e, portanto funcionam durante 12h das 18h às 6h da manhã, e os respectivos dias de funcionamento. A partir desses dados obtiveram-se os gastos anuais em kWh, e o gasto anual em reais.

Quadro 7: Gasto anual e consumo de energia

Etapa II						
	PROJETO			PROPOSTO		
Gasto anual no consumo de energia	Lâmpada Fluorescente 16W	Lâmpada Fluorescente 32W	Lâmpada Vapor Sódio 250W	Lâmpada LED 11W	Lâmpada LED 22W	Lâmpada LED 100W
Gasto de energia em kW	0,256	20,096	34,5	0,16	13,816	13,8
Horas de utilização dia (h)	15	15	12	15	15	12

Etapa II						
	PROJETO			PROPOSTO		
Gasto anual no consumo de energia	Lâmpada Fluorescente 16W	Lâmpada Fluorescente 32W	Lâmpada Vapor Sódio 250W	Lâmpada LED 11W	Lâmpada LED 22W	Lâmpada LED 100W
Dias de Funcionamento	20	20	30	20	20	30
Gasto anual em kWh (kW x h x dias x meses)	768	60288	124200	480	41448	49680
Gasto anual em reais (kWh x custo de energia Cemar)	R\$ 385,15	R\$ 30.234,43	R\$ 62.286,30	R\$240,72	R\$20.786,17	R\$24.914,52

Fonte: Autor, 2016

Assim encontra-se a economia anual no consumo de energia, conforme o quadro a seguir:

Quadro 8: Economia anual no consumo de energia

Economia anual no consumo de energia	Lâmpada Fluorescente 16W	Lâmpada Fluorescente 32W	Lâmpada Vapor Sódio 250W
Economia anual em reais (em relação a lâmpada LED)	R\$ 144,43	R\$ 9.448,26	R\$ 37.371,78

Fonte: Autor, 2016

Na etapa III calcula-se a vida útil das lâmpadas LED, como mostra o quadro a seguir:

Quadro 9: Vida útil da lâmpada LED

Etapa III			
Cálculo: vida útil da lâmpada LED	Lâmpada LED 11W	Lâmpada LED 22W	Lâmpada LED 100W
Vida útil da Lâmpada LED (h)	30000	30000	100000
Utilização por ano (h x dias x meses)	3600	3600	4320
Vida útil da Lâmpada LED (h/ano)	8,33	8,33	23,15

Fonte: Autor, 2016

E por fim, como é possível visualizar no quadro a seguir, a etapa IV calcula a economia e o tempo de retorno durante a vida útil da lâmpada LED.

Quadro 10: Economia e tempo de retorno durante a vida útil da lâmpada LED

Etapa IV			
Economia e tempo de retorno durante a vida útil da lâmpada LED	Lâmpada Fluorescente 16W	Lâmpada Fluorescente 32W	Lâmpada Vapor Sódio 250W
Economia de energia durante a vida útil da lâmpada LED	R\$ 1.203,60	R\$ 78.735,50	R\$ 865.087,50
Tempo de retorno originado da economia da energia (investimento inicial/economia de energia anual) (anos)	3,72	4,65	1,81
Economia com substituição durante vida útil da LED (vida útil LED x preço lâmp. comum/vida útil lamp. comum) (R\$)	R\$ 606,00	R\$ 2.1195,00	R\$ 5.2651,31
Quantidade de lâmpadas substituídas durante a vida útil da LED \approx (un.)	2	2	3
Economia feita anualmente com substituição (gasto com substituição/ vida útil anos lâmp. LED) (R\$)	R\$ 72,72	R\$ 2543,4	R\$ 2274,53
Tempo de retorno pelo consumo de energia + custo de manutenção (gasto inicial lâmp. LED/ gastos energia + subst.) (anos)	2,47	3,66	1,70
Tempo de retorno \approx (anos/meses)	2 anos 6 meses	2 anos e 5 meses	1 ano e 8 meses

Fonte: Autor, 2016

7.1.4 Conclusão da proposta

A proposta permitiu entender e visualizar as vantagens dos LEDs em relação às lâmpadas convencionais e a importância da sua utilização. O uso deste procedimento, como alternativa de recurso energético no Brasil, proporciona a racionalização do consumo de energia elétrica, contribuindo para um consumo sustentável e consciente deste recurso energético. Demonstra-se na proposta que o investimento na aquisição de lâmpadas de LED é viável em

aplicações onde o uso da iluminação é constante, como no ambiente abordado pelo estudo de caso. Isto se deve à eficiência energética e durabilidade dos LEDs.

7.2 Outras propostas cabíveis

7.2.1 Separação e reciclagem de resíduos

Propõe-se aqui a promoção de prática de áreas de manejo de resíduos. É importante também a participação da cadeia produtiva na elaboração de leis estaduais e municipais no âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Um estudo de dificuldades e entraves ao processo de implementação de atividades de reciclagem.

Também podem ser implementados sistemas de gestão de resíduos para cadeia geradora, como já se observa em outros prédios da universidade, a prática da coleta seletiva. Esta deve ser feita do início ao fim, não apenas se preocupando em coletar separadamente os itens recicláveis, mas também verificando o fim que estes resíduos terão.

7.2.2 Conforto acústico e térmico (isolamento termo-acústico de cobertura)

A cobertura metálica utilizada nesse projeto pode ter desempenho acústico muito inferior, sobretudo em situações de chuva. Para evitar este problema, a telha deverá ser provida de material isolante.

7.2.3 Gestão de recursos hídricos

Implementar programas de capacitação, educação e conscientização sobre o uso racional da água para todos os profissionais da cadeia produtiva da construção (projetistas, arquitetos, engenheiros), e aos demais consumidores diretos desse recurso em grande parte da vida útil da edificação: atuantes no setor (administradores prediais, empresas terceirizadas de limpeza e segurança) e também para os alunos.

Observando-se que o projeto prevê uma cobertura com uma boa área de coleta, e tubos de pvc para drenagem de águas pluviais, é possível que se considere a diminuição no consumo de água potável para fins não potáveis. A proposta seria o uso de sistemas e aparelhos

com a finalidade de coleta e distribuição de águas pluviais, para fins não potáveis, como: lavagem de pisos e paredes, irrigação de plantas e até reserva para sistema de combate a incêndio.

Outras medidas igualmente aplicáveis são: uso de metais sanitários que reduzem o consumo de água e a medição individual deste recurso.

8. CONCLUSÃO

8.1 Considerações finais

O desenvolvimento do presente trabalho permitiu um exame de como a sustentabilidade, as certificações ambientais e a aplicação de técnicas comuns de pequena complexidade conseguem trazer vantagens aos usuários durante toda vida útil de um projeto, e também aos investidores do mesmo.

De uma maneira generalizada, a sociedade avalia positivamente a tomada de decisões que visem a preservação do meio ambiente, para que assim as gerações futuras possam se desenvolver sem se sentirem prejudicadas pelos impactos causados pela engenharia contemporânea.

Por outro lado, deve-se sempre salientar ao fato de que a tecnologia, tanto de materiais como de bom emprego de conhecimentos, se alteram em uma velocidade sem precedentes. Portanto, é necessário se conscientizar de que o procedimento tecnológico que atualmente pode ser considerado como bastante sustentável, pode futuramente, ainda que num futuro próximo, se tornar obsoleto ou não atender aos quesitos de uma construção civil sustentável para aquela realidade.

Desta maneira, uma forma também de buscar a sustentabilidade é se amoldar e paramentar-se a cada tomada de decisão em cada fase do projeto, e ainda manter-se sempre atualizado. Como menciona o Relatório Brundtland em sua definição geral: "suprir as necessidades da geração presente sem afetar a habilidade de desenvolvimento das gerações futuras de suprir as suas".

Os resultados obtidos no estudo de caso demonstraram que os modelos pelos quais as instituições atuais projetam suas edificações ainda precisam de aprimoramento, para que assim se enquadrem em um perfil de qualidade ambiental mais satisfatório. Em certas categorias analisadas os critérios trouxeram preocupações que quase sempre são desconsideradas ao iniciar-se a execução de um projeto.

Visando as características de relação do edifício com seu entorno, no projeto, observa-se que houve uma certa preocupação no conforto ambiental externo, com preservação e melhoria da biodiversidade.

E, por outro lado, é de grande necessidade buscar sempre o desenvolvimento tecnológico no intuito de se alcançar uma edificação sustentável, sugerindo propostas de eficien-

tização, estudando e analisando a viabilidade de tais propostas que venha a atender as necessidades primordiais dos seres humanos visando a preservação dos recursos naturais renováveis, propostas estas de baixo custo, e que tragam ao investidor uma relação custo-benefício durante toda vida útil da construção.

Desta maneira, é evidente que a análise efetuada atingiu seu objetivo de explicar a real situação de aspectos sustentáveis nos projetos e edificações de uma das principais instituições de ensino do Maranhão.

8.2 Propostas para trabalhos futuros

Dentre tantas propostas de estudos cabíveis a este tema, sugere-se:

- Análise da eficiência energética nas instituições públicas de ensino maranhense;
- Estudo de viabilidade econômica do reaproveitamento de águas pluviais no CEMPEA/UEMA;
- Viabilidade econômica do isolamento termo-acústico em coberturas metálicas;
- Relação custo-benefício da troca de telhas de fibrocimento por cobertura metálica – vantagens e desvantagens;
- Análise dos benefícios da envoltória de uma edificação em seu desempenho sustentável;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Procedimentos do Programa de Eficiência Energética (PROPEE)**. Brasília, 2013.

Agenda 21. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/agenda_21/agenda_21_brasileira.html>. Acesso em 20 de Outubro de 2016.

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Guia de Sustentabilidade na Construção. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.

Certificação Breeam ganha novos parâmetros. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/imoveis/certificacao-breeam-ganha-novos-parametros-11627918>>. Acesso em 15 de Novembro de 2016.

CIB (INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION). **Agenda 21 on sustainable construction**. CIB Report Publication n° 237. Rotterdam, 1999.

Clima: São Luís. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/location/1671/>>. Acesso em 30 de outubro de 2016.

COBRANÇA DE TARIFAS. Disponível em: <<http://www.cemar116.com.br/poder-publico/informacoes/cobranca-de-tarifas>>. Acesso em 26 de Novembro de 2016.

COLE, R.J.; LARSSON, N. GBC 2000 **Assessment Manual. Volume 1: Overview**. April 2000. 25 pp.

Construindo um Futuro Sustentável. Disponível em: <<http://gbcbrasil.org.br/cases-membros.php>>. Acesso em 26 de Novembro de 2016.

CORREA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil. Monografia**. Belo Horizonte, 2009

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios.** Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

DIAS, R. **Sustentabilidade - origem e fundamentos; educação e governança global; modelo de desenvolvimento.** São Paulo: Atlas, 2015.

EL-ROBRINI, M.; MARQUES V.; DA SILVA, M. M. A.; EL-ROBRINI, M.H.S.; FEITOSA, A.C.; TAROUCO, J.E.F.; DOS SANTOS, J. H. S; VIANA, J. R. **Erosão e pro graduação do litoral brasileiro | Maranhão.** Maranhão, 2006.

FIEMG - CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção.** Belo Horizonte, 2008.

GHISI, E. **Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

Green Business Challenge. Disponível em:<<http://icleiusa.org/programs/city-business/green-biz/>>. Acesso em 26 de Novembro de 2016.

Impactos ambientais do acidente em Mariana 2015 *Brasil Escola*. Disponível em:<<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/impactos-ambientais-acidente-mariana-mg.htm>>. Acesso em 28 de setembro de 2016.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA E ECONOMIA APLICADA. **Trajetória da Governança Ambiental.** São Paulo, 2008.

Jannuzzi, G. D. **Aumentando a Eficiência nos Usos Finais de Energia no Brasil. Sustentabilidade na Geração e o Uso da Energia no Brasil: os próximos 20 anos.** São Paulo, 2002.

JOHN, V. M; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos de construção**. In: Seminário de Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos, CETESB. São Paulo, 2000.

Laudo técnico preliminar- Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf>. Acesso em 28 de setembro de 2016.

LIMA, V. A. A. **Estudo comparativo entre lâmpadas com LED de alta potência e lâmpadas comuns, considerando a viabilidade econômica**. Curitiba, 2013.

MEIER, A.; OLOFSSON, T.; LAMBERTS, R. **What is an Energy-Efficient Building?**. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2002.

MIRANDA, E. E. **O nascimento de um conceito**. Carta Capital na Escola, v. 19, p. 28-29, 2007.

O Impacto da Construção Civil no Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.guiadacarreira.com.br/cursos/engenharia-civil-construcoes-sustentaveis/>>. Acesso em 28 de setembro de 2016

Prêmios e reconhecimentos. Disponível em: <<http://www.cedserj.com.br/premios-e-reconhecimentos/>>. Acesso em 26 de Novembro de 2016.

PROCEL. (2007). PROCEL. Fonte: <<http://www.eletronbras.com/procel>>. Acesso em 06 de novembro de 2016

PROCEL. (2007). *PROGRAMAS*. Disponível em ELETROBRÁS: <<http://www.eletronbras.gov.br/elb/portal/data/Pages/LUMIS0389BBA8PTBRIE.htm>>. Acesso em 06 de Novembro de 2016.

Programa de eficiência energética da CELPE, COELBA E CONSERN. Disponível em : <<http://www.cosern.com.br/Documents/novoled.pdf>> . Acesso em 11 de novembro de 2016

Saiba quais são os Selos para Construção Sustentável – SustentArqui. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/dicas/selos-para-contrucao-sustentavel/>>. Acesso em 04 de outubro de 2016

SILVA, V. G. **Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil**. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2006.

SILVA, V. G.; SILVA, M.G.; AGOPYAN, V. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

Sistemas de aproveitamento de água para usos não potáveis. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/133/artigo286496-1.aspx>>. Acesso em 15 de Novembro de 2016.

Sustentabilidade: como produzir empreendimentos mais sustentáveis do planejamento à pós-ocupação. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/impressao_artigo/1562>. Acesso em 28 de setembro de 2016.

THOMAS, T. **Escolha de cisternas para captação de água de chuva no sertão**. In: Anais do 3º Simpósio Brasileiro de Captação de água de Chuva no Semi-árido. Campina Grande. Petrolina: ABCMAC, 2001.

VERSIANI, F. R.; BARROS, J.R. **Formação Econômica do Brasil: A Experiência da Industrialização**. São Paulo: Saraiva, 1977.

APÊNDICE



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PREFEITURA DO CAMPUS PAULO VI, SÃO LUÍS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO PAULO VI
CEP: 65057-630 – SÃO LUÍS - MA
TELEFONE: (98) 3245-5461

Ofício n.º ____/2016

São Luís, Novembro de 2016.

À Sua Excelência a Senhora Fabíola

Prefeita – Universidade Estadual do Maranhão

Assunto: Solicitação de liberação de projeto para análise e estudo, afim de elaboração de trabalho de conclusão de curso.

Senhora prefeita,

Solicito que seja cedido a mim o projeto do prédio CEMPEA – Centro de Pesquisa e Extensão em Aquicultura, para elaboração do meu trabalho de conclusão de curso. Este terá como objetivo principal a análise dos aspectos da sustentabilidade no prédio que será utilizado como estudo de caso, há ainda a intencionalidade de elaboração de uma proposta para melhoria nos critérios sustentáveis do projeto, não apenas na fase de concepção, como também em sua fase operacional.

Respeitosamente,

Lana Larissa Mendes da Silva

Aluna do curso de Engenharia Civil

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA