



Universidade de Brasília
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU-UnB
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPG-FAU

**AVALIAÇÃO DE TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS NOS
CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE
Estudo de casos –Telhas**

CRISTINA GALVÃO SCHELB

**BRASÍLIA
2016**

CRISTINA GALVÃO SCHELB

**AVALIAÇÃO DE TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS
NOS CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE
Estudo de casos –Telhas**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre. Curso de Mestrado na área de tecnologia e sustentabilidade. Programa de Pesquisa e Pós-graduação. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Augusto Roma Buzar

BRASÍLIA

2016

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Reitor: Ivan Marques de Toledo Camargo

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

Diretor: Professor José Manoel Morales Sánchez

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E, ARQUITETURA E URBANISMO

Coordenador: Professor Doutor Márcio Augusto Roma Buzar

A comissão examinadora, abaixo assinada, aprova a dissertação intitulada:

“AVALIAÇÃO DE TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS NOS CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE: Estudo de casos – Telhas”, apresentado em sessão pública por **CRISTINA GALVÃO SCHELB**, aluna do curso de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – Área de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Brasília – UnB, para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, realizado em 14 de abril 2016.

Membros da Banca Examinadora:

Orientador:

Professor Doutor: Márcio Augusto Roma Buzar
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU – UnB

Examinadores:

Professor Doutor: Márcio Augusto Roma Buzar
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU – UnB

Professor Doutor Evangelos Dimitrios Christakou
Faculdade de Engenharia Civil – ENC - UnB

Professor Doutor Janes Cleiton Alves de Oliveira
Faculdade de Engenharia Civil – ENC - UFG

AGRADECIMENTOS

Que longa jornada...

Enfim mais um passo.

Obrigada por ser minha âncora.

"O Homem e suas extensões constituem um sistema inter-relacionado. É um tremendo equívoco pesquisar como se o homem fosse uma coisa, sua casa e suas cidades, sua tecnologia e seu idioma fossem outras distintas."

CIRIOT, Juan E.

RESUMO

Essa presente dissertação trata de estudo de avaliação de telhas utilizadas nas edificações brasileiras e seus aspectos sustentáveis e ecológicos. As telhas escolhidas são: telhas fotovoltaicas, telhas de tetra pak, telhas de fibra vegetal, telhas cerâmicas, telhas de garrafa pet, telhas de fibrocimento e telhas de concreto. Foi desenvolvida uma análise dessas telhas através de uma compilação e sobreposição dos selos e certificações ambientais usados no Brasil e em outros países como Estados Unidos e França. Os sistemas de avaliação e certificação da sustentabilidade de edificações tem um papel importante desde o desenvolvimento do projeto até o acabamento final da obra e a manutenção desta durante todo o seu ciclo de vida. Para que uma edificação seja considerada sustentável, devemos avaliar também o potencial do terreno, como o solo, o clima de cada região e sua identidade cultural, assim como a escolha dos materiais a serem utilizados a fim de preservar os recursos naturais e otimizar as práticas de utilização e manutenção do edifício. Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar estes diferentes tipos de telhas apresentados para que profissionais da área da construção civil e arquitetura possam ter um auxílio quanto à escolha acertada do material mais sustentável.

Palavras-chave: Certificações Ambientais, Selos, Sustentabilidade, Telhas.

ABSTRACT

This present dissertation of shingles used in Brazilian's buildings, in their sustainable and ecological aspects. The chosen tiles are photovoltaic tiles, tiles tetra pak, vegetable fiber tiles, ceramic tiles, plastic bottle tiles, cement tiles and concrete tiles. An analysis of these tiles was developed through a compilation and overlap of environmental certifications and seals used in Brazil and other countries like the US and France. Systems assessment and certification of sustainability have an important role since the development of the project until the final finishing of the work and maintaining this throughout their life cycle. For a building to be considered sustainable, we must also assess the land potential, such as soil, the climate of each region and their cultural identity, as well as the choice of materials to be used in order to conserve natural resources and optimize practices for use and maintenance of the building. Thus, this thesis aims to evaluate these different types of tiles for professionals in the construction industry and architecture area can be an aid as a right choice of more sustainable materials.

Keywords: Environmental, Seals, Sustainability, Roofing Tiles and certifications.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 – As pessoas, os eventos, os acordos e as estratégias que construíram a trajetória global em nome da sustentabilidade.....	26
Figura 1.2 – Vista Interna 1 da residência ecológica em Soplehurst, Grã-Bretanha.	28
Figura 1.3 – Vista Interna 2 da residência ecológica em Soplehurst, Grã-Bretanha.	28
Figura 1.4 – Fachada Frontal da residência ecológica em Soplehurst, Grã-Bretanha.	28
Figura 1.5 – Animação gráfica de urbanismo sustentável.....	31
Figura 1.6 – Animação gráfica de urbanismo sustentável.....	31
Figura 1.7 – Animação gráfica de urbanismo sustentável.....	31
Figura 1.8 – Animação gráfica de edificação sustentável.....	32
Figura 1.9 – Animação gráfica de edificação sustentável.....	32
Figura 1.10 – Animação gráfica de edificação sustentável.....	32
Figura 1.11 – Quadro de prioridades a serem consideradas no desenvolvimento de um projeto.....	33
Figura 1.12 – Projeto residencial do arquiteto colombiano Simon Velez, localizada no sul da Bahia.....	34
Figura 1.13 – Pigmentos naturais usados nas tintas ecológicas.....	35
Figura 1.14 – Uso da madeira plástica em fachadas. Projeto de Tatiana Terry e Luciano Alvarez. Residência localizada na Serra Fluminense.....	36
Figura 1.15 – Uso da madeira plástica em fachadas e deck. Imagem ilustrativa feita pela Madeplast.....	36
Figura 2.1 – Representação das trocas de calor de um telhado.....	38
Figura 2.2 – Telha solar fabricada pela empresa Solbravo – Curitiba.....	39
Figura 2.3 – Telha solar fabricada pela Tegola Solare.....	40
Figura 2.4 – Camada das embalagens Tetra Pak.....	41
Figura 2.5 – Telha ecológica Tetra Pak.....	41
Figura 2.6 – Telhado de Casa com Telha Tetra Pak.....	41

Figura 2.7 – Telha Tetra Pak/Telha de Fibrocimento- temperatura (conforto térmico).....	42
Figura 2.8 – Telha ecológica Onduline.	44
Figura 2.9 – Telha cerâmica Versatex.	45
Figura 2.10 – Telha Ecologic Lux.	45
Figura 2.11 – Vogatex (Eternit).....	47
Figura 2.12 – Canaleta 49(Eternit).....	47
Figura 2.13 – Selo Procel.....	51
Figura 2.14 – Selo Verde	51
Figura 2.15 – Telhas de Concreto Coloridas.....	51
Figura 3.1 – Critérios de Avaliação – Resumo GBC/LEED.....	66
Figura 3.2 – Tabela de Avaliação de Critérios – LEED <i>for homes</i>.	68
Figura 3.3 – Critérios de Avaliação – AQUA.....	70
Figura 3.4 – Perfil Mínimo de Desempenho – AQUA.....	71
Figura 3.5 – Logomarca e níveis de graduação dos Selos Casa Azul: níveis ouro, prata e bronze.	73
Figura 3.6 – Etiqueta de Eficiência Energética – Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.....	81
Figura 3.7 – Etiqueta de Eficiência Energética – Unidade Habitacional Autônoma.	81
Figura 3.8 – Equivalente Numérico para cada nível de Eficiência.	86
Figura 3.9 – Classificação do nível de eficiência de acordo com a pontuação obtida.	86
Figura 5.1 – Pontuação na sequência dos produtos na avaliação da sustentabilidade.	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Tabela - telhas de concreto.....	48
Tabela 2.2 – Telhas cerâmicas	49
Tabela 3.1 – Resumo <i>BREEAM New Construction</i>	54
Tabela 3.2 – Categorização dos tipos de LEED no Brasil.....	61
Tabela 3.3 – Tipologias e abrangências do LEED Brasil.....	62
Tabela 3.4 – Resumo <i>LEED Referencial Casas</i>	63
Tabela 3.5 – Resumo AQUA.....	72
Tabela 3.6 – Resumo Selo Casa Azul - Caixa.....	74
Tabela 3.7 – Tabela Resumo das Categorias, Critérios e Classificação do Selo Casa Azul - Caixa.....	78
Tabela 3.8 – Tabela Resumo PROCEL Edifica	82
Tabela 4.1 – Comparativo entre o Referencial GBC Brasil Casa e o Selo Casa Azul Caixa (Adaptado de: GBCB, 2012 e JOHN; PRADO, 2010.)	91
Tabela 4.2 – Interação entre as cinco ferramentas de avaliação da sustentabilidade.	94
Tabela 4.3 – Critérios de Avaliação –Tipos de Telhas.	98
Tabela 4.4 – Quadro de Classes e Pontuação.....	102
Tabela 4.5 – Método simplificado de avaliação de coberturas – tipos de telhas...	103
Tabela 4.6 – Classes das influências sobre o produto e pontuações.....	104
Tabela 4.7 – Quadro de avaliação.	106
Tabela 5.1 – Resultados do método de avaliação sustentável em sistemas de coberturas.....	107
Tabela 5.2 – Resultados – Quadro de Avaliação.	114
Tabela 5.3 – Quadro de Avaliação – resultados em porcentagens.....	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abreviaturas

Art.	– Artigo
Kwh	– Kilowatt Hora
M ²	– metro quadrado

Siglas

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACVP	– Ciclo de Vida dos Produtos
AQUA	– Alta Qualidade Ambiental
BEPAC	– <i>Building Environmental Performance Assessment Criteria</i>
BREEAM	– <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology</i>
CCA	– Arseniato de Cobre Cromatado
CIB	– Conselho Internacional da Construção
CFC	– Cloro Flúor Carbono
COV's	– Composto Orgânico Volátil
GBC	– <i>Green Building Challenge</i>
HCFC	– Hidroclorofluorcarbono
IDHEA	– Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica
INMETRO	– Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LEED	– <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
PBE	– Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edifício
PNMCB	– Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNRS	– Política Nacional de Resíduos Sólidos
PROCEL Edifica	– Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações
PVC	– Policloreto de Vinila
QAE	– Qualidade Ambiental do Edifício
RCC	– Resíduos de Construção Civil
SGE	– Sistema de Gestão do Empreendimento
UH	– Unidade Habitacional Autônoma
WPC	– <i>Wood Plastic Compositers</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
ESTRUTURA DE PESQUISA	22
CAPÍTULO 1	23
FUNDAMENTAÇÃO E OBJETIVOS: A SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL	23
1.1 Materiais sustentáveis de construção	33
CAPÍTULO 2	37
ESTUDO E LEVANTAMENTO DAS TELHAS	37
2.1 Telhas Fotovoltaicas	37
2.2 Telhas de tetra pak	40
2.3 Telha onduline de fibra vegetal	43
2.4 -Telha cerâmica vasatex e telha ecologic lux - pet	44
2.5 Telha de fibrocimento eternit	46
2.6 -Telhas de concreto tégula.....	47
CAPÍTULO 3	52
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS TELHAS	52
3.1 BREEAM.....	53
3.2 GBC e GBC Brasil	57
3.3 LEED.....	59
3.4 AQUA.....	68
3.5 Casa Azul Caixa	73
3.6 PROCEL Edifica (Brasil).....	79
CAPÍTULO 4	88
JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DOS SELOS ECOLÓGICOS E DAS CERTIFICAÇÕES PARA ANÁLISE DAS COBERTURAS – TIPOS DE TELHAS E ANÁLISE COMPARATIVA E SEMELHANÇA DOS SELOS E EXERCÍCIO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE PARA COBERTURAS-TIPOS DE TELHAS.....	88
4.1 Justificativa da escolha dos selos ecológicos e das certificações	88
4.2 Análise comparativa e semelhança dos selos.....	90
4.3 Exercício de avaliação da sustentabilidade para tipos de telhas	92
4.3.1 A Construção do Exercício	93

4.3.2 <i>Crêterios de Avalia�o: Tipos de Telhas</i>	98
4.3.3 <i>O Exercício de Avalia�o e as Pondera�es</i>	102
4.4 A aplica�o dos produtos no método de avalia�o da sustentabilidade.....	106
CAPÍTULO 5	107
APLICA�O, ANÁLISES E RESULTADOS	107
CONCLUSÃO	117
ANEXOS	119
Anexo I - Certificado de Garantia: Telhas Vasatex	119
Anexo II - Certificado Madeira Legal: Intercil - empresa fabricante dos produtos Vasatex	120
Anexo III - Tipologias - Coberturas	121
Anexo IV - Propriedades Térmicas - Coberturas	122
Anexo V - Telhas LEVE – ECCOCLEAN	123
Anexo VI - Placas Solares	124
Anexo VII - Placas Solares	125
Anexo VIII - Projeto Tamar	126
Anexo IX - Certificados Telhas De Concreto Tégula	127
REFERÊNCIAS	129

INTRODUÇÃO

O surgimento das grandes demandas ambientais impostas pela degradação do meio ambiente, vividas no último século, colocou a humanidade em uma postura mais respeitosa diante dos meios de exploração dos recursos naturais. Considerações no intuito de promover a sustentabilidade fazem parte do cotidiano de todas as profissões. Arquitetos e Urbanistas são protagonistas destas ações na medida em que a produção arquitetônica é ao mesmo tempo geração de riquezas e responsável por uma grande parcela do impacto ambiental, desde a extração de sua matéria prima como o gasto energético no uso e manutenção destes edifícios. Neste sentido, a investigação e a certificação dos selos ecológicos dos edifícios vêm sendo perseguidas por vários profissionais envolvidos no processo da produção arquitetônica. É importante saber se as intenções projetuais se verificarão como ações certas na manutenção da sustentabilidade dos processos construtivos ou não. Para colaborar com esta investigação, avaliamos alguns tipos de telhas existentes no mercado, sendo algumas sustentáveis e ecológicas, conforme os fabricantes. As casas ocupam um lugar de destaque nesta avaliação, pois, tradicionalmente as residências brasileiras são edificadas por meio de sistemas construtivos pouco industrializados e com intensa atividade nos canteiros de obra. Obras com estas características são suscetíveis a elevado custo, aumento dos processos construtivos, desperdício no armazenamento e descarte dos materiais de construção.

Atualmente, há uma demanda por edificações sustentáveis no Brasil e no mundo, onde a economia e o racionamento de energia e de elementos naturais estão se tornando imprescindíveis nas elaborações de projetos e nas obras civis. Vimos que, para uma edificação ser sustentável, é necessário que solucione mais do que um problema ambiental, como o esgotamento de recursos naturais ou as emissões de carbono, deve tratar também das questões do uso adequado do terreno e seu entorno e de resíduos gerados na construção. É necessário fazer a busca da eficiência na utilização desses recursos. O setor da construção civil é um dos grandes responsáveis pelos impactos ambientais no Brasil, começando pela grande quantidade de recursos naturais e de energia utilizados na produção e transporte de matérias primas, passando pela concepção do projeto (design com preocupação exclusivamente estética, má escolha de materiais e conceitos de conforto ambiental desconsiderados) e terminam em grande volume de resíduos resultantes de técnicas de construção artesanais empregadas por uma mão-de-obra desqualificada. (http://www.idhea.com.br/pdf/casa_curitiba.pdf). No caso do Brasil, a arquitetura deve ser abordada como uma arquitetura "pertinente" e "adequada" ao clima

brasileiro. Ainda sob este aspecto, esta decisão deve ir ao encontro de arquitetura apropriada a um país tropical, predominantemente quente e úmido em algumas partes e seco em outras. Segundo Oliveira (2010), esta relação entre arquitetura e lugar deve ser resgatada após longo período de produção arquitetônica baseado em modelos universais. Algumas dessas considerações são apresentadas sobre a construção sustentável e sua avaliação ambiental.

Conforme Fernando Almeida (2002), a noção do desenvolvimento sustentável vem sendo utilizada como portadora de um novo projeto para a sociedade, capaz de garantir, no presente e no futuro, a sobrevivência dos grupos sociais e da natureza.

Os procedimentos de produção de um dado edifício, desde a tomada de decisão até a sua ocupação relaciona-se diretamente ao planejamento, gerenciamento, projetos, construção, e comercialização do edifício requisitado. É o processo pelo qual, materiais e componentes, terra, energia e combustível, água, máquinas, ferramentas e mão-de-obra são agrupados e organizados para a produção de um determinado produto: edifícios de variadas funções (residencial, comercial, industrial, hospitalar, educacional entre outros), e (ou) obras de infraestrutura (saneamento, hidroelétrica, abastecimento de água, etc.). (BLUMENSCHNEIN, 2004)

Segundo Blumenschein, o processo de produção de edificações ou de obras é formado pelas seguintes etapas:

- Planejamento e análise de viabilidade do empreendimento;
- Projeto;
- Construção ou execução;
- Utilização da edificação, manutenção e reformas; e;
- Demolição quando acaba a vida útil da edificação.

Já para Araújo (2005), há nove passos principais para uma construção sustentável, são eles:

- Planejamento da obra,
- Aproveitamento passivo dos recursos naturais,

- Eficiência energética,
- Gestão e economia da água,
- Gestão de resíduos na edificação,
- Qualidade do ar e do ambiente interior,
- Conforto térmico e acústico,
- Uso racional de matéria e
- Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Porém, não é sempre possível seguir todos esses passos em função da falta de conhecimento da metodologia adotada, de materiais de alta qualidade e novas tecnologias, além dos custos que uma construção sustentável possui. Uma arquitetura de qualidade busca harmonia entre os conceitos bioclimáticos, eficiência energética e materiais escolhidos, tomando como padrão geral a adaptabilidade ao sítio e os espaços construídos tendo onde a beleza e a praticidade caminhando juntas ao desenvolvimento ambiental, dando ênfase na preocupação que o impacto ambiental causará ao meio ambiente.

Na opinião de Silva (2003), a construção sustentável não implica em priorizar uma dimensão em detrimento das demais, nem demanda uma solução perfeita e sim a busca do equilíbrio entre a viabilidade econômica que mantém as atividades e negócios, as limitações do ambiente e as necessidades da sociedade.

Inicia-se então o projeto arquitetônico por meio de um estudo climático do local escolhido, com foco em amenizar as condições ambientais e aproveitar de forma mais adequada os elementos favoráveis para geração de conforto humano, permitindo uso racional e moderado dos recursos naturais e energéticos. Na elaboração do projeto arquitetônico, a edificação deve ser um elemento de controle do clima, onde o estudo de seu desempenho é importante para o direcionamento das intervenções no espaço construído, tentando reprimir os gastos energéticos excessivos como iluminação artificial e condicionamento de ar, além de gerar maior conforto térmico e acústico aos moradores. É importante selecionar materiais mais saudáveis ambientalmente para indicar nos projetos arquitetônicos, assim, a edificação será menos nociva ao meio ambiente. (OLIVEIRA 2010).

Um item de relevância na construção sustentável citada pela Agenda 21 é a necessidade em reduzir o desperdício e gestão de resíduos, pensando na reciclagem destes no que refere a construção civil (RCC) e no aumento do uso de reciclados como materiais de construção. O uso racional da água feito com a utilização de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, tratamento dos resíduos sólidos das águas cinzas, reaproveitamento das águas servidas e utilização de vaso sanitário seco, ajuda a evitar racionamentos causados por vazamento na rede e excessos de consumo. A racionalização de energia e o aumento da eficiência energética do setor são estudados a partir dos partidos arquitetônicos que, em relação ao conforto térmico, faz-se necessária adicionar as edificações o isolamento térmico, para manter ou excluir o calor; utilizar superfícies transparentes, para permitir a entrada da radiação solar, quando necessário; utilizar a massa térmica, para armazenar o calor e liberá-lo quando necessário; uso de elementos de sombreamento, para bloquear a entrada solar pelas superfícies transparentes; uso de aberturas para direcionar e controlar os fluxos de ar.

Apesar de não fazer parte deste trabalho, vale a pena citar como sugestão de estudo, uma solução paralela ao estudo das telhas, a cobertura vegetal, que ajuda a conferir níveis de isolamento térmico adequado à realidade climática local, através de uma camada de solo com vegetação, soma os efeitos de um significativo isolamento térmico com os de resfriamento evaporativo, evitando a ocorrência de variações significativas na temperatura da cobertura.

Pode-se utilizar também como outra alternativa, o uso de chapas metálicas recicladas incorporadas à estrutura do telhado para desempenhar o papel de barreira à radiação térmica incorporando mais uma camada de ar (isolante) entre o telhado e o forro, que reduz significativamente a transmissão de calor através da cobertura.

A indústria da construção civil, particularmente a construção, a execução e a demolição de edifícios, é a atividade de maior impacto ambiental atualmente. Há um grande esforço das agências governamentais, instituições de pesquisa e setores privados de diversos países para definir políticas que minimizem o uso de recursos não renováveis, aumentem a economia de energia e reduzam os resíduos de construção. Com as crescentes demandas ambientais, sob todas as áreas do conhecimento e de produção de riquezas, as considerações ambientais para promover a sustentabilidade estão cada vez mais fazendo parte da vida cotidiana. Neste contexto, a produção arquitetônica tem ganhado muita importância como disciplina de destaque na definição de um padrão de vida sustentável. E, como instrumento de produção arquitetônica, o projeto de arquitetura. Preocupados com os impactos prejudiciais que a construção de um

edifício pode promover ao meio ambiente, profissionais da área de engenharia e arquitetura se empenham em julgar a pertinência das obras construídas sob os aspectos sustentáveis.

Um dos conceitos de construção sustentável (por Márcio Augusto Araújo) pode ser definido como sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras. A construção e o uso de edificações são as principais responsáveis pela demanda de energia e de materiais que produzem gases de efeito estufa derivados. Começa então o entendimento de que a construção sustentável não é um modelo para resolver problemas pontuais como edifícios energeticamente mais eficientes ou o entulho gerado pela obra, mas uma nova forma de pensar a própria construção e tudo que a envolve. Trata-se de um enfoque integrado da própria atividade, de uma abordagem sistêmica em busca de um novo paradigma: o de intervir no meio ambiente, preservando-o e, em escala evolutiva, recuperando-o e gerando harmonia no entorno. (ARAÚJO, 2005)

A avaliação destes edifícios produziu certificados e, por conseguinte, surgiram os métodos de avaliação e certificação de edifícios adequados às demandas ambientais. O primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios veio exatamente com a constatação que, mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de projeto ecológico, não possuíam meios para verificar quão "verdes" eram de fato os seus edifícios. O que realmente foi comprovado posteriormente com a constatação de que os edifícios que foram projetados para sintetizar os conceitos de construção ecológica constantemente consumiam mais energia que aqueles construídos com práticas comuns de projeto e construção. O segundo impulso no crescimento de interesse pela avaliação ambiental de edifícios veio com o consenso entre pesquisadores e agências governamentais quanto à classificação de desempenho atrelada aos sistemas de certificação ser um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental tanto do estoque construído quanto de novas edificações.

Realizar construções em harmonia com a natureza, com baixo impacto ambiental e com custos operacionais reduzidos, priorizando técnicas construtivas sustentáveis, matérias-primas naturais, recicláveis e de fontes renováveis, é um caminho para que as cidades se tornem mais sustentáveis. Essas preocupações com os impactos ambientais gerados pelos edifícios, durante as fases de planejamento e construção ou durante a operação, são cada vez maiores. Hoje em dia, basicamente 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. (SILVA, 2003b). As circunstâncias contextuais que resultaram em sua criação são variáveis, assim como as aplicações pretendidas para estes sistemas, que vão desde ferramentas de apoio ao projeto até ferramentas de avaliação pós-ocupação. A grande maioria dos sistemas adequa-se melhor à avaliação de edifícios novos ou projetos. Embora não exista uma classificação formal nesse sentido, os esquemas de avaliação ambiental disponíveis podem ser divididos em duas categorias. Na primeira estão aqueles que são orientados para o mercado, ou seja, desenvolvidos para serem absorvidos por projetistas ou para receber e divulgar o reconhecimento do mercado pelos esforços dispensados para melhorar a qualidade ambiental dos projetos, execução e gerenciamento operacional. Neste caso a estrutura é simples e está atrelada a algum tipo de certificação de desempenho. Este é o caso do BREEAM (BALDWIN et al., 1990, 1998), do HK-BEAM (CENTRE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, 1999), do LEED™ (USGBC, 1999), AQUA, CASA AZUL, PROCEL EDIFICA e do CSDB ESCALE (NIBEL et al., 2000). Já na segunda categoria, estão os esquemas de avaliação orientados para pesquisa, como o BEPAC (COLE; ROUSSEAU; THEAKER, 1993) e o seu sucessor o GBC (COLE; LARSON, 2000). Neste item em questão, a abordagem é feita com ênfase no desenvolvimento de uma metodologia mais abrangente que possa orientar novas pesquisas. Muitos desses selos internacionais verificam os recursos consumidos, as emissões de carbono e os resíduos gerados pelas edificações, bem como o conforto e a saúde das pessoas que convivem ali. Para isso, é feita uma avaliação sobre o grau de sustentabilidade dos edifícios, baseada em critérios específicos de cada selo. (SILVA, 2003).

Este sistema de avaliação e certificação da sustentabilidade de edifícios tem como principal propósito o agrupamento e a comunicação de informação para ser usado como suporte, nos principais processos de decisão que ocorrem nas diferentes fases do projeto, construção, readequação e utilização de um edifício. Desta forma, a avaliação de sustentabilidade envolve centenas de parâmetros, sendo muitos deles interdependentes e em parte contraditórios. (LANNON, 2013)

Para Mateus (2009), as metodologias de avaliação da sustentabilidade encontram-se em constante evolução, de modo a corrigir as suas diferentes limitações. Atualmente, o principal desafio passa pelo desenvolvimento de uma metodologia sistemática que sirva de suporte à concepção de edifícios em que seja atingido o melhor balanço entre as diferentes dimensões da sustentabilidade, e que seja simultaneamente prática, transparente e suficientemente flexível para que possa ser facilmente adaptável aos diferentes tipos de edifícios e à constante evolução

tecnológica. Contudo, nenhuma das ferramentas ou sistemas desenvolvidos até hoje são amplamente aceitos. O maior problema prende-se com a subjetividade associada ao conceito “sustentável”, motivada principalmente pelas diferenças políticas, tecnológicas, culturais, sociais e econômicas existentes, não só entre os países, mas também dentro de cada país, entre as diversas regiões. Esta situação impede que se utilize uma metodologia de avaliação da sustentabilidade fora do seu contexto de origem, sem que antes se realize um trabalho de adaptação à realidade ambiental, sociocultural e econômica do local onde se pretende realizar a avaliação.

A edificação construída revela a importância e interligação da indústria da construção, em termos de efeitos reais e potenciais, com o desenvolvimento sustentável. Vemos que hoje, o grande desafio que o setor da construção civil encara é o trabalho simultâneo entre os arquitetos e engenheiros com o desenvolvimento de produtos sustentáveis durante a totalidade do seu ciclo de vida.

OBJETIVO GERAL

Cabe a este trabalho de pesquisa, como objetivo geral, a continuidade dos estudos desenvolvidos por Lannoy (2013), no agrupamento dos selos ecológicos, porém, voltada para as telhas apresentadas ao longo desta dissertação, escolhidas dentro do mercado construtivo. A elaboração de ferramentas de aplicação de critérios de sustentabilidade também é identificada a partir da sobreposição e interação dos critérios para avaliação de construção sustentável.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, segue a continuação dos estudos levantados para materiais de acabamentos – pisos e revestimentos – utilizando a mesma metodologia de avaliação e certificação da sustentabilidade de edifícios, no entanto, serão conceituados produtos sustentáveis de outra linha de pesquisa de materiais construtivos: as telhas. A sobreposição dos critérios apresentados terá como intuito a identificação de como tais metodologias aportam as telhas referenciadas. Diante do exposto, será desenvolvida uma investigação de natureza qualitativa por meio de estudo de materiais com o uso dos selos e certificações ambientais.

O produto final deste trabalho poderá servir de objeto de pesquisa a grupos de profissionais da área da construção civil a fim de promover uma maior interação dos tipos de

telhas ecologicamente corretas, tendo a intenção de apresentar uma análise sucinta da seleção das mesmas.

Este trabalho enquadra-se num projeto investigativo sobre diferentes tipos de telhas e seus aspectos ecológicos e tem como proposta final, o seu uso na construção civil. Esta investigação será feita por meio de pesquisa comparativa e conceitual tanto dos selos ecológicos quanto das telhas escolhidas. O principal objetivo é o levantamento dos critérios das ferramentas de avaliação da sustentabilidade e a compilação dos atributos nos aspectos relacionados às telhas.

A apresentação e desenvolvimento dos temas relacionados nesta presente dissertação estão divididos em seis capítulos. Nos parágrafos seguintes, serão resumidos os conteúdos contidos em cada um.

No Capítulo 1, realiza-se a introdução ao tema com uma abordagem histórica, mostrando a relevância sobre a discussão do impacto ambiental da indústria da construção civil. Tem-se como base, a literatura específica a fim de exemplificar e contextualizar o tema.

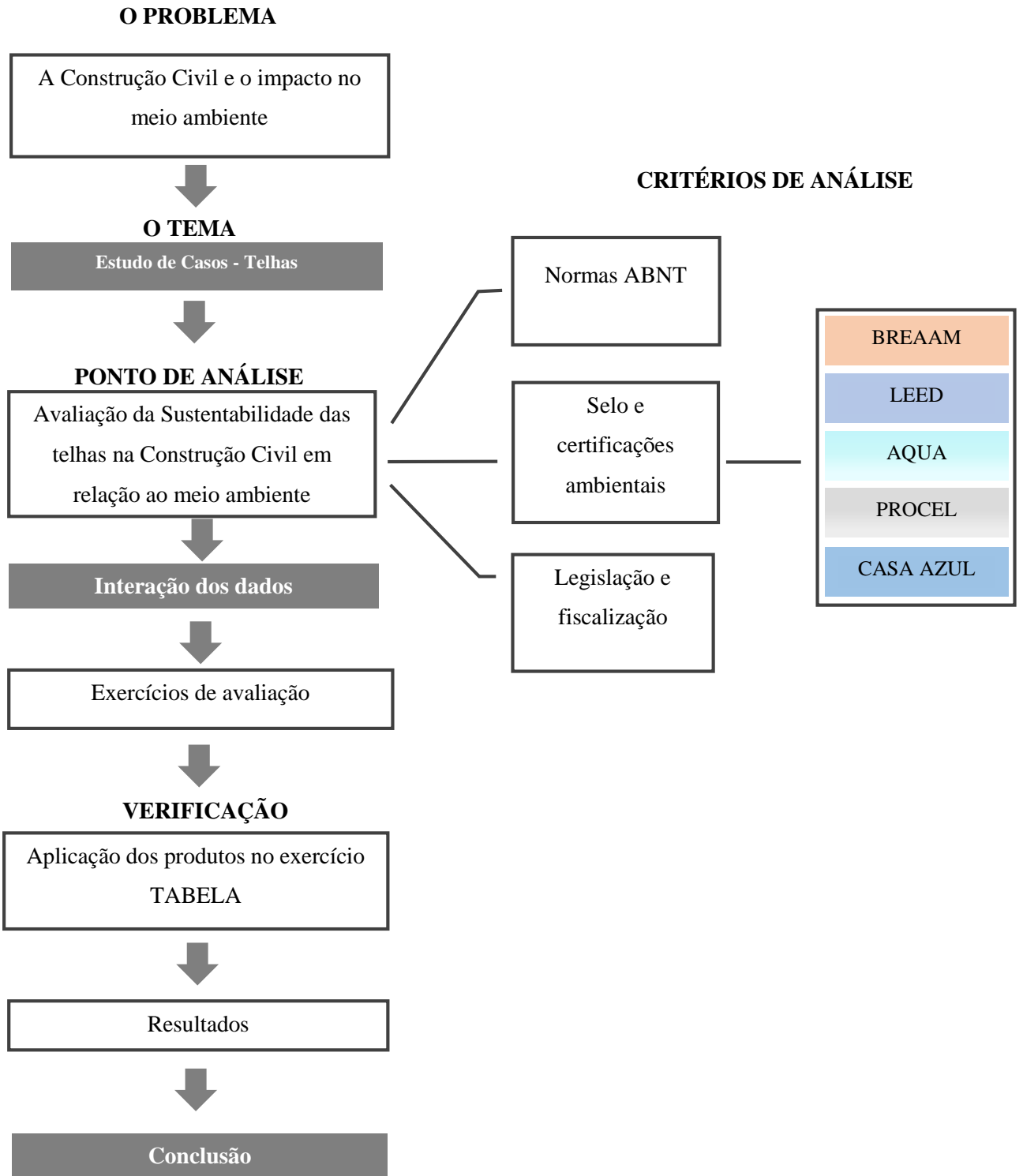
O Capítulo 2 mostra o levantamento dos tipos de telhas a serem estudados, especificando e exemplificando cada um, para que se possa mais adiante, pontuar as mais apropriadas à redução do impacto ambiental.

No Capítulo 3, é realizada a apresentação de alguns dos sistemas que têm sido mais utilizados na avaliação da sustentabilidade na construção, principalmente na área habitacional. Esta parte constitui a base do desenvolvimento da metodologia de avaliação da sustentabilidade apresentada e engloba, entre outros, a apresentação das principais metodologias de avaliação e certificação da sustentabilidade de edifícios que são utilizadas internacionalmente. É neste capítulo que estudamos os critérios de avaliação das telhas.

No capítulo 4, justificamos a escolha de cada selo ecológico e certificações para análise das telhas selecionadas e, após compilação das certificações e selos de avaliação da sustentabilidade, uma análise comparativa destes selos e das telhas, tendo como fator final o exercício onde mostra os critérios adotados.

No Capítulo 5, teremos os resultados da aplicação das telhas selecionadas no exercício de avaliação de sustentabilidade e apresentamos a conclusão da dissertação.

ESTRUTURA DE PESQUISA



CAPÍTULO 1

FUNDAMENTAÇÃO E OBJETIVOS: A SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL

Atualmente, a construção civil vem vivendo uma época em que a atenção com as demandas da sociedade na qual está inserida tem um crescente apelo sustentável. O cuidado com o meio ambiente está ocupando, gradativamente, cada vez mais espaço nas preocupações de técnicos da área de construção civil no país e no mundo e de seus dirigentes.

Sabemos que a interferência do homem na natureza dá-se desde o neolítico, quando era retirado dela o seu sustento e seu conforto material.

No livro “A Civilização do Ocidente Medieval”, de Jacques Le Goff - 1995: “[...] Mas esta exploração devastadora do espaço era também destruidora de riquezas. Ora, o homem era então incapaz de reconstruir as riquezas naturais que destruía, ou incapaz de esperar que se reconstituíssem naturalmente”.

Segundo Mateus (2009), a aplicação de práticas mais sustentáveis na construção, nomeadamente mais compatíveis com a dimensão ambiental, não é recente. Existem indícios documentados, que remontam à Antiguidade Clássica, onde se referem às ligações entre os meios natural e artificial. Este conceito foi abordado pelo arquiteto e engenheiro romano Vitruvius (séc. I a. C.), no seu tratado de arquitetura, através de certas recomendações acerca de temas como a localização, orientação e iluminação natural dos edifícios.

Mas foi a partir de meados do século XX que começaram as interações entre economia, ambiente e bem-estar social. Os primórdios das discussões sobre questões ambientais vieram com as conversas sobre a questão da energia, impulsionadas pela falta do petróleo. Durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Meio Ambiente que aconteceu em Estocolmo em 1972, ficou claro que, além do desenvolvimento econômico, era necessário dar ênfase à questão ambiental, principalmente na temática “construção civil”, que também esteve presente em duas outras conferências das Nações Unidas, uma no Rio de Janeiro em 1992, e a outra em Johannesburgo, em 2002. Mas foi na conferência do Rio de Janeiro (RIO 92) que o conceito de “construção sustentável” ganhou atenção. Foi ali que se desenvolveu o conceito de uma nova estratégia ambiental, na qual seu direcionamento era adaptar as recentes construções ao meio ambiente, como pode ser observado na Figura 1.1 que apresenta uma trajetória global no que se refere à sustentabilidade.

Sendo assim, foram elaboradas as orientações para estratégias locais e nacionais na construção e foi enfatizada a constatação que, se por um lado se assistia ao crescimento exponencial do consumo energético no setor dos edifícios, por outro continuava a assistir à falta de adequação da arquitetura ou do projeto dos edifícios e do desenho e planejamento urbano às condições climáticas locais. (MATEUS, 2009)

Mantendo o raciocínio, Blumenschein (2004) constata:

Se de um lado a Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC) causa impacto negativo no meio ambiente, por outro ela possui um importante papel na economia e no desenvolvimento social.

O produto principal desta cadeia é resultado de um processo complexo de produção, que envolve um grande número de agentes. (p.10).

Desta forma, estabelece-se o paradoxo do crescimento econômico e da consequente degradação ambiental. Estatísticas apontam que em centros urbanos com mais de 500.000 habitantes, os processos construtivos são responsáveis por 40% a 70% do volume dos resíduos sólidos urbanos. Dificultando mais ainda esta situação, a tradicional teoria econômica tende a valorizar monetariamente os recursos escassos, o que gera um grande conflito com a visão ecológica. (BLUMENSCHHEIN, 2004)

Na figura abaixo, tem-se um cronograma das pessoas, eventos, acordos e estratégias que construíram a trajetória global em nome da sustentabilidade.

TRAJETÓRIA GLOBAL EM NOME DA SUSTENTABILIDADE	
1962 – O livro <i>Silent Spring</i> (Primavera Silenciosa), da investigadora americana Rachel Carson, desafia o governo americano e os agrônomos ao apresentar os perigos do uso indevido de pesticidas.	1985 – Cientistas americanos e ingleses descobrem o buraco na camada de ozônio sobre a Antártica.
1968 – Na conferência intergovernamental para uso racional e conservação da Biosfera, promovida pela UNESCO, surgem as primeiras discussões acerca do desenvolvimento ecologicamente sustentável.	1986 – Acidente nuclear de Chernobyl, Ucrânia, ex URS. A cidade é evacuada e uma poeira radioativa cobre a Europa. É relançada a discussão acerca das fontes energéticas.
1969 – É criada nos EUA a O.N.G. “Amigos da Terra” que tem como objetivos a preservação da degradação do meio ambiente, preservação da	1987 – Publicação do relatório “Nosso Futuro Comum” ou relatório de “Brundtland” pela Comissão Mundial sobre o meio Ambiente e

<p>biodiversidade e salvaguardar a participação dos cidadãos nas tomadas de decisão.</p>	<p>desenvolvimento, que cria e define pela primeira vez o conceito “Desenvolvimento Sustentável”.</p>
<p>1970 – É comemorado o primeiro dia da terra nos EUA. Reúne cerca de 20 milhões de pessoas em manifestações pacíficas pela defesa do meio ambiente.</p>	<p>1988 – O seringueiro e sindicalista Chico Mendes, que lutava contra a destruição da floresta amazônica, é assassinado. Os investigadores passam a estudar e alertar a comunidade, através de imagens de satélites, para a destruição acelerada a que este pulmão mundial tem sido submetido. No mesmo ano é estabelecido o painel Intergovernamental sobre a Mudança Climática (IPCC), para avaliar as informações científicas, técnicas e sócio-econômicas mais atualizadas sobre o assunto.</p>
<p>1971 – É criada no Canadá a famosa O.N.G. “Greenpeace” como uma agenda agressiva contra os impactos ambientais. No mesmo ano, o investigador René Dubos e a economista Barbara Ward lançam o livro “Uma Terra Somente”, sobre o impacto da atividade humana na biosfera.</p>	<p>1992 – Tem lugar no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e desenvolvimento (Unced), a Eco-92. Dela resulta a Agenda 21, que estabelece um novo padrão de desenvolvimento ambiental. Também são assinadas a Convenção da Biodiversidade e a Convenção de Mudanças Climáticas.</p>
<p>1972 – A Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano realizada em Estocolmo, na Suécia, leva à criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (U.N.E.P.). No mesmo ano, a organização internacional “Clube de Roma” que discute os problemas mundiais lança o polémico livro “limites do Crescimento”, que prevê consequências desastrosas se o ritmo de crescimento dos países ricos não for desacelerado.</p>	<p>1994 – Charles Kubert define pela primeira vez o conceito de “construção sustentável” como a criação e manutenção responsáveis de um ambiente construído saudável, baseado na utilização eficiente de recursos e em princípios ecológicos.</p>
<p>1973 – Tem início a crise petrolífera que viria a impulsionar o debate acerca dos limites do</p>	<p>1996 – A Assembleia Geral da ONU estabelece os objetivos de desenvolvimento do Milênio.</p>

crescimento econômico e a utilização eficiente dos recursos energéticos.	
1978 – O superpetroleiro Amoco Cadiz naufraga e derrama 227mil toneladas de crude no mar da costa francesa. É o maior derramamento de petróleo da história. No mesmo ano a OCDE relança a investigação das ligações entre o desenvolvimento econômico e o ambiente.	2000 – A norma ISSO 14001 é adotada como padrão internacional para a gestão ambiental de empresas.
1980 – O relatório Global 2000, encomendado pelo presidente dos EUA Jimmy Carter, afirma pela primeira vez que a biodiversidade é fundamental para o funcionamento do ecossistema planetário.	2005 – O Protocolo de Quioto entra em vigor, obrigando países desenvolvidos a reduzir a emissão de gases que provocam o efeito de estufa e estabelecendo o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo para os países em desenvolvimento.
1982 – A Carta Mundial para a Natureza das Nações Unidas adota o princípio de que os ecossistemas e organismos devem ser geridos de modo a manter uma produtividade sustentável.	2007 – O painel Intergovernamental sobre a Mudança Climática (IPCC) divulga o relatório mais dramático sobre o aquecimento global até 2100. O filme Uma Verdade Inconveniente, dirigido por Davis Guggenheim e protagonizado pelo ex-presidente dos EUA, Al Gore, ganha Oscar de melhor documentário. O IPCC e Al Gore são galardoados com o Prêmio Nobel da Paz.
1984 – A conferência internacional “Ambiente e Economia” promovida pela OCDE concluem que o ambiente e a economia são interdependentes. Nesta conferência foram lançadas as bases para o relatório “Nosso Futuro Comum”.	

Figura 1.1 – As pessoas, os eventos, os acordos e as estratégias que construíram a trajetória global em nome da sustentabilidade

Fonte: MATEUS, 2009.

O setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. O Conselho Internacional da Construção – CIB aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Tais aspectos

ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente, sendo estes considerados os maiores consumidores de recursos, energia e materiais do planeta. Como exemplo, Keeler e Burke (2010) citam que nos Estados Unidos, as edificações respondem por 48% do consumo total de energia e 73,1% do consumo de eletricidade. Elas são responsáveis por 30% das emissões de gases de efeito estufa e consomem 12% da água potável do país.

Na eterna busca de minimizar os impactos ambientais provocados pela construção, aparece o paradigma da construção sustentável. No âmbito da Agenda 21 para a construção sustentável em países em desenvolvimento, tem sua definição como: “um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica”.

Este termo “construção sustentável” é o que melhor expressa os aspectos ambientais, econômicos e socioculturais de um edifício no contexto da sua comunidade (KIBERT, 2005).

Para Mateus (2009), no contexto do desenvolvimento sustentável, o conceito transcende a sustentabilidade ambiental para abraçar a sustentabilidade econômica e social, que enfatiza a adição de valor à qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades. A construção sustentável é a resposta do mercado da construção às metas e objetivos definidos para o desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento sustentável foi até agora definido de diferentes modos, mas a definição mais consensual é aquela que consta no Relatório de Brundtland (WCED, 1987): “entende-se por desenvolvimento sustentável o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de gerações do futuro satisfazerem suas próprias necessidades”.

Os desafios para a indústria da construção civil são diversos, porém, em suma, consistem na redução e aprimoramento do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Para tanto, é necessário mudar os conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, como a redução das demolições, buscando soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis e propiciando a gestão ecológica da água. Reduzir o uso de materiais com alto impacto ambiental e dos resíduos da

construção, utilizar modulação de componentes para diminuir perdas e especificações que permitam a reutilização de materiais são outros desafios a serem seguidos. Além disso, a construção e o gerenciamento do ambiente devem ser encarados dentro da perspectiva de ciclo de vida.

Usando o recurso de construção sustentável, arquitetos da Universidade de Cambridge na Grã-Bretanha apresentaram uma casa de carbono zero. Com o design econômico e de fácil construção, a casa é em forma de arco, sendo basicamente uma câmara de 20 metros coberta com vegetação. O interessante é a adaptação de uma técnica medieval que utiliza tijolos finos para criar construções leves e duráveis, conforme figuras 1.2, 1.3 e 1.4 abaixo:



Figura 1.2 – Vista Interna 1 da residência ecológica em Saplehurst, Grã-Bretanha.



Figura 1.3 – Vista Interna 2 da residência ecológica em Saplehurst, Grã-Bretanha.



Figura 1.4 – Fachada Frontal da residência ecológica em Saplehurst, Grã-Bretanha.

Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2009/02/090218_casaverde_aw.shtml>. Acesso em 17 set. 2014.

Desta maneira, a casa adquire resistência estrutural e, ao mesmo tempo, evita a utilização de materiais que consomem muita energia na sua produção, como o concreto armado. Sua estrutura também propicia uma grande quantidade de massa térmica, permitindo que a casa retenha calor e absorva flutuações de temperatura, reduzindo assim o uso de sistemas de aquecimento e resfriamento. É utilizado também como isolante térmico, o jornal reciclado. “A construção mostra como o design contemporâneo pode promover materiais locais e integrar novas tecnologias para produzir um prédio altamente autossustentável”, informa o arquiteto responsável pelo projeto, Richard Howkes.

O Ministério do Meio Ambiente em sua página mma.gov.br, nos mostra pesquisas que as tendências atuais em relação ao tema da construção sustentável caminham em duas vertentes. Por um lado, os centros de pesquisa em tecnologias alternativas pregam o resgate de materiais e tecnologias vernáculos com o uso da terra crua, da palha, da pedra, do bambu, dentre outros materiais naturais e pouco processados a serem organizados em eco vilas e comunidades alternativas. Por outro, empresários apostam em "empreendimentos verdes", com as certificações, tanto no âmbito da edificação quanto no âmbito do urbano. Porém, vários

edifícios rotulados como verdes refletem apenas esforços para reduzir a energia incorporada e são, em muitos outros aspectos, convencionais, tanto na aparência quanto no processo construtivo. Além disso, faz-se necessário o questionamento sobre os benefícios que um selo desenvolvido para outra realidade pode trazer, especialmente para países como o Brasil que ainda não resolveram seus problemas mais básicos como pobreza e desigualdade social.

Dentro da nossa realidade, a Constituição Federal de 1988 tenta, sem muito sucesso, conciliar o desenvolvimento econômico e preservação ambiental, estabelecendo no Art. 255 que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo para as gerações presente e futuras, o que não acontece na prática. O governo brasileiro hoje possui grande potencial de atuação na temática das construções sustentáveis. Podem ser introduzidas e fomentadas boas práticas por meio da legislação urbanística e código de edificações, criando incentivos tributários e convênios com as concessionárias dos serviços públicos de água, esgoto e energia. Porém, nem mesmo as nossas leis ambientais trazem medidas consideráveis para a opinião dos ambientalistas que estão de forma constante com a bandeira que defende a natureza nas mãos.

Segundo Lannoy (2013), a agilidade no processo de elaboração e implementação de Leis Federais que regulamentem o uso consciente dos recursos naturais e os produtos que refletem essa preocupação seriam de fundamental importância para o sucesso dessas medidas. É o que se tem buscado no campo da construção com a etiquetagem de edifícios, a exemplo do que já acontece de maneira eficaz nos eletrodomésticos e lâmpadas através dos selos do INMETRO e do PROCEL.

Estudando o meio ambiente (meioambiente.culturamix.com), vimos que no Brasil, grande parte do meio urbano não possui traços sustentáveis ainda. Esse desordenamento vem desde a segunda metade do século XX, quando ainda não havia preocupação com a maneira qualificada com os conceitos de sustentabilidade. O Brasil, país que deveria ser o líder em busca de maior sustentabilidade por ser detentor das maiores riquezas tropicais do mundo, está longe de ser considerado como nação sustentável.

Pesquisas feitas mostram que há um aumento de cerca de 5% nos gastos no processo de construção caso sejam feitos investimentos em sustentabilidade, contudo, a economia a médio e longo prazo, que gira em torno de 30% nos gastos com água e energia, compensa os gastos

extras. Esses gastos a mais na construção civil assustam os empreendedores e proprietários que não conseguem visualizar a economia das edificações ao longo dos anos. (BEZERRA NETO).

Para contribuir com tais iniciativas, o EIA (Estudo de Impacto Ambiental - BA) constatou alguns princípios básicos como a formação de um conjunto de prescrições adequadas à realidade brasileira abrangendo aspectos urbanísticos e edílios. Para o urbanismo sustentável, recomenda-se: adaptação à topografia local, com redução da movimentação de terra; preservação de espécies nativas; previsão de ruas e caminhos que privilegiem o pedestre e o ciclista, buscando mantê-las limpas, seguras, arborizadas e com pouco ruído, tendo calçadas amplas, com iluminação adequada e que contemplem a acessibilidade universal; previsão de espaços de uso comum para integração da comunidade, tendo nesse conceito, a busca do uso combinado e mútuo das diversas funções da cidade, como moradia, comércio, escritórios, lazer e educação, no mesmo espaço; e, preferencialmente, de usos do solo diversificados, minimizando os deslocamentos, reduzindo engarrafamentos, poluição, estresse e melhorando a qualidade de vida dos habitantes. Neste último princípio, observamos no quesito “transporte” analisado para qualificar os materiais de construção, principalmente as telhas, objeto deste estudo.

Quando falamos em uma cidade sustentável, devemos citar o convívio de pessoas de diferentes classes sociais, idades, culturas e raças, criando uma diversidade de moradores. Desta forma, promove-se uma variedade de ideias e necessidades que ampliam as alternativas de relacionamentos e viabilizam inúmeros aspectos da vida urbana com qualidade social. O cuidado com a densidade e a concentração de pessoas na cidade é de suma relevância para a preservação ambiental, já que proporciona um melhor desempenho energético, reduz a emissão de gases nocivos, otimiza o transporte público e as redes de água, energia e telefone, além de reduzir o uso de terrenos com edificações. Segundo esse conceito, a densidade ideal seria entre 400 a 800 habitantes por hectare.

Ainda sobre os aspectos urbanísticos, a utilização de luz natural, ar fresco e limpo circulando pelas construções convenientemente dispostas entre ruas, parques e praças traz uma harmonia entre natureza e amenidades urbanas. Estes aspectos urbanos devem ser estudados ainda na concepção do projeto. O planejamento prévio traz o equilíbrio entre áreas verdes e áreas construídas, mantendo o sombreamento com árvores ao longo das calçadas proporciona conforto e contemplação, evitando as ilhas de calor. O modelo de urbanismo sustentável preza pela construção de edificações projetadas e erguidas com o emprego de materiais e técnicas

(Figuras 1.5, 1.6 e 1.7) que reduzem o impacto ambiental, o consumo de energia e a geração de gases do efeito estufa, tendo como exemplo as figuras abaixo.



Figura 1.5 – Animação gráfica de urbanismo sustentável.



Figura 1.6 – Animação gráfica de urbanismo sustentável.



Figura 1.7 – Animação gráfica de urbanismo sustentável.

Disponível em: <<http://meioambiente.culturamix.com/recursos-naturais/urbanismo-sustentavel-dicas-e-significado>>. Acesso em 18 set. 2014.

No que concerne à edificação, são essenciais: a adequação do projeto ao clima do local, minimizando o consumo de energia e priorizando as condições de ventilação, iluminação e aquecimentos naturais, utilizando coletores solar térmicos para aquecimento de água, aproveitando a energia eólica para bombeamento de água e o uso de energia fotovoltaica, com possibilidade de se injetar o excedente na rede pública. Um bom exemplo dessa técnica é a economia feita pelo projeto Tamar- Praia do Forte- BA, onde a energia gerada através de placas coletoras é utilizada em todo o complexo e os excessos disponíveis para a rede pública da cidade. Sobre águas e esgotos, é interessante prover a coleta e utilização de águas pluviais, utilizando de dispositivos economizadores de água, reuso de águas, tratamento adequado de esgoto no local e, quando possível, o uso do banheiro seco. Dar atenção para a orientação solar adequada, evitando a repetição do mesmo projeto em orientações distintas; utilizar cobertura verde como opção de envoltória.

O Código de Edificações do DF e a NBR 9050 já exigem como obrigatoriedade nos projetos comerciais e outras edificações como escolas, hotéis e escritórios, a previsão de requisitos de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida. Essas exigências já fazem parte de um mecanismo de avanços dos projetos sustentáveis.

Um dos grandes desafios na construção civil para preservação dos impactos ambientais é a escolha dos materiais de construção. Nesta etapa, é importante observar e determinar a utilização de materiais disponíveis no local, pouco processados, renováveis, não tóxicos, potencialmente recicláveis, culturalmente aceitos, propícios para a autoconstrução e para a construção em regime de mutirões, com conteúdo reciclado. Além disso, deve-se evitar sempre

o uso de materiais químicos à saúde humana ou ao meio ambiente, como amianto, clorofluorcarbonos (CFC), hidroclorofluorcarbonos (HCFC), formaldeído, policloreto de vinila (PVC), tratamento de madeira com arseniato de cobre cromatado (CCA) ou celcure, entre outros. Com uma boa especificação dos materiais de construção, o sucesso de uma edificação sustentável é garantido. Esta escolha de materiais de baixo impacto ambiental irá trazer, a longo prazo, a minimização das agressões ao meio ambiente. As Figuras 1.8, 1.9 e 1.10 apresentam um exemplo de edificações sustentáveis.

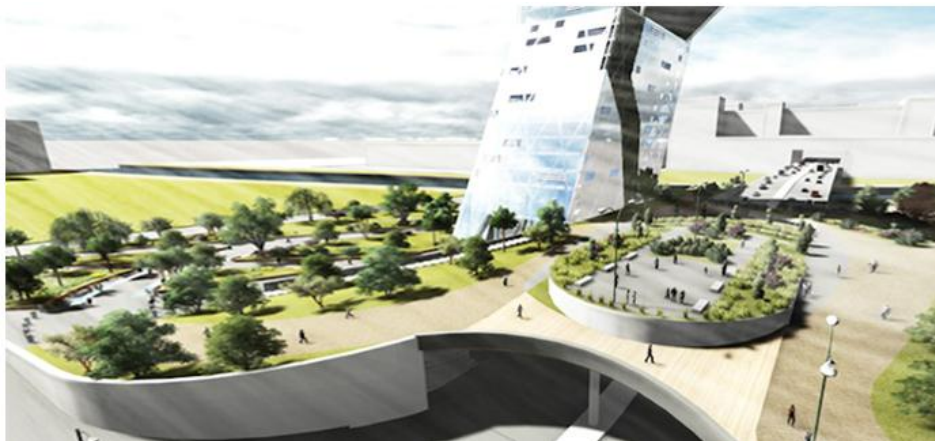


Figura 1.8 – Animação gráfica de edificação sustentável.

Disponível em: <<http://www.divex.com.br/imobi/index.php/2011/06/07/arquitetura-sustentavel/>>. Acesso em 18 set. 2014.



Figura 1.9 – Animação gráfica de edificação sustentável.



Figura 1.10 – Animação gráfica de edificação sustentável.

Disponível em: <<http://www.divex.com.br/imobi/index.php/2011/06/07/arquitetura-sustentavel/>>. Acesso em 18 set. 2014.

Conforme a Lei nº 12.305 de 02/08/10 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o Ciclo de Vida dos Produtos (ACVP) é uma série de etapas que envolvem o desenvolvimento, o consumo e a disposição final (LANNON, 2013).

Para Blumenschein (2004), o Ciclo de Vida dos Produtos (ACVP) permite o desmembramento do processo de produção em estágios (Figura 1.11) e, entendendo que a qualidade ambiental é resultado do processo global e complexo, seus impactos são avaliados

um a um. Entretanto, a mudança de mentalidade e de hábitos de fabricantes e consumidores permitirá uma maior aproximação de um ideal, em um mundo industrializado que pretenda manter seu padrão de vida. Esta é uma ferramenta de grande utilidade na especificação de materiais visando analisar os impactos ambientais que a indústria da construção civil traz ao meio ambiente, priorizando o pensamento sustentável.



Figura 1.11 – Quadro de prioridades a serem consideradas no desenvolvimento de um projeto.

Fonte: MATEUS, 2009.

1.1 Materiais sustentáveis de construção

Um dos primeiros tópicos a se pensar na elaboração de um projeto arquitetônico ecologicamente correto é o uso de materiais de construção alternativos, que possam minimizar os impactos ao meio ambiente.

Dentre esses materiais alternativos, podemos citar o Bambu. O Bambu é uma matéria prima altamente sustentável, pois é abundante e renovável. Como tem sua velocidade de crescimento acelerada, pode ser colhido anualmente sem prejuízos à natureza. Ainda tem um elevado potencial de armazenar carbono. Essa característica de retenção de carbono é um fator que pode interessar empresas de variados setores a entrar nesse ramo de atividade. Por ser uma planta flexível e durável, a variedade de uso do bambu é enorme. Para áreas externas, por exemplo, pode ser usado como: sombreamento, quebra-vento, proteção contra a erosão e drenagem. Também tem sua utilidade em estruturas como vigas, pilares e telhado, tendo um tratamento específico que o esterilize contra pragas, estenda a durabilidade e de fácil manutenção. Já em áreas internas, seu uso pode ser na área de decoração, sendo utilizado como revestimento de paredes ou pisos, pois requer pouca manutenção, é durável e resistente, além

de belo ou até mesmo artesanatos. A sua utilização na construção civil não surgiu com essa ênfase à sustentabilidade atual. Em países asiáticos e americanos, como China, Japão, Índia, Equador e Colômbia, a técnica já é bem desenvolvida e utilizada inclusive para edifícios de pequeno porte e pontes. No caso do Brasil (Figura 1.12), a situação é um pouco distinta. Essa cultura precisa ser difundida primeiramente para após ter a criação de um material didático para difundir as técnicas de utilização e treinamento da mão-de-obra. (Disponível em www.ecodesenvolvimento.org). Mas essa realidade está mudando após a aprovação da Lei Federal nº 12.484 de 08 de setembro de 2011, que trata da Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu (PNMCB). Esta Lei tem como objetivo o desenvolvimento da cultura do bambu no Brasil por meio de ações governamentais e de empreendimentos privados.



Figura 1.12 – Projeto residencial do arquiteto colombiano Simon Velez, localizada no sul da Bahia.

Disponível em: <<http://arquiteturaesustentabilidade.wordpress.com/2012/11/14/o-bambu-como-alternativa-na-construcao/>>. Acesso em 22 set. 2014.

Outro material alternativo é a tinta ecológica, que utiliza de pigmentos naturais (Figura 1.13), como minerais e vegetais. A tinta com pigmentos minerais é feita à base de terra crua e emulsão aquosa. Sua matéria prima é retirada de jazidas certificadas. Essa tinta não agride o meio ambiente, pois não possui nenhum tipo de Composto Orgânico Volátil (COVs – considerado um poluente perigoso), nem biocidas, estabilizantes ou corantes. A tinta com pigmentos vegetais é à base de insumos animais (como a caseína, que é um ligante extraído do leite da vaca), ainda sendo vendidas em embalagens reutilizáveis ou recicláveis. A Tinta Natural é durável, lavável e não descasca com a umidade. São as melhores quanto à saúde do morador e das habitações, pois permitem que ocorra a difusão do vapor d’água (que a parede respire) e, como são alcalinas, não permitem que fungos e microrganismos se instalem na casa. Para ser

classificada como ecológica, a tinta deve ter seu ciclo de vida avaliado, incluindo dispêndio energético, uso, consumo de água, efluentes gerados, embalagens, descarte e reciclagem de materiais e insumos. A quantidade de solventes e produtos de limpeza que se gastam dentro da fábrica para limpar os próprios recipientes em que se produzem as tintas é considerada para se certificar uma tinta como ecológica. E, em tese, hoje se sabe que só existe um solvente de tipo ecológico: a água.



Figura 1.13 – Pigmentos naturais usados nas tintas ecológicas.

Disponível em: <<http://www.embarro.com/embarro-introducao.html>>. Acesso em 22 set. 2014.

Outra ideia de materiais ecológicos é o uso da madeira plástica, que, conforme observado nas Figuras 1.14 e 1.15, têm diferentes especificações e usos. Segundo o Wikipédia:

Madeira plástica (do **inglês** *Wood-plastic composites* (WPC)) é um tipo de material composto de fibra de madeira/serragem de madeira e de termoplástico(s) (inclui **PE**, **PP**, **PVC** etc). Matéria-prima 100% reciclada. Polímeros mais fibras naturais conferem alta resistência e durabilidade aos perfis pultrudados. O material utiliza de 30 a 40% de polímeros (PE e PP de alta densidade) e 60 a 70% de fibras orgânicas descartadas pelas indústrias do agronegócio, alimentícia e outras. Material não racha, é impermeável e não gera subprodutos ou resíduos na fabricação. Pode ser trabalhado de maneira similar à madeira tradicional.

É uma opção sustentável para ter seu uso em ambientes externos como decks, piers e outros. Esse material é altamente resistente à corrosão de intempéries e é imune à pragas, cupins, insetos e roedores. Apesar da aparência lembrar muito a madeira comum, sua fabricação é feita com diversos tipos de plásticos reciclados e resíduos vegetais de agroindústrias. Além de decks, piers, assoalhos em geral e revestimentos de fachadas e paredes, esse material pode

ser amplamente utilizado em objetos de uso diário e decoração, como mesas, bancos, lixeiras, guarda-copos e outros. A **Madeira Plástica** não empena, não racha e não solta farpas, como a madeira comum. Além disso, não absorve umidade e, portanto, não cria fungos nem mofo. Também não precisa de pintura ou qualquer outra manutenção.



Figura 1.14 – Uso da madeira plástica em fachadas. Projeto de Tatiana Terry e Luciano Alvarez. Residência localizada na Serra Fluminense.

Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materia/casa-sustentavel-osb-madeira-plastica#12>>. Acesso em 22 set. 2014.



Figura 1.15 – Uso da madeira plástica em fachadas e deck. Imagem ilustrativa feita pela Madeplast.

Disponível em: <<http://webjornalismoup.wordpress.com/2011/03/31/empresa-incubada-na-up-fabrica-madeira-plastica/>>. Acesso em 22 set. 2014

ESTUDO E LEVANTAMENTO DAS TELHAS

O processo de especificação de materiais com baixo impacto ambiental possui uma abordagem multifacetada, onde o profissional se depara com uma quantidade grande de informações pouco objetivas e/ou direcionadas. Muitas vezes é obrigado a recorrer a consultores do próprio selo ou certificação para entender os procedimentos obrigatórios de como alcançar a pontuação desejada (LANNON, 2013).

Segundo a Norma de Desempenho NBR 15.575, não há distinção entre materiais ruins ou bons, mas sim materiais com características próprias que devem ser levadas em conta na escolha e no momento da aplicação. Não entram em consideração as deficiências de fabricação e as falhas causadas pelos materiais decorrentes da inadequação do uso e sua especificação. Na busca constante da sustentabilidade, o ciclo de vida dos produtos ganha espaço cada vez maior no mercado construtivo quanto à durabilidade, a menor exploração de recursos naturais renováveis ou não, o menor consumo de água e de energia e o menor teor de poluentes gerados nas fábricas e no transporte das matérias-primas e dos produtos.

Para certificar se o material é ecologicamente correto ou se causa menos impacto ao meio ambiente, é necessário verificar se a matéria-prima é virgem ou reciclada, se é um recurso renovável ou não e como essa matéria-prima é extraída da natureza. Deve-se ter a preocupação de como foi feito o processo produtivo do material, se houve baixo consumo de energia e de água e se o processo de fabricação é poluente do ar, água, terra ou som. É ainda importante averiguar que tipo de resíduo é gerado na produção do material e se sua manutenção e instalação também geram resíduos. A partir desta etapa, faz-se necessário examinar a logística da distribuição do produto, inclusive se a embalagem de transporte possui potencial de reciclagem ou reuso. E para finalizar, verificar a certificação (ISO 14001) ou selo de avaliação e qualificação.

Neste capítulo apresentamos um levantamento das telhas analisadas e avaliadas dentro da qualificação dos selos.

2.1 Telhas Fotovoltaicas

A transferência e conversão de energia estão envolvidas nos três modos de transmissão de calor: condução, convecção e radiação (Figura 2.1). Nestes processos, os fluxos sempre

ocorrem devido à diferença de temperatura (do maior para o menor valor), o que define o calor sensível. Quando ocorre uma mudança de estado, observa-se o que é denominado calor latente (nos processos de evaporação e condensação). Dentre estes, a condução e radiação devem ser classificadas como processos de transmissão de calor, pois estes dois mecanismos dependem para sua operação da mera existência de uma diferença de temperatura.

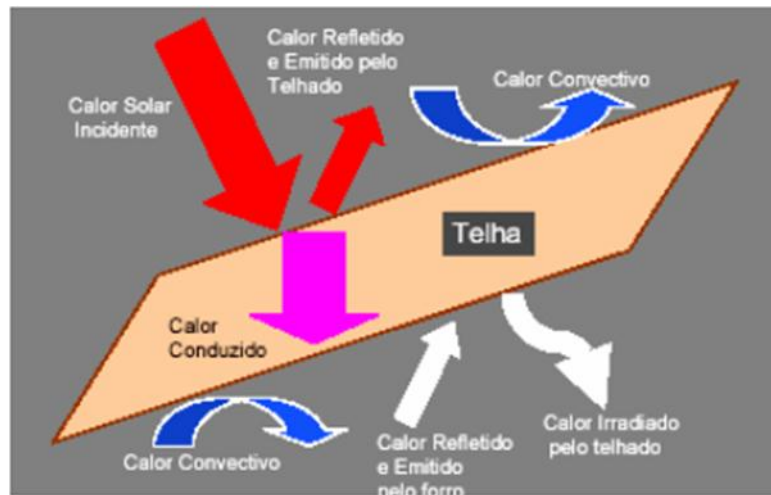


Figura 2.1 – Representação das trocas de calor de um telhado.

Fonte: PERALTA, 2006

Os processos de transmissão de calor, na prática nunca ocorrem separados, pois sempre há simultaneidade entre dois ou três destes fenômenos. A intensidade de qualquer processo de transferência de calor pode ser mensurada tanto como fluxo de calor, quanto como densidade do fluxo de calor (PERALTA, 2006).

Para aproveitar a incidência do calor das telhas e transformá-las em produtoras de energia, a utilização das telhas fotovoltaicas hoje, é uma boa opção na troca dos painéis solares. As telhas fotovoltaicas têm o mesmo aspecto que as telhas cerâmicas tradicionais, com a diferença de integrarem mini-painéis solares na parte lisa. Desta forma, os telhados podem produzir energia. Esse tipo de telha está ganhando cada vez mais espaço no mercado construtivo, especialmente em países como a Itália, onde os centros históricos das cidades têm muitas regras de preservação, o que impede a construção de grandes painéis fotovoltaicos. (24arquitectura.blogspot.com.br). As telhas fotovoltaicas podem contornar o problema estético das placas e são feitas de argilas naturais sem aditivos. Mesmo em telhados pré-existentes, consegue-se fazer a substituição das telhas comuns pelas fotovoltaicas, desde que sejam do mesmo modelo, bastando interligar as conexões em série, paralelo ou série-paralelo por debaixo delas, com os condutores (fios) presos por presilhas plásticas nas ripas de madeira que as

sustentam. Em caso de dano, basta substituir a telha danificada, o que é uma operação fácil e de baixo custo, pela própria natureza modular do telhado tradicional. A cobertura é de uma área aproximada de 40m² gera cerca de 3kw de energia. (www.econodesenvolvimento.org).

Um telhado que atenda a função adicional de fornecimento de energia renovável é uma opção a se observar, pois tem uma considerável economia de energia e gás. O investimento pode ser alto a princípio (o que faz muita gente desistir do investimento inicial), mas após alguns meses, este custo se reduz a zero. Existe no mercado uma grande variedade de telhas solares que têm materiais que as tornam mais flexível e podem assumir qualquer forma. Um telhado completo ou parcialmente coberto com telhas solares pode satisfazer as necessidades de energia de uma residência.



Figura 2.2 – Telha solar fabricada pela empresa Solbravo – Curitiba.

Fonte: BODÃO, 2014.

A telha solar desenvolvida pela empresa brasileira Solbravo Desenvolvimento de Tecnologias Sustentáveis S/A é fabricada a partir de um composto polimérico, por um processo denominado *casting*. A composição da telha foi determinada a partir da variação do porímero base e de aditivos, como cargas, estabilizantes, protetores de radiação UVA, entre outros, obtendo-se assim um material com boas propriedades mecânicas e com resistência química ao intemperismo. O processo revelou-se economicamente viável e também permitiu a confecção de telhas solares nas mais variadas formas. A Figura 2.2 apresenta imagem de telhas modelo “plan”, na variação “capa”, à base de resina polimérica com módulos solares de silício monocristalino encapsulados. A combinação de várias dessas telhas ligadas em série permite que toda a área do telhado seja utilizada para a conversão da energia solar em elétrica. (Bodão, 2014). Na Figura 2.3, observa-se que as telhas repetem o mesmo padrão de ter a placa solar na base das telhas, podendo cobrir a metragem do telhado de acordo com as necessidades do proprietário.



Figura 2.3 – Telha solar fabricada pela Tegola Solare

Fonte: <www.ecodesenvolvimento.org>. Disponível em 25 out. 2015

2.2 Telhas de tetra pak

Considerando as telhas recicladas como uma forma de garantir sua segura inserção no mercado, é preciso conhecer suas características, para verificar seu desempenho em relação aos materiais convencionais, a fim de serem estabelecidos critérios e classificações adequadas.

A caixinha de leite Tetra Pak (Figura 2.4) é composta por três materiais: papel, polietileno e alumínio, nas proporções, em peso, de 75%, 20% e 5%, respectivamente, que se torna também em resíduo, podendo ser usada para fabricar telha cartonada. As embalagens cartonadas são constituídas por multicamadas de papel, plástico e alumínio e variam em tamanho, forma e maneira de abertura, as quais são escolhidas de acordo com o produto a ser envasado. Em sua constituição, o papel representa 75% em massa da embalagem, enquanto o alumínio e o plástico representam 5% e 20%. Esses materiais, dispostos em ordem determinada, passam por um processo de laminação, que consiste, simplificada, em realizar uma compressão sobre as folhas dos diversos constituintes. (JALES, 2013)

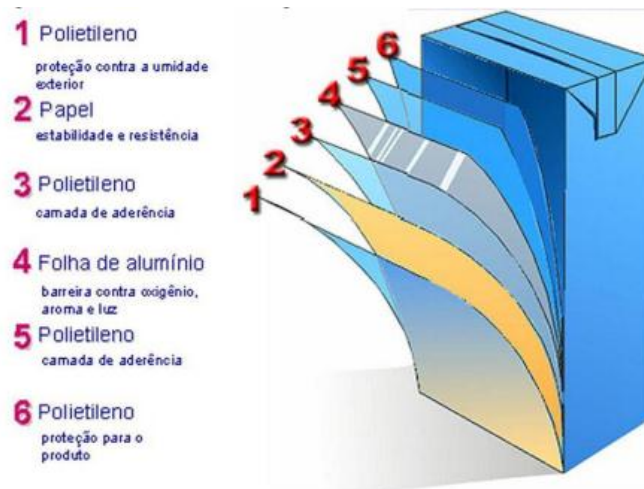


Figura 2.4 – Camada das embalagens Tetra Pak.

Fonte: JALES, 2013.

As telhas Tetra Pak (Figuras 2.5 e 2.6) têm como matéria-prima o polietileno e o alumínio, retirados destas embalagens a partir da reciclagem pós-consumo e são fabricadas por um processo que usa pressão e calor. A ideia de reciclagem das embalagens surgiu em 1999, que até então estava resumida a reutilização do papel, que era retirada pela indústria papelreira para a confecção de papelão ondulado e caixas. Tendo como base que a mistura de plástico e alumínio das embalagens é um material caro e resistente e, o Departamento de Meio Ambiente da Tetra Pak iniciou um estudo sobre as maneiras de prensar e transformar a mistura em placas rígidas, que poderiam ser aproveitadas na construção civil como tapumes, revestimentos, dentre outros. Logo surgiu a utilização do produto final polietileno-alumínio para produção de telhas, já que este não perde a sua capacidade de reciclagem. (Disponível em www.portal.rebia.org.br).



Figura 2.5 – Telha ecológica Tetra Pak

Fonte: <<http://www.ecopex.com.br/telhas-e-placas/telha-ecologica-tetra-pak/>>. Disponível em 02 out. 14.



Figura 2.6 – Telhado de Casa com Telha Tetra Pak.

Fonte: <http://fotos.habitissimo.com.br/foto/telhado-feito-com-telhas-de-embalagens-tetrapark_24144>. Disponível em 25 out. 15.

Por serem inquebráveis, estes produtos podem ser quase que cem por cento reaproveitados após retirados das reformas, pois mantêm suas condições originais de uso além

de não quebrarem no transporte pela sua alta resistência. Por não serem produtos biodegradáveis, agrega-se valor ecológico ao produto final o fato de a matéria-prima ser fruto de reciclagem ao invés de originar-se de fontes virgens. Desta forma, evita-se que toneladas de material plástico e alumínio sigam para aterros sanitários. Trata-se também de ser um produto ecológico por não ter em seu processo de transformação, nenhum tipo de efluente ou poluente atmosférico. Não é cancerígeno. Também não agride de outras formas a saúde de quem o produz, manuseia ou usa, pois é um material limpo e inodoro. Em um modo comparativo, as telhas com uso similar como as de amianto e fibrocimento chegam a alcançar a temperatura média de 65° Celsius. As telhas Polietileno-Alumínio são 40% menos quentes, chegando a alcançar a temperatura média de 39° Celsius, diminuindo a dispersão do calor para dentro do ambiente. Além disso, são mais baratas (cerca de 25%), resistentes, e duradouras.

Já em um estudo apresentado no 26° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Santa Catarina, foi realizada uma comparação entre a telha fabricada a partir de embalagens Tetra Pak e a telha de fibrocimento. Nota-se um aumento de temperatura da telha de fibrocimento em relação á telha de tetra pak.

Observou-se que o aumento de temperatura interna na célula teste coberta com a primeira telha foi de 5,50°C (de 21,90°C para 27,40°C) e na célula teste coberta com a segunda telha o aumento foi de 6,30°C. Isso demonstra uma diferença no aumento de temperatura de 0,80°C. A Figura 2.7 ilustra a diferença de temperatura entre as duas células teste. Isso mostra que apesar da telha de embalagens Tetra Pak ter apresentado apenas 66,67 % da espessura da telha de fibrocimento, essa obteve melhor desempenho no isolamento térmico. (<http://www.cabo.pe.gov.br/>)

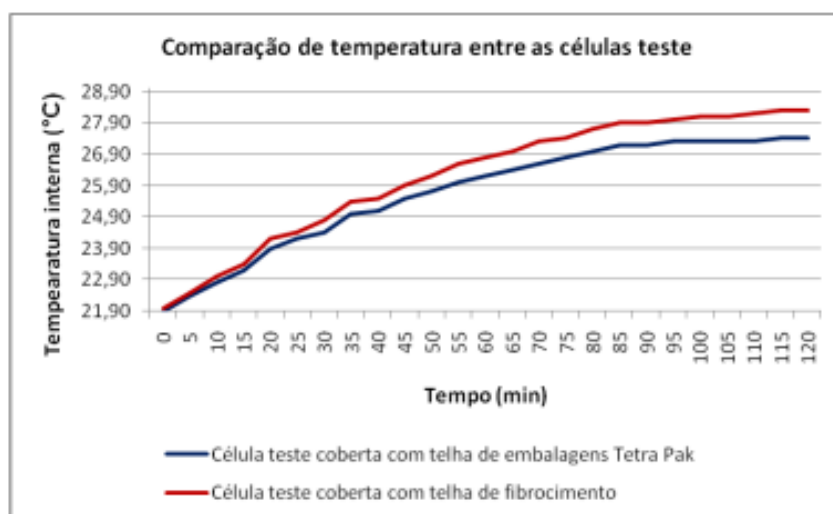


Figura 2.7 – Telha Tetra Pak/Telha de Fibrocimento- temperatura (conforto térmico)

Fonte: <<http://www.cabo.pe.gov.br/pners/CONTE%C3%9ADO%20DIGITAL/RECICLAGEM/PRODU%C3%87%C3%83O%20TELHAS%20-%20TETRA%20PAK%20E%20TUBOS%20DE%20PAS%20TA.pdf>>. Disponível em 25 out. 2015.

As telhas Tetra Pak têm algumas outras qualidades como a leveza, proporcionando economia na estrutura do telhado; são resistentes ao fogo e não propagam chamas; têm alta resistência à flexão; não propagam som; não danificam com chuvas de granizo; são resistentes a produtos químicos; têm fácil fixação de pregos, parafusos e rebites; podem receber pintura acrílica e ainda podem ser cortadas em todas as direções, o que reduz a produção de resíduos na obra.

2.3 Telha onduline de fibra vegetal

As telhas de fibras vegetais estão ganhando espaço no mercado por ser um produto de fácil aplicação, ecologicamente correto e de grande durabilidade. Podem ser feitas de fibras de não-madeiras como sisal, bananeira e coco e com fibras de madeiras como pinho e eucalipto. Também existem as produzidas com fibras vegetais de papel reciclado, como é o caso das telhas Onduline.

A Onduline é multinacional francesa fabricante de telhas de fibra vegetal, possui uma demanda de dois milhões de telhas ecológicas por ano. Por serem sustentáveis, a cada nove telhas fabricadas, uma árvore é poupada no processo. Há todo um trabalho na coleta de papel reciclado, coloração e impermeabilização até chegar à embalagem final. Para começar a fabricação das telhas, a empresa compra papel e papelão de cooperativas. Depois, dissolvem o material em água quente para extrair a fibra celulose. Após este processo, uma centrífuga tira as impurezas da massa para deixá-la lisa. Clips e grampos são descartados. A massa é esticada e exposta em uma esteira aquecida para eliminar qualquer vestígio de água na telha. Ao sair, uma camada de resina e pigmentação orgânica é aplicada ao material que, em seguida, passa por uma forma onde ganha as ondulações, regulares ou não. Após a secagem, a telha é cortada e impermeabilizada. Assim que o corte é feito, as telhas são mergulhadas em betume, que oferece impermeabilização, resistência e proteção UV, para manter a cor e evitar a descamação do produto. Através desse processo, passam a absorver apenas 0,0003% de água, mesmo sendo reciclada e com o peso muito leve: 3,9 kg/m². Após estarem secos, os produtos estão prontos para o consumidor. Essas telhas ecológicas duram em média 30 anos. A empresa atua na indústria de construção civil com produtos sustentáveis dentro do seu processo de produção, utilizando recursos que são reciclados e reaproveitados. Na fábrica, por exemplo, o consumo total de energia é de 2,8 Kwh por m² de telha (energia elétrica e gás natural). A água é reaproveitada, pois o circuito é fechado, havendo apenas a reposição do que é evaporado.

Conforme fabricante, algumas características das telhas de fibra vegetal são: leveza, resistência, baixa absorção térmica e acústica, fácil manuseio e instalação, impermeabilidade, flexibilidade e ainda é anticorrosiva. O custo dessas telhas é em torno de 10% mais caro que as de cerâmicas convencionais. Mas considerando o conjunto (estrutura e tempo de mão-de-obra), seu valor é inferior. Um bom comparativo entre as telhas ecológicas da Onduline com as telhas cerâmicas é que as telhas de barro consomem 58,90% a mais de materiais do que o telhado feito com o material ecológico. Já em relação às telhas de fibrocimento, o telhado consome em torno de 27,8% a mais de madeira e 1,3% a mais de materiais do que o telhado de telha ecológica.

As telhas Onduline ainda possuem o Selo ISO 9001 (norma de padronização e padrão de qualidade) e o Selo Verde (garantia de que o produto não agride as florestas tropicais).



Figura 2.8 – Telha ecológica Onduline.

Fonte: <<http://www.cliquearquitetura.com.br/portal/dicas/view/telhas-ecologicas/193>>. Disponível em 06 out. 14.

2.4 -Telha cerâmica vasatex e telha ecologic lux - pet

Existem várias empresas que fabricam telhas cerâmicas no Brasil. Há alguns anos, esse tipo de telha dominava o mercado da construção civil no aspecto de cobertura. Hoje, a tecnologia avançou e novas telhas surgiram - melhorando a qualidade e diversificando o mercado.

A telha cerâmica Vasatex é fabricada pela empresa Intercil. Conforme fabricante, os produtos são ecologicamente corretos e estão no mercado há mais de 30 anos. Possuem diversos modelos de telhas e todos eles passam por rigorosos controles normatizados pela ABNT e auditados periodicamente pelo INMETRO através do CCB – Centro Cerâmico Brasileiro. A Vasatex recebeu em 2003, o selo de certificação INMETRO/CCB OCP-10, passando a fazer parte de um grupo em certificação de cerâmica no Brasil. Ainda conforme o fabricante, a cerâmica produzida dispõe de tecnologia de ponta em todos os processos, que compreendem a exploração de matéria prima, prensagem, secagem e queima. A sustentação de todo esse processo se dá devido a constantes investimentos em qualificação de mão de obra, pesquisas e

análises das tecnologias disponíveis. Há mais de uma década, a Vasatex já tem instalado um completo laboratório para análises e ensaios de seus produtos, muito antes do INMETRO ter definido padrões, através da ABNT, para telhas fabricadas a partir da cerâmica vermelha. Dentre as telhas Vasatex, as telhas duplas com linhas retas ou curvas são telhas ecológicas produzidas com combustíveis energéticos reciclados. Possuem matéria-prima natural extraída de argileiras normatizadas e são feitas em sistema PPA (um processo automatizado de produção que garante melhor acabamento e resistência). Há também as telhas translúcidas (Ecologic Lux) que foram desenvolvidas em plástico tipo PET para dar claridade, proporcionando luz natural e contribuindo para a economia de energia.



Figura 2.9 – Telha cerâmica Versatex.



Figura 2.10 – Telha Ecologic Lux.

As telhas de PET são produzidas através de uma mistura de resinas poliméricas e carbonato de cálcio. Na sua fabricação, as garrafas são separadas de acordo com as cores e depois passam por uma máquina especial, onde há a separação do rótulo e do plástico. Ambos os materiais são reutilizados. Já limpas e secas, as garrafas PET são trituradas até amolecerem e ficarem pastosas. Após esse processo, são formadas as telhas.

Um aspecto interessante como comparativo entre as telhas cerâmicas e as telhas PET, é que as telhas de garrafas PET possuem a mesma resistência que as telhas cerâmicas, porém são bem mais leves. Isso influencia no peso da estrutura do telhado e traz economia à obra, apesar de terem um custo maior que as cerâmicas no início. As telhas PET também têm grande durabilidade por serem fabricadas com plástico e resistem por muitos anos, diminuindo a extração e o uso de recursos naturais por mais tempo.

Ainda em relação à fabricante Vasatex, conta-se ainda com a linha Hidro, que consiste em um tratamento opcional para toda a linha de telhas Vasatex, onde elas são hidrofugadas por um processo automatizado na própria fábrica. Este tipo de tratamento é feito na camada interna da telha, diminuindo a absorção de água, resultando em maior durabilidade.

2.5 Telha de fibrocimento eternit

As telhas de fibrocimento são compósitos cimentícios reforçados com fibras para agregar propriedades de resistência, tenacidade, ductibilidade e durabilidade ao composto. Sem o reforço das fibras, os materiais cimentícios apresentam baixa resposta à tensão, com pouca resistência a tração e ductibilidade.

As fibras usadas como reforço podem ser naturais ou artificiais e, ambas, podem ainda ser classificadas em orgânicas ou inorgânicas. Normalmente, as fibras naturais são obtidas de vegetais e sem a utilização de processos industriais. Assim, temos como exemplo de fibra natural orgânica a celulose, e de fibra natural inorgânica o amianto e a sepiolita. Como exemplo de fibra artificial orgânica temos o poliéster e o alumínio e ainda a fibra de vidro como fibra artificial inorgânica.

O processo mais usado na fabricação das telhas de fibrocimento é o de Hatschek. Nele, cimento, alguns minerais, fibras e água são colocados em um tanque misturador, gerando uma suspensão. Em seguida, colocados em uma cuba com cilindros envoltos em tela que retém parte da mistura e descarta o excesso de água para o interior do cilindro. O material retido nos cilindros forma finas camadas que são agrupadas em um feltro, que, em seguida, passa por caixas de vácuo para retirar a água ainda presente. Finalmente, as camadas são acumuladas e, a seguir, prensadas e moldadas em um cilindro, gerando os mais diversos tipos de telhas de fibrocimento.

As telhas de fibrocimento têm ampla utilização devido ao seu baixo custo de aquisição. Além disso, por serem bastante leves, permitem a utilização de madeiramento mais esbelto e, conseqüentemente, menor sobrecarga na estrutura. Uma estrutura de telhado mais esbelta proporciona menor gasto com a mão de obra de montagem. Por tudo isso, os telhados de fibrocimento apresentam o menor custo total entre as opções mais usadas no Brasil.

Segundo o site ambientes.ambientebrasil.com.br,

Além de ser um material relativamente barato e de fácil extração, a estrutura fibrosa do amianto confere a ele propriedades físicas e químicas especiais, que o torna virtualmente indestrutível. Caracteriza-se também por possuir propriedades que se destacam quando comparadas com outros materiais: alta resistência mecânica (comparada ao aço); elevada superfície específica, a qual indica o grau da abertura do material; incombustibilidade; baixa condutividade térmica; resistência a produtos químicos, particularmente estável em diferentes valores de pH; capacidade de filtrar micro organismos e outras substâncias nocivas; boa capacidade de filtragem; boa capacidade de isolamento elétrica e acústica; elevada resistência dielétrica; durabilidade, resistindo ao desgaste e abrasão; flexibilidade; afinidade com cimentos, resinas e

isolantes plásticos; parede externa de caráter básico e compatível com a água e facilidade para ser tecido ou fiado.

As telhas de fibrocimento podem ser usadas sobre lajes de concreto, o que barateia a construção por não ter que impermeabilizá-la. Uma observação importante no uso das telhas de fibrocimento é em relação ao colchão de ar entre estas e a laje. Se as telhas foram instaladas a uma pequena distância ou coladas na laje, este colchão terá um pequeno volume de ar e sem renovação, o que leva ao aquecimento excessivo tornando o ambiente desconfortável, o que a desqualifica em termos de eficiência energética.

Quanto à sustentabilidade, a utilização de telhas de fibrocimento apresenta dois aspectos importantes a serem considerados: produção e descarte. A degradação progressiva do cimento nos compósitos cimentícios realça a porosidade e afrouxa fibras minerais das telhas, liberando-as progressivamente no meio ambiente. Assim, fibrocimento não pode ser considerado como um material inerte, devendo ser descartado em aterros sanitários com os devidos cuidados.

As Figuras 2.11 e 2.12 são exemplos de telhas de fibrocimento, com inclinação mínima de 15%)



Figura 2.11 – Vogatex (Eternit)



Figura 2.12 – Canaleta 49(Eternit)

Disponíveis em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=8&Cod=448>>. Acesso em 14 set. 2015.

2.6 -Telhas de concreto tégula

As telhas de concreto estão sendo utilizadas como outra opção para coberturas residenciais. São mais recentes no mercado e tem um leque de opção de cores, o que as transformam em uma beleza arquitetônica ao invés de cumprir somente o papel de cobrir a edificação. Além disso, “as telhas de concreto também são mais fortes e resistentes que as telhas cerâmicas. Essas qualidades são superiores devido aos materiais utilizados e suas formas, que são padronizadas, garantindo um encaixe perfeito e melhor alinhamento”, dando assim maior vida útil ao telhado. (Fábio Pires, diretor da Camargo Química).

Segundo Dobleday Lima Balassa – gerente do Grupo Brasília, as telhas de concreto se destacam pelo processo de fabricação e também pelos materiais usados: mistura do cimento de alta resistência, areias e agregados (finos, médios e grossos), adicionando água e pigmentos coloridos, que dão coloração às telhas. Depois da mistura bruta pronta, o material é levado à estufa de vapor e moldado no formato desejado.

As telhas de concreto possuem maior impermeabilidade para evitar infiltração de água da chuva, não sobrecarregando a estrutura. O desempenho térmico é outro fator que se sobressai em relação às cerâmicas. As cores claras das telhas de concreto proporcionam maior conforto térmico, principalmente em regiões de muito calor. (PIRES).

Segundo o site www.bonde.com.br, em relação ao peso, as telhas de concreto são mais pesadas (240kgf) que as de cerâmicas (130kgf), porém utilizam menos unidades de telhas para cobrir um telhado, desta forma o peso final de ambas acaba ficando o mesmo. Além disso, tornam o material mais forte evitando quebras durante o transporte e a instalação.

Nas tabelas abaixo, segue um comparativo entre as telhas de concreto e as telhas de cerâmica, indicando os prós e contras de cada uma. Observa-se divergência de opiniões entre cada empresa.

Tabela 2.1 – telhas de concreto	
PRÓS	CONTRA
Benefício acústico presente nos dois tipos de telha devido à sua espessura. Cláudio Kurth diretor da Área de Telhas Cerâmicas da Anicer (Associação Nacional da Indústria Cerâmica)	São mais pesadas, exigem estrutura de telhado mais reforçada para sustentá-las. Cláudio Kurth diretor da Área de Telhas Cerâmicas da Anicer (Associação Nacional da Indústria Cerâmica)
A telha de concreto armazena e transfere o calor para dentro do ambiente. Cláudio Oliveira Silva gerente de inovação e sustentabilidade da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland)	Telhas de concreto devem ser utilizadas em coberturas com inclinação mínima de 30%. Cláudio Oliveira Silva gerente de inovação e sustentabilidade da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland)
Dependendo da cor também é um elemento de baixa condutibilidade térmica. Por serem produzidas industrialmente, têm dimensões constantes. Têm baixa perda por serem menos frágeis, se comparadas às de cerâmica. Também, dependendo do projeto, podem ser bastante valorizadas arquitetonicamente. Por fim são mais leves que as telhas cerâmicas, pois absorvem menos água. Luiz Tadeu Papaterra L. Mariutti engenheiro da Construtora Sequencia	Utilizam bastante madeira e, se comparadas às de cerâmicas, podem ter custo mais elevado dependendo do local onde se encontra a obra. São mais difíceis de serem adquiridas fora dos grandes centros. Luiz Tadeu Papaterra L. Mariutti engenheiro da Construtora Sequencia
Possui maior resistência; baixa absorção de água. Portanto, propicia menor proliferação de fungos na face superior. Os encaixes são perfeitos, o que proporciona maior segurança quanto à entrada de água por chuvas de vento. Possui sobreposição maior, evitando retorno de águas. Grande parte dos	Sua utilização pode ser prejudicada, como ocorre no caso da telha cerâmica, pela pouca inclinação do telhado. Anildo Hoffman engenheiro da Hoffman Telhados

<p>fabricantes produz em sete cores diferentes. A limpeza é mais fácil, há rapidez no entelhamento, com baixo consumo: apenas 10,5 peças/m².</p> <p>Anildo Hoffman engenheiro da Hoffman Telhados</p>	
--	--

Fornecida pelo site: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/127/artigo299706-1.aspx>>. Acesso em 16 set. 2015.

Tabela 2.2 – Telhas cerâmicas	
PRÓS	CONTRA
<p>Conforto térmico, acústico, resistência e durabilidade. Devemos ressaltar também o embelezamento do telhado pelos tons avermelhados da cerâmica. Com o uso de telha cerâmica o imóvel esquentará menos devido a características como porosidade.</p> <p>Cláudio Kurth diretor da Área de Telhas Cerâmicas da Anicer (Associação Nacional da Indústria Cerâmica)</p>	<p>A Anicer não expôs nenhum fator contrário ao produto.</p> <p>Cláudio Kurth diretor da Área de Telhas Cerâmicas da Anicer (Associação Nacional da Indústria Cerâmica)</p>
<p>A ABCP informou que não se pronuncia sobre esse tipo de telha.</p> <p>Cláudio Oliveira Silva gerente de inovação e sustentabilidade da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland)</p>	<p>A ABCP informou que não se pronuncia sobre esse tipo de telha.</p> <p>Cláudio Oliveira Silva gerente de inovação e sustentabilidade da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland)</p>
<p>Oferecem menor condutibilidade térmica, tornando os ambientes menos sujeitos à influência da temperatura externa. Além disso, são mais charmosas, mesmo quando mais antigas. Por fim têm custo menor que de coberturas similares e são fáceis de serem adquiridas.</p> <p>Luiz Tadeu Papaterra L. Mariutti engenheiro da Construtora Sequencia</p>	<p>Possui maior resistência; baixa absorção de água. Portanto, propicia menor proliferação de fungos na face superior. Os encaixes são perfeitos, o que proporciona maior segurança quanto à entrada de água por chuvas de vento. Possui sobreposição maior, evitando retorno de águas. Grande parte dos fabricantes produz em sete cores diferentes. A limpeza é mais fácil, há rapidez no entelhamento, com baixo consumo: apenas 10,5 peças/m².</p> <p>Luiz Tadeu Papaterra L. Mariutti engenheiro da Construtora Sequencia</p>
<p>O único benefício das telhas cerâmicas é o baixo custo que apresentam em algumas regiões. Isto pode não acontecer se a obra for muito distante da fábrica.</p> <p>Anildo Hoffman engenheiro da Hoffman Telhados</p>	<p>É menos resistente e a aplicação é mais difícil. Vale ressaltar que um fator que pode limitar o uso da telha cerâmica, seria a pouca inclinação do telhado, pois todas exigem acima de 30% ou 35% de inclinação.</p> <p>Anildo Hoffman engenheiro da Hoffman Telhado</p>

Fornecida pelo site: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/127/artigo299706-1.aspx>>. Acesso em 16 set. 2015

Sob os aspectos observados, destacamos as principais vantagens, tendo como fonte o site da tégula (www.tegula.com.br):

- **Alta Impermeabilidade:** a telha de concreto tem baixa absorção de água, o que não sobrecarrega a estrutura do telhado e apresenta nervuras na parte inferior que impedem a penetração de água da chuva arrastada pelo vento.
- **Diversidade de Cores:** as telhas de concreto possuem um leque de cores, podendo ser utilizadas de acordo com o projeto arquitetônico. A tendência é a cor clara para climas quentes e escura para climas mais frios. Assim há diminuição da transferência de calor para a edificação.
- **Resistência à Maresia e Granizo:** possuem maior resistência às intempéries como abrasão do sal de cidades litorâneas ou impacto de granizo, por exemplo, devido à qualidade de sua composição interna, verniz e acabamentos especiais aplicados na sua superfície.
- **Conforto Térmico:** as telhas de concreto têm baixo índice de condutividade térmica e alta refletância ao sol, o que garante um melhor conforto térmico.
- **Menor Peso/m²:** como a colocação das telhas é de uma média de 10,4 telhas por m², pesando o equivalente a 49kg, os telhados são mais leves, eliminando o reforço de madeiramento.
- **Maior Economia:** devido ao fato de suas dimensões e praticidade na colocação das telhas, é possível cobrir uma área maior em menor tempo e com menores custos de instalação.
- **Maior Resistência:** os materiais são altamente resistentes e possuem uma avançada tecnologia em sua produção, possibilitando uma resistência superior a 250kg. Com isso, elimina a quebra de telhas durante a instalação e aumentando a vida útil do telhado.
- **Encaixes Perfeitos:** as telhas de concreto possuem um encaixe perfeito, tendo um telhado sempre alinhado, pois são produzidas em esteiras tolerâncias (esteiras transportadoras de saída com velocidade constante).

Salienta-se ainda que a marca Tégula conseguiu o Selo Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) nos produtos reservatório térmicos e sistema de aquecimento solar, apresentando os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria citada.



Figura 2.13 – Selo Procel



Figura 2.14 – Selo Verde

Disponíveis em: <www.tegula.com.br>. Acesso em 20 set. 2015.

A Tégula ainda foi certificada com o Selo Verde, o que qualifica a empresa como sustentável e ativa na preservação do meio ambiente. Além disso, essa certificação consolida a Tégula como uma organização pioneira e referência em sustentabilidade no segmento, sinalizando comprometimento em longo prazo para acionistas e fornecedores. (www.tegula.com.br)



Figura 2.15 – Telhas de Concreto Coloridas.

Disponível em nivalcoberturas.com.br, em 22/09/2015

A escolha das telhas deu-se após uma ampla pesquisa na área de coberturas utilizadas na construção civil. Ainda não existem muitas opções ecológicas disponíveis no mercado, pois o Brasil está crescendo nesta área.

CAPÍTULO 3

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS TELHAS

É cada vez maior a preocupação em realizar construções em harmonia com a natureza, com baixo impacto ambiental e custos operacionais reduzidos, priorizando técnicas construtivas sustentáveis, matérias-primas naturais, recicláveis e de fontes renováveis, caminho para que as cidades se tornem mais sustentáveis. As preocupações com os impactos ambientais gerados pelos edifícios, durante as fases de planejamento e construção ou durante a operação, são cada vez maiores. Hoje em dia, como já mencionado na introdução desta dissertação, basicamente 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 (<http://www.seer.ufrgs.br/>, avaliação do ambiente construído). Os diversos selos existentes e principalmente os aqui estudados, possuem, no contexto geral, as avaliações pretendidas baseadas em ferramentas variáveis, porém com um único propósito: a aplicação da sustentabilidade nas edificações. Em alguns dos selos, como veremos a seguir, o mecanismo de análise inclui desde a elaboração do projeto até a avaliação pós-ocupação. A grande maioria dos sistemas adequa-se melhor à avaliação de novos projetos ou novas obras, pois possuem maior facilidade em preencher os quesitos exigidos. Estes sistemas podem ser divididos em duas categorias distintas. Na primeira categoria encontram-se os selos que são orientados para que os esforços dispensados para melhorar a qualidade ambiental destes projetos, da execução e gerenciamento operacional tenham reconhecimento do mercado. Neste caso a estrutura é simples e está atrelada a algum tipo de certificação de desempenho. Este é o caso do BREEAM (BALDWIN et al., 1990; BALDWIN et al., 1998), do HK-BEAM (CENTRE OF ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, 1999), do LEED™ (USGBC, 1999) e do CSDB ESCALE (NIBEL et al., 2000). Já na segunda categoria, o foco da avaliação é a pesquisa, como o BEPAC² (COLE; ROUSSEAU; THEAKER, 1993) e o seu sucessor o GBC (COLE; LARSON, 2000). Neste caso em questão, a abordagem é feita com ênfase no desenvolvimento de uma metodologia mais abrangente que possa orientar novas pesquisas. Muitos desses selos internacionais verificam os recursos consumidos, as emissões de carbono e os resíduos gerados pelas edificações, bem como o conforto e a saúde das pessoas que convivem ali. Para isso, é feita uma avaliação sobre o grau de sustentabilidade dos edifícios, baseada em critérios específicos de cada selo (planetasustentavel.abril.com.br).

3.1 BREEAM

Sobre alguns dos critérios, o *Building Establishment Environment Assessment Method* (BREEAM) que foi desenvolvido no Reino Unido por pesquisadores do BRE e do setor privado (BALDWIN et al.,1990) é o primeiro e mais conhecido sistema de avaliação de desenvolvimento ambiental (*assessment and rating system*). É baseado em análise documental e inclui aspectos de gestão ambiental na concessão dos créditos. Feito através de um *checklist* e verificado o atendimento de itens mínimos de desempenho, projeto e operação dos edifícios e atribuído créditos ambientais, que são ponderados e após análise chega-se a um número único. Atendida uma quantidade mínima de créditos, este índice habilita à certificação em uma das classes de desempenho do BREEAM e permite comparação relativa entre os edifícios certificados pelo sistema.

O empreendimento submetido ao processo de avaliação recebe uma pontuação conforme seu desempenho, podendo ser: *Unclassified* (desclassificado: resultado <30), *Pass* (aprovado: resultado ≥ 30), *Good* (bom: resultado ≥ 45), *Very Good* (muito bom: resultado ≥ 55), *Excellent* (excelente: resultado ≥ 70) e *Outstanding* (excepcional: resultado ≥ 85). Cada nível apresentado possui um valor mínimo de créditos a serem alcançados, chamados créditos mandatórios, e a qualificação da construção fica de acordo com a quantidade de pontos obtidos.

Os atributos são:

- Gestão da Construção: gerenciamento das diretrizes gerais, dos procedimentos.
- Saúde e Bem-Estar: questões internas e externas ao empreendimento que afetam a saúde e bem-estar do indivíduo.
- Consumo de Energia: gestão de energia e dióxido de carbono.
- Transporte: relação transporte e CO₂ e fatores relacionados à localização.
- Consumo de Água: consumo e uso eficiente da água.
- Materiais: impacto ambiental dos materiais do edifício incluindo a análise do ciclo de vida.
- Gestão de Resíduos: promover a eficiência dos recursos através da gestão eficaz e redução de resíduos da construção.

- Utilização de Terreno e Ecologia: conservação e aumento do valor ecológico do terreno e uso das terras, áreas verdes e contaminadas.
- Contaminação /Poluição: poluição do ar e da água.

A Tabela 3.1 apresenta os atributos e critérios de avaliação previstos no BREEAM.

Tabela 3.1 – Resumo *BREEAM New Construction*.

CERTIFICAÇÕES	ATRIBUTO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	OBJETIVO
<i>BREEAM New Construction</i>	Gestão	Compras sustentáveis	Para garantir a entrega de um produto funcional e sustentável projetado e construído de acordo com as expectativas de desempenho.
		Práticas sustentáveis da construção	Para reconhecer e incentivar a construção de locais geridos de forma ambientalmente e socialmente responsável e confiável.
		Impactos da construção no solo	Para reconhecer e incentivar canteiros de obras geridos de forma ambientalmente saudável em termos de consumo de recursos de energia, uso e poluição.
		A participação dos interessados	Para projetar, planejar e entregar edifícios funcionais e acessíveis inclusive de acordo com usuários de construção atuais e futuras e outras partes interessadas.
		Custo do ciclo de vida e planejamento de vida útil	Para reconhecer e incentivar o custo do ciclo de vida e planejamento do serviço, a fim de melhorar a especificação do projeto, e através da manutenção e operação.
	Saúde e bem estar	Conforto visual	Para garantir a iluminação natural e artificial e o controle dos ocupantes, são considerados na fase de projeto para garantir o melhor desempenho visual e conforto para os ocupantes do edifício.
		Qualidade interna do ar	Para reconhecer e incentivar um ambiente interno saudável através da especificação e instalação de ventilação, equipamentos e acabamentos adequados.
<i>BREEAM New Construction</i>	Saúde e bem estar	Conforto Térmico	Para assegurar-se de que os níveis apropriados do conforto térmico estejam conseguidos com o projeto, e os controles são selecionados para manter um conforto térmico para os ocupantes do edifício.
		Qualidade da água	Para minimizar o risco de contaminação da água no edifício e garantir o fornecimento de fontes limpas e frescas de água para os usuários do edifício.
		Performance acústica	Para garantir o conforto acústico dos edifícios, incluindo isolamento acústico e cumprimento das normas adequadas para esta finalidade.

		Saúde e segurança	Para reconhecer e incentivar medidas de design eficazes que promovam o baixo risco, o acesso seguro e uso do edifício.
	Energia e Emissões de CO²	Redução das emissões de CO²	Para reconhecer e incentivar edifícios projetados para minimizar a demanda de energia operacional, consumo e emissões de CO ² .
		Monitoramento de energia	Para reconhecer e incentivar a instalação de energia sub--medição que facilita o monitoramento do consumo de energia operacional.
		Iluminação externa	Para reconhecer e incentivar a especificação de eficiência energética candeeiros para áreas externas do desenvolvimento.
		Baixo e zero emissões de carbono	Para reduzir as emissões de carbono e poluição atmosférica, incentivando a geração de energia local a partir de fontes renováveis para abastecer uma proporção significativa da demanda de energia.
		Sistemas de energia eficientes de refrigeração	Para reconhecer e incentivar a instalação de sistemas de energia eficientes de refrigeração, portanto, reduzir as emissões de efeito estufa operacionais de gases resultantes do uso de energia do sistema.
		Energia Eficiente em sistemas de transporte	Para reconhecer e incentivar a especificação de sistemas energeticamente eficientes de transporte.
		Incentivo a pesquisas para redução da emissão de CO²	Para reconhecer e incentivar as áreas de laboratório, que são projetados para minimizar as emissões de CO ² associadas ao seu consumo de energia operacional.
		Equipamentos de energia eficiente	Para reconhecer e incentivar a aquisição de equipamentos energeticamente eficientes para garantir o melhor desempenho e economia de energia em operação.
		Propor espaços com menos gasto energético para secar roupas	Para fornecer uma energia reduzida significa de secagem de roupa.
		Transporte	Acessibilidade ao transporte público
BREEAM New Construction	Transporte	Proximidade, boa localização reduzindo longos trajetos.	Para incentivar e premiar um prédio que está localizado próximo às amenidades locais, reduzindo assim a necessidade de viagens longas ou de múltiplas viagens.
		Facilidade para os ciclistas	Para incentivar construções para os ciclistas, garantindo o fornecimento adequado de instalações aos ciclistas.
		Capacidade máxima de estacionamento	Para incentivar o uso de meios alternativos de transporte p/ outro edifício, ajudando assim a reduzir as emissões de gases dos transportes e congestionamento de tráfego.
		Planejamento de trajeto	Para reconhecer a importância dada para acomodar uma variedade de opções de viagem para os usuários, incentivando assim a redução da dependência do usuário em formas de viagens que têm o maior impacto ambiental.

BREEAM New Construction	Água	Redução do consumo de água potável para outros fins	Para reduzir o consumo de água potável para uso sanitário em novos edifícios a partir de todas as fontes através da utilização de componentes de água e sistemas eficientes de reciclagem de água.	
		Monitoramento da água	Para garantir o monitoramento e gerenciamento do consumo de água e, portanto, incentivar a redução do consumo de água.	
		Deteção de vazamento de água e prevenção	Para reduzir o impacto dos vazamentos de água que podem de outra maneira podem passar despercebidos.	
		Equipamento eficiente da água	Para reduzir o consumo de água não regulamentada, incentivando especificação de equipamento eficiente da água.	
	Materiais	Impacto do ciclo de vida	Para reconhecer e incentivar o uso de materiais de construção com baixo impacto ambiental (incluindo carbono incorporado) sobre o ciclo de vida do edifício. Para reconhecer e incentivar a especificação de materiais para proteção de fronteira e externas superfícies duras que têm um baixo impacto ambiental, tendo em conta o ciclo de vida dos materiais utilizados.	
		Área permeável, afastamentos e cobertura verde.	Para reconhecer e incentivar a especificação de materiais para proteção de fronteira e externas superfícies duras que têm um baixo impacto ambiental, tendo em conta o ciclo de vida dos materiais utilizados.	
		Responsável especificação de matérias	Para reconhecer e incentivar a especificação de materiais de origem de forma responsável para os elementos chave de construção.	
		Isolamento térmico	Para reconhecer e incentivar a especificação de materiais de origem de forma responsável para os elementos chave de construção. Para reconhecer e incentivar o uso de isolamento térmico, que tem uma relação de baixo impacto ambiental incorporado às suas propriedades térmicas e foi responsável origem.	
	Resíduos	Materiais	Durabilidade	Para reconhecer e incentivar a proteção adequada dos elementos expostos do edifício e da paisagem, minimizando assim a frequência de substituição e maximizando a otimização de materiais.
			Gestão de resíduos de construção	Para promover a eficiência dos recursos através da gestão eficaz e redução de resíduos de construção.
		Resíduos	Agregados reciclados	Para reconhecer e incentivar o uso de agregados reciclados e secundário, reduzindo assim a demanda por material virgem e otimizando a eficiência dos materiais de construção.
			Resíduos operacionais	Para reconhecer e incentivar o fornecimento de instalações de armazenamento dedicado para um edifício operacional relacionados com fluxos de resíduos recicláveis, de modo que os resíduos são desviados dos aterros ou incineração.
		Pisos e forros aprovados pelo cliente	Para incentivar a especificação e instalação de piso e tetos selecionados pelo ocupante do edifício e, portanto, evitar o desperdício de materiais.	

	Uso do solo	A escolha do local	Para incentivar o uso da terra utilizada anteriormente e / ou contaminadas e evitar terra que não tenha sido previamente usada.	
		Valor ecológico do local e proteção dos recursos ecológicos	Para incentivar o desenvolvimento em terras que já tem um valor limitado para a fauna e para proteger existentes características ecológicas de danos substanciais durante a preparação do local e na conclusão das obras de construção.	
		Mitigar o impacto ecológico	Para minimizar o impacto de um desenvolvimento do edifício na ecologia existente do local.	
		Melhorias na área local	Para reconhecer e incentivar as ações feitas exame para manter e realçar o valor ecológico do local em consequência do desenvolvimento.	
		Impacto em longo prazo sobre a biodiversidade	Para minimizar o impacto em longo prazo do desenvolvimento no local e na biodiversidade da área circunvizinha.	
	Poluição	Impacto dos gases dos ares refrigerados	Para reduzir o nível de emissões de gases de efeito estufa decorrentes do vazamento de fluidos dos refrigeradores de sistemas de construção.	
		Reduzida emissão de CO2	Para encorajar o fornecimento de calor e / ou refrigeração partir de um sistema que minimiza as emissões de CO2 e, portanto, reduz a poluição do meio ambiente local.	
		Água escoamento superficial	Para evitar, reduzir e retardar o escoamento de chuva para sistema de esgotos, minimizando assim o risco de inundações localizadas dentro e fora do local, à poluição do curso de água e outros danos ambientais.	
	BREEAM New Construction	Poluição	Redução da poluição luminosa noturna	Para garantir que a luz exterior seja concentrada nas áreas apropriadas e que a iluminação de cima seja minimizada, reduzindo a poluição da luz desnecessária, o consumo de energia e os efeitos nocivos para as propriedades vizinhas.
			Atenuação de ruído	Para reduzir a probabilidade de ruído do novo desenvolvimento que afeta edifícios próximos e sensíveis ao ruído.

Fonte: LANNOY,2013.

3.2 GBC e GBC Brasil

O *Geen Building Challenge* (GBC) é um consórcio internacional com o objetivo de desenvolver um novo método para avaliar o desempenho ambiental de edifícios, fornecendo um protocolo de avaliação com uma base comum, porém capaz de respeitar diversidades técnicas e regionais (COLE; LARSSON,2000). É caracterizado por ciclos sucessivos de pesquisa e difusão de resultados. O GBC procura diferenciar-se com uma nova geração de sistemas de avaliação, desenvolvida especificamente para refletir as diferentes prioridades,

tecnologias, tradições construtivas e valores culturais de diversos países ou até mesmo regiões diferentes num mesmo país. Neste caso, a pontuação final acaba sendo uma consequência da investigação principal, que é o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação que possa ser incrementada ou simplificada para atender as demandas de determinado local.

No Brasil, selo é conhecido como *Green Building Council Brasil* (GBC Brasil). Esta ONG, que surgiu para auxiliar no desenvolvimento da indústria de construção sustentável no país, utilizando as forças de mercado para conduzir a adoção de práticas de *Green Building* em um processo integrado de concepção, construção e operação de edificações e espaços construídos. Fundado em dezembro de 2007 por Thassanee Wanick, hoje é um dos 14 membros do *World Green Building Council* (entidade supranacional que regula e incentiva a criação de Conselhos Nacionais como forma de promover mundialmente tecnologias, iniciativas e operações sustentáveis na construção civil). O GBC Brasil tem como função atuar na disseminação do conhecimento sobre as construções verdes, capacitando tecnicamente os profissionais de várias áreas da construção civil, integrando ainda o mercado da construção civil e as organizações governamentais e não governamentais. Trabalha também na divulgação das melhores práticas adotadas, o que inclui materiais, tecnologias, projetos, procedimentos operacionais, assim como promover o LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*) no Brasil. O GBC Brasil ainda tem como meta integrar todos os agentes do mercado de maneira a construir um ambiente favorável à construção, urbanização e desenvolvimento sustentável.

Os estudos dos selos de certificação como o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que é uma certificação para edifícios sustentáveis, concedida pelo GBC Brasil (*Green Building Council Brasil*), órgão responsável pelo selo no país, de acordo com os critérios de racionalização de recursos (energia, água etc.) atendidos por um edifício e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental) que também utiliza critérios de certificação de qualificação de edificação sustentável e que é um sistema brasileiro são meios de análise ambiental. Ressalva-se ainda a importância do consentimento dos aspectos ambientais de uma construção, que devem ser tão relevantes quanto os aspectos técnicos e econômicos. O reaproveitamento dos materiais, o uso da tecnologia de baixo impacto como a solar e repensando o uso da água e da energia, aplicando técnicas de conforto ambiental, são alguns dos fatores que definem um projeto como sustentável. Aliado a eles, também é relevante considerar a estética e o senso de conforto como parte do contexto cultural de seus usuários.

3.3 LEED

Em relação ao *Leadership in Energy and Environment Design* (LEED), os trabalhos para seu desenvolvimento foram iniciados em 1996 nos Estados Unidos com o propósito de facilitar a transferência de conceitos de construção ambientalmente responsável para os profissionais e para a indústria de construção americana. O desempenho ambiental da edificação é avaliado de forma global, por todo o período de seus ciclos de vida, numa tentativa de considerar os preceitos essenciais do que constituiria um "*green building*". O método de avaliação pelo LEED é o cumprimento de uma gama de pré-requisitos. Tendo todos esses requisitos cumpridos, passa-se à etapa de classificação do desempenho, em que a atribuição de créditos indica o grau de conformidade do atendimento aos itens avaliados. O LEED é um documento consensual, aprovado pelas 13 categorias da indústria de construção representadas no conselho gestor do esquema. Sendo 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. O LEED for Homes faz parte desse estudo e objeto e análise do trabalho em questão. O LEED for Homes é um sistema de avaliação de casas verdes (casas que utilizam menos energia, água e recursos naturais e que geram menos resíduos) para assegurar que as casas sejam projetadas e construídas com recursos energéticos suficientes e saudáveis para os ocupantes. É feito através de testes de desempenho especificado e inspeções. Foi lançado em dezembro de 2007 e é um dos métodos de análise mais utilizado nos dias atuais. Os benefícios do uso do LEED for Homes vão desde a economia de energia e água aos benefícios ambientais como redução de gases e exposições a mofo, bolor e fungos prejudiciais à saúde. Foi desenvolvido para promover a transformação da indústria de construção de casas para práticas mais sustentáveis.

Os benefícios da certificação são, conforme GBC/Brasil (www.gbcbrasil.org.br):

ECONÔMICOS:

- Diminuição dos custos operacionais.
- Diminuição dos riscos regulatórios.
- Valorização do imóvel para revenda ou arrendamento.
- Aumento na velocidade de ocupação.

- Modernização e menor obsolescência da edificação.
- Aumento da retenção.

SOCIAIS:

- Melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores ocupantes.
- Inclusão social e aumento do senso de comunidade.
- Capacitação profissional.
- Conscientização de trabalhadores e usuários.
- Aumento da produtividade do funcionário; melhora na recuperação de pacientes (em hospitais); melhora no desempenho de alunos (em escolas); aumento no ímpeto de compra de consumidores (em comércios).
- Incentivo à fornecedores com maiores responsabilidades socioambientais.
- Aumento da satisfação e bem-estar dos usuários.
- Estímulo a políticas públicas de fomento a Construção Sustentável.

AMBIENTAIS:

- 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.
- Redução, tratamento e reuso dos resíduos da construção e operação.

Este sistema de avaliação foi, *a priori*, desenvolvido para edificações novas e, com a demanda e evolução na construção, novas versões foram desenvolvidas. São disponibilizados os seguintes tipos de LEED no Brasil, conforme observado nas Tabelas 3.2 e 3.3:

Tabela 3.2 – Categorização dos tipos de LEED no Brasil.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
LEED NC	Novas construções e grandes projetos de renovação
LEED ND	Desenvolvimento de bairro (localidades)
LEED CS	Projetos da envoltória e parte central do edifício
LEED <i>Retail</i> NC e CI	Lojas de varejo
LEED <i>Healthcare</i>	Unidades de Saúde
LEED EB_OM	Operação de manutenção de edifícios existentes
LEED <i>Schools</i>	Escolas
LEED CI	Projetos de interiores e edifícios comerciais
LEED GBC Brasil Casa	Em desenvolvimento

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Leadership_in_Energy_and_Environmental_Design>. Disponível em 17 nov. 2014

Tabela 3.3 – Tipologias e abrangências do LEED Brasil.

Entenda o LEED (versão 2009)	
Tipologia	Abrangência
Novas Construções (NC)	Destina-se a novas construções e grandes reformas de projetos comerciais e institucionais de alto desempenho, incluindo edifícios de escritórios, edifícios altos, hotéis, edifícios residenciais, edifícios governamentais, instalações recreativas, fábricas, bibliotecas, museus ou igrejas.
Edifícios existentes: operação e manutenção (EB-O&M)	Destina-se a edifícios já existentes buscando a certificação pela primeira vez ou aqueles já certificados nas tipologias SCH, CN ou CS. Auxilia proprietários e operadores nas medições de operações como o objetivo de maximizar a eficiência operacional e estabelece caminhos para solucionar problemas relacionados à limpeza e manutenção (incluindo uso de produtos químicos), manutenção exterior e atualização de sistema de reciclagem.
Interiores Comerciais (CI)	Certificação para interiores verdes de alto desempenho e abrange a qualidade ambiental para que os ambientes de trabalho sejam saudáveis e favoreçam a produtividade. Sua aplicação promove a redução do impacto ambiental, torna a operação dos espaços menos dispendiosa e de mais fácil operação. Ajuda designers e usuários que nem sempre têm controle sobre todas as operações do edifício, a fazerem escolhas sustentáveis.
Core & shell (CS) - núcleo de fechamentos	Abrange núcleos, fechamentos e considera também a tecnologia de conforto ambiental da edificação. Destina-se a projetos desenvolvidos para o mercado nos quais os projetistas não têm o controle sobre as intervenções no ambiente que serão feitas pelos usuários, como, por exemplo, edifícios de pequenos escritórios ou consultórios. Se a previsão é de o proprietário ou locatário ocupar a maior parte do edifício, recomenda-se utilizar o LEED NC. Aplica-se também a shopping centers.
Escolas (SCH)	Reconhece o caráter único da concepção e construção de escolas. É baseado no LEED NC e aborda questões como saúde infantil, acústica da sala de aula, plano diretor e avaliação do ambiente local.
Varejo	É composto por dois sistemas de classificação destinados a novas construções ou grandes reformas e aos ambientes internos. É o sistema de classificação indicado para bancos, restaurantes, grandes magazines e lojas em geral.
Saúde (HC)	Orienta a concepção e a construção de grandes obras de renovação de edifícios destinados à saúde. Pode ser aplicado em instalações ambulatoriais, de internação, consultórios, laboratórios e centros de formação médica ou de pesquisa, entre outras possibilidades.
Desenvolvimento de vizinhança (ND)	Sistema para o desenvolvimento horizontal ou vertical de bairros, condomínios ou loteamentos com mais de dois prédios residenciais. Abrange princípios de crescimento inteligente e aspectos urbanísticos em favor do crescimento local sustentável e ambientalmente responsável.
Casas	Orienta o projeto e a construção de residências unifamiliares e multifamiliares de até 50 unidades habitacionais a fim de promover a difusão de moradias verdes de alto desempenho. É o único ainda não aplicável no Brasil.

Fonte: <www.bigprojectbrasil.com.br>. Disponível em 21 nov. 2014

Segundo Lannoy (2013), para a elaboração da Tabela 3.4, seguindo a mesma lógica da certificação BREEAM, foi adotado o LEED GBC Brasil Casas. Esta é uma ferramenta bem completa adaptada para o Brasil do LEED for Homes.

Tabela 3.4 – Resumo *LEED Referencial Casas*.

CERTIFICAÇÕES	ATRIBUTO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	OBJETIVO
	<i>LEED Referencial Casas</i>	Uso racional da água	Otimização do Uso Racional de Água em Casas
Medição e Gerenciamento do Consumo de Água Fria – Medição Setorizada			Monitorar o consumo de água nas áreas complementares e externas à edificação, bem como o consumo de água não potável, de forma a possibilitar o gerenciamento de seu uso pela obtenção de dados mais precisos, auxiliando no desenvolvimento de ações de conservação desses insumos.
Sistemas de Irrigação Eficiente			Minimizar a demanda de água potável para aplicações externas por meio do uso eficiente da água para fins de irrigação.
Energia e Atmosfera		Desempenho Energético Aprimorado	Aprimorar o desempenho energético da residência, superando o nível A estipulado pelo selo Procel EDIFICA.
		Obter o PROCEL EDIFICA	Receber a etiquetagem PROCEL EDIFICA, nível A.
		Envoltória Eficiente – Transmitância Térmica, Ventilação e Iluminação Natural	Definir a eficiência da envoltória do edifício pelos métodos prescritivos ou por simulação computacional conforme descrito na normativa do PROCEL EDIFICA.
		Fontes Eficientes de Aquecimento Solar	Incentivar a adoção de fontes de energia renovável, promovendo a redução do consumo de energia utilizada para o aquecimento de água, por meio da utilização de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS), ou por meio de Sistemas de Recuperação de Calor e reduzir as perdas térmicas relativas à distribuição de água quente, diminuindo a carga energética demandada pelos edifícios.
		Iluminação Artificial	Reduzir o consumo energético associado à iluminação interior e ao exterior da residência
		Gerenciamento do Gás Refrigerante Residencial	Selecionar e testar gases refrigerantes do ar condicionado para garantir o desempenho e minimizar as contribuições de danos para a camada de ozônio, aumentando o aquecimento global.
<i>LEED Referencial</i>		Energia e Atmosfera	Equipamentos Eletroeletrônicos Eficientes
	Energia Renovável		Incentivar a adoção de energias renováveis (geração on site) nas residências, de forma a reduzir o consumo e o impacto ambiental associado ao consumo de energia.

LEED Referencial Casas		Comissionamento dos Sistemas Instalados	Certificar que os sistemas relacionados à área de energia estão instalados, calibrados e obedecem às características de desempenho, conforme os requisitos do projeto do proprietário, as bases para a contratação do projeto e os documentos necessários à construção.
		Medição e Verificação	Proporcionar os dispositivos para a verificação e a contabilização contínua do consumo de energia do edifício ao longo do tempo.
	Materiais, Recursos e Sistemas	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Operação	Fomentar a reutilização ou a reciclagem dos resíduos da construção, em substituição aos agregados naturais e propiciar a redução da necessidade de utilização de aterros para a disposição final de resíduos. Preparar a unidade residencial e as instalações condominiais para a destinação diferenciada dos resíduos gerados nas atividades domésticas.
		Madeira Certificada	Incentivar a utilização da madeira certificada, por meio do emprego de produtos provenientes de espécies nativas devidamente legalizadas ou de espécies exóticas de rápido crescimento (reflorestamento), e, conseqüentemente, promover o manejo sustentável em toda a cadeia produtiva madeireira.
		Materiais ambientalmente preferíveis	Utilizar materiais incorporados ou não à construção que sejam regionais, provenientes de reuso, com conteúdo reciclado, de rápida renovação e recicláveis, visando reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO2) e a extração de recursos naturais não renováveis.
		Controle de Materiais Contaminantes	Diminuir a produção de materiais com conteúdo contaminantes e perigosos, com odor potencialmente irritante, forte ou que possam causar lesão, desconforto ou mal estar aos ocupantes, usuários, instaladores e operários da construção, controlando seus níveis e índices, dentro de limites estipulados pela legislação.
		Materiais Certificados	Estimular o uso de materiais que possuam algum tipo de certificado brasileiro ou internacional.
		Desmontabilidade e Redução de Resíduos – Sistemas Estruturais	Utilização de projetos modulares e sistemas desmontáveis para minimizar os resíduos gerados pelos sistemas estruturais na construção civil.
		Desmontabilidade e Redução de Resíduos – Elementos Não Estruturais	Adoção de técnicas de projeto e procedimentos para minimizar os resíduos gerados na construção pelos elementos não estruturais.
		Qualidade do Ambiente Interno	Conforto Ambiental Interno Controle
Controle de Umidade Local	Controlar os níveis de umidade no interior da residência para proporcionar conforto, reduzir o risco de mofo e aumentar a sua durabilidade.		
Exaustão Localizada – Automatizada	Promover a exaustão automatizada para reduzir o mofo e a exposição a poluentes internos em cozinhas e banheiros.		
Distribuição dos Sistemas de Ar nos Ambientes	Ainda não disponível		
Filtragem do Ar Exterior – Otimizada	Reduzir as partículas dos sistemas de renovação de ar externo.		
Controle de Partículas Contaminantes	Reduzir a exposição dos ocupantes da residência e dos trabalhadores da construção civil aos contaminantes do ar, por meio do controle e da remoção das fontes de contaminação.		
Proteção de Poluentes Provenientes da Garagem	Reduzir a exposição dos ocupantes da residência aos poluentes provenientes de uma garagem, por meio de vedações ou de equipamentos mecânicos.		

LEED Referencial Casas		Proteção ao Radônio – Áreas de grande risco	Reduzir a exposição dos ocupantes da residência ao gás radônio e a outros gases contaminantes provenientes do subsolo.
		Acústica	Reduzir a propagação de ruídos externos e o efeito prejudicial que causam nos ambientes de maior permanência da residência.
	Requisitos Sociais	Acessibilidade Universal	Projetar a edificação para aumentar a longevidade do seu uso, por meio da previsão da expansibilidade, acessibilidade ou adaptabilidade para pessoas da terceira idade e/ou portadores de necessidades especiais. Ampliar a vida útil da edificação com adequações planejadas, evitando a geração desnecessária de resíduos.
		Boas Práticas Sociais para Projeto e Obra	Incentivar o comprometimento empresarial com o bem-estar e inclusão social dos colaboradores. Minimizar os resíduos gerados em obra, promover a ampliação da capacidade econômica dos moradores na área de intervenção e entorno, considerando o período de construção e operação.
		Boas Práticas Sociais para Projeto e Obra	Incentivar o comprometimento empresarial com o bem-estar e inclusão social dos colaboradores. Minimizar os resíduos gerados em obra, promover a ampliação da capacidade econômica dos moradores na área de intervenção e entorno, considerando o período de construção e operação.
		Boas Práticas Sociais para Operação e Manutenção	Estimular o estudo do impacto de implantação da edificação na comunidade local e produção de material visando manter o uso de boas práticas durante a vida útil da mesma. Através da educação, desenvolver e estimular a mudança de comportamento efetiva dos moradores para uma operação e manutenção mais sustentável do empreendimento.
	Processo de Inovação e Projetos	Projeto Integrado e Planejamento	Maximizar oportunidades para integração, custo efetivo da adoção de projetos verde e estratégias de construção.
		Gerenciamento da Qualidade, visando a Durabilidade.	Aumentar a durabilidade e o desempenho da envoltória da residência, bem como de seus componentes e sistemas, por meio de um projeto adequado, da seleção de materiais e de práticas de construção convenientes.
		Manual do Usuário	Desenvolver um guia que contenha informações sobre o projeto e obra da residência, assim como informações sobre os equipamentos e sistemas instalados e como operá-los, para que a mesma mantenha seu desempenho elevado ao longo de sua vida útil.
		Análise de Ciclo de Vida	Prover a análise e comparação do ciclo de vida de um material utilizado em obra, incentivando assim, o uso de materiais que causem menor impacto na sua produção e durante seu ciclo de vida.
		Inovação e Projeto	Minimizar o impacto ambiental da residência por meio da incorporação de técnicas sustentáveis e medidas construtivas que tenham benefícios tangíveis e demonstráveis, além dos créditos descritos dentro deste Referencial.
	Créditos Regionais	Prioridades Regionais -- Norte	Incentivar o desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país.
		Prioridades Regionais -- Nordeste	Incentivar o desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país.
		Prioridades Regionais -- Sul	Incentivar o desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país.
Prioridades Regionais -- Sudeste		Incentivar o desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país.	

		Prioridades Regionais – Centro-Oeste	Incentivar o desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país.
--	--	---	--

Fonte: LANNOY, 2013.

A certificação internacional LEED possui 7 dimensões (Figura 3.1) a serem avaliadas nas edificações. Todas as dimensões possuem pré-requisitos que são práticas obrigatórias e créditos, recomendações que quando atendidas, garantem pontos a edificação. O nível da certificação é definido, conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos, nível certificado a 110 pontos, nível platina.

Dimensões Avaliadas








-  **Sustainable sites (Espaço Sustentável)** – Encoraja estratégias que minimizam o impacto no ecossistema durante a implantação da edificação e aborda questões fundamentais de grandes centros urbanos, como redução do uso do carro e das ilhas de calor.
-  **Water efficiency (Eficiência do uso da água)** – Promove inovações para o uso racional da água, com foco na redução do consumo de água potável e alternativas de tratamento e reuso dos recursos.
-  **Energy & atmosphere (Energia e Atmosfera)** – Promove eficiência energética nas edificações por meio de estratégias simples e inovadoras, como por exemplo simulações energéticas, medições, comissionamento de sistemas e utilização de equipamentos e sistemas eficientes.
-  **Materials & resources (Materiais e Recursos)** - Encoraja o uso de materiais de baixo impacto ambiental (reciclados, regionais, recicláveis, de reuso, etc.) e reduz a geração de resíduos, além de promover o descarte consciente, desviando o volume de resíduos gerados dos aterros sanitários.
-  **Indoor environmental quality (Qualidade ambiental interna)** – Promove a qualidade ambiental interna do ar, essencial para ambientes com alta permanência de pessoas, com foco na escolha de materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, controlabilidade de sistemas, conforto térmico e priorização de espaços com vista externa e luz natural.
-  **Innovation in design or innovation in operations (Inovação e Processos)** – Incentiva a busca de conhecimento sobre Green Buildings, assim como, a criação de medidas projetuais não descritas nas categorias do LEED. Pontos de desempenho exemplar estão habilitados para esta categoria.
-  **Regional priority credits (Créditos de Prioridade Regional)** – Incentiva os créditos definidos como prioridade regional para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local.. Quatro pontos estão disponíveis para esta categoria.

Figura 3.1 – Critérios de Avaliação – Resumo GBC/LEED.

Fonte: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>>. Disponível em 17 nov. 2014

A Figura 3.2 apresenta o modelo de *check list* usado para a avaliação do LEED – NC.



LEED para Novas Construções 2009 Registro Projeto Checklist



Nome do Projeto:
Endereço do Projeto:

Yes	?	No	Espaço Sustentável		26 Pontos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Y		Pré-requisito 1	Prevenção da poluição na atividade da Construção	Requisito
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1	Seleção do Terreno	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2	Densidade Urbana e Conexão com a Comunidade	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3	Remediação de áreas contaminadas	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.1	Transporte Alternativo, Acesso ao Transporte público	6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.2	Transporte Alternativo, Bicicletário e Vestiário para os ocupantes	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.3	Transporte Alternativo, Uso de Veículos de Baixa emissão	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.4	Transporte Alternativo, Área de estacionamento	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5.1	Desenvolvimento do espaço, Proteção e restauração do Habitat	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5.2	Desenvolvimento do espaço, Maximizar espaços abertos	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6.1	Projeto para águas Pluviais, Controle da quantidade	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6.2	Projeto para águas pluviais, Controle da qualidade	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 7.1	Redução da ilha de calor, Áreas Descobertas	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 7.2	Redução da ilha de calor, Áreas Cobertas	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 8	Redução da Poluição Luminosa	1

Yes	?	No	Uso Racional da Água		10 Pontos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Y		Pré-requisito 1	Redução no Uso da Água	Requisito
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1	Uso eficiente de água no paisagismo	2 a 4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Redução de 50%	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Uso de água não potável ou sem irrigação	4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2	Tecnologias Inovadoras para águas servidas	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3	Redução do consumo de água	2 a 4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Redução de 30%	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Redução de 35%	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Redução de 40%	4

Yes ? No

Yes	?	No	Energia e Atmosfera		35 Pontos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Y		Pré-requisito 1	Comissionamento dos sistemas de energia	Requisito
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 2	Performance Mínima de Energia	Requisito
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 3	Gestão Fundamental de Gases Refrigerantes, Não uso de CFC's	Requisito
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1	Otimização da performance energética	1 a 19
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		12% Prédios novos ou 8% Prédios reformados	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		14% Prédios novos ou 10% Prédios reformados	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		16% Prédios novos ou 12% Prédios reformados	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		18% Prédios novos ou 14% Prédios reformados	4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		20% Prédios novos ou 16% Prédios reformados	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		22% Prédios novos ou 18% Prédios reformados	6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		24% Prédios novos ou 20% Prédios reformados	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		26% Prédios novos ou 22% Prédios reformados	8
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		28% Prédios novos ou 24% Prédios reformados	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		30% Prédios novos ou 26% Prédios reformados	10
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		32% Prédios novos ou 28% Prédios reformados	11
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		34% Prédios novos ou 30% Prédios reformados	12
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		36% Prédios novos ou 32% Prédios reformados	13
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		38% Prédios novos ou 34% Prédios reformados	14
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		40% Prédios novos ou 36% Prédios reformados	15
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		42% Prédios novos ou 38% Prédios reformados	16
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		44% Prédios novos ou 40% Prédios reformados	17
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		46% Prédios novos ou 42% Prédios reformados	18
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		48% Prédios novos ou 44% Prédios reformados	19
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2	Geração local de energia renovável	1 a 7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1% Energia Renovável	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		3% Energia Renovável	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		5% Energia Renovável	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		7% Energia Renovável	4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		9% Energia Renovável	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		11% Energia Renovável	6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		13% Energia Renovável	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3	Melhoria no comissionamento	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4	Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5	Medições e Verificações	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6	Energia Verde	2

Yes	?	No	Materiais e Recursos		14 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 1	Depósito e Coleta de materiais recicláveis	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.1	Reuso do edifício, Manter Paredes, Pisos e Coberturas Existentes	1 a 3
				Reuso de 55%	1
				Reuso de 75%	2
				Reuso de 95%	3
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1.2	Reuso do Edifício, Manter Elementos Interiores não estruturais	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2	Gestão de Resíduos da Construção	1 a 2
				Destinar 50% para o reuso	1
				Destinar 75% para o reuso	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3	Reuso de Materiais	1 a 2
				Reuso de 5%	1
				Reuso de 10%	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4	Conteúdo Reciclado	1 a 2
				10% do Conteúdo	1
				20% do Conteúdo	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5	Materiais Regionais	1 a 2
				10% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado Regionalmente	1
				20% dos Materiais Extraído, Processado e Manufaturado Regionalmente	2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6	Materiais de Rápida Renovação	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 7	Madeira Certificada	1
Yes	?	No	Qualidade Ambiental Interna		15 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 1	Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pré-requisito 2	Controle da fumaça do cigarro	Requisito
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1	Monitoração do Ar Externo	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2	Aumento da Ventilação	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3.1	Plano de Gestão de Qualidade do Ar, Durante a Construção	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 3.2	Plano de Gestão de Qualidade do Ar, Antes da ocupação	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.1	Materiais de Baixa Emissão, Adesivos e Selantes	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.2	Materiais de Baixa Emissão, Tintas e Vernizes	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.3	Materiais de Baixa Emissão, Carpetes e sistemas de piso	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 4.4	Materiais de Baixa Emissão, Madeiras Compostas e Produtos de Agrofibras	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 5	Controle interno de poluentes e produtos químicos	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6.1	Controle de Sistemas, Iluminação	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 6.2	Controle de Sistemas, Conforto Térmico	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 7.1	Conforto Térmico, Projeto	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 7.2	Conforto Térmico, Verificação	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 8.1	Iluminação Natural e Paisagem, Luz do dia	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 8.2	Iluminação Natural e Paisagem, Vistas	1
Yes	?	No	Inovação e Processo do Projeto		6 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1	Inovação no Projeto: Insira o título	1 a 5
				Inovação ou Performance Exemplar	1
				Inovação ou Performance Exemplar	1
				Inovação ou Performance Exemplar	1
				Inovação	1
				Inovação	1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 2	Profissional Acreditado LEED®	1
Yes	?	No	Créditos Regionais		4 Pontos
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Crédito 1	Prioridades Regionais	1 a 4
				Prioridades Ambientais Especificas da Região	1
				Prioridades Ambientais Especificas da Região	1
				Prioridades Ambientais Especificas da Região	1
				Prioridades Ambientais Especificas da Região	1
Yes	?	No	Total de Pontuação do Projeto (Estimativa de Certificação)		110 Pontos
Certificado: 40-49 pontos Prata: 50-59 pontos Ouro: 60-79 pontos Platinium: 80 pontos ou mais					

Figura 3.2 – Tabela de Avaliação de Critérios – LEED for homes.

Fonte: <<http://gbcbrasil.org.br/sistema/certificacao/CheckListLEEDNCv.3Portugues.pdf>>. Acesso em 17 nov. 2014 e <<http://www.usgbc.org/leed>>. Disponível em 18 nov.2014

3.4 AQUA

Já o selo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é o primeiro método brasileiro de certificação ambiental de edifícios a ser lançado para o setor de construção civil. Tendo como fonte de inspiração o selo francês HQE (NF *Bâtiments Tertiaires – Démarche*) é o primeiro

selo a levar em conta as especificidades do Brasil para elaborar os 14 critérios que avaliam a gestão ambiental da construção e técnicas arquitetônicas. Os critérios avaliados são:

Eco-construção

- Relação do edifício com o seu entorno;
- Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos e
- Canteiro de obras com baixo impacto ambiental.

Gestão

- Da energia;
- Da água;
- Dos resíduos de uso e operação do edifício e
- Manutenção: permanência do desempenho ambiental.

Conforto

- Higrotérmico;
- Acústico;
- Visual e
- Olfativo.

Saúde

- Qualidade sanitária dos ambientes;
- Do ar e
- Da água.

Essa certificação é um processo de gestão do projeto visando obter o selo de Alta Qualidade Ambiental de um empreendimento de construção. Foi trazido para o Brasil pela fundação Vanzolini e é mantido pela Escola Politécnica - PRO – USP.

O método AQUA tem uma configuração diferente da dos outros métodos, por ser um método que estabelece um perfil ao invés de uma pontuação.

GERENCIAR OS IMPACTOS SOBRE O AMBIENTE EXTERIOR		CRIAR UM ESPAÇO INTERIOR SADIO E CONFORTÁVEL	
SÍTIO E CONSTRUÇÃO		CONFORTO	
1	RELAÇÃO DO EDIFÍCIO COM SEU ENTORNO	8	CONFORTO HIGROTÉRMICO
2	ESCOLHA INTEGRADA DE PRODUTOS, SISTEMAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS	9	CONFORTO ACÚSTICO
3	CANTEIRO DE OBRAS COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL	10	CONFORTO VISUAL
		11	CONFORTO OLFATIVO
GESTÃO		SAÚDE	
4	GESTÃO DE ENERGIA	12	QUALIDADE SANITÁRIA DOS AMBIENTES
5	GESTÃO DA ÁGUA	13	QUALIDADE SANITÁRIA DO AR
6	GESTÃO DOS RESÍDUOS DE USO E OPERAÇÃO DO EDIFÍCIO	14	QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA
7	MANUTENÇÃO: PERMANÊNCIA DO DESEMPENHO AMBIENTAL		

Figura 3.3 – Critérios de Avaliação – AQUA.

Fonte: <<http://www.arcoweb.com.br>>. Disponível em 21 nov. 2014

Segundo Aulicino (2008), o referencial francês resultou de um amplo processo de busca de um consenso do setor daquele país, envolvendo agentes públicos e privados. No Brasil, o processo AQUA é definido por dois padrões:

O primeiro compreende o SGE – Sistema de Gestão do Empreendimento, que trata da gestão a ser estabelecida pelo empreendedor para assegurar a qualidade ambiental final de sua construção. Permite o planejamento, a operacionalização e o controle de todas as etapas de seu desenvolvimento.

E o segundo corresponde à Qualidade Ambiental do Edifício (QAE), que avalia o desempenho do empreendimento de acordo com suas características técnicas arquitetônicas. (LANNOY, 2013).

O empreendimento é avaliado em pelo menos três fases (construções novas e reformas): pré-projeto (programa de necessidades), projeto (concepção) e execução (para a certificação final).

A avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício é estruturada em 14 categorias e classificadas nos níveis Base, Boas Práticas ou Melhores Práticas, de acordo com o perfil ambiental definindo pelo empreendedor na fase pré-projeto, como pode ser observado no gráfico da Figura 3.4.

Perfil Mínimo de desempenho para certificação

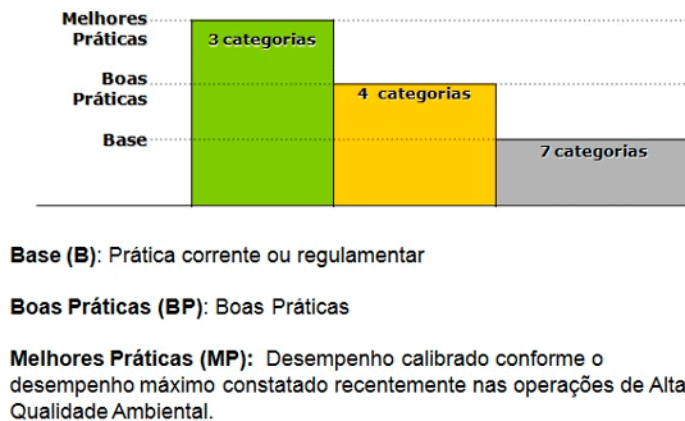


Figura 3.4 – Perfil Mínimo de Desempenho – AQUA.

Fonte: <<http://www.vanzolini.org.br>>. Disponível em 24 nov. 2014

Para que o empreendimento obtenha o certificado AQUA, este deve alcançar um perfil mínimo de desempenho com 3 categorias no nível Melhores Práticas, 4 categorias no nível Boas Práticas e 7 categorias no nível Base.

Visando à similaridade entre os selos BREEAM e LEED e utilizando o relatório técnico Edifícios Habitacionais – versão 2 de 2013, segue a Tabela 3.5, proposta por Lannoy (2013).

Tabela 3.5 – Resumo AQUA.

CERTIFICAÇÕES	ATRIBUTO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	OBJETIVO
		AQUA	Eco construção
Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	2.1 Escolhas de produtos, sistemas e processos construtivos que garantam a durabilidade da construção. 2.2 Escolhas de produtos, sistemas e processos construtivos a fim de limitar os impactos socioambientais do empreendimento e de sua construção. 2.3 Escolhas construtivas adaptadas à vida útil desejada da construção. 2.4 Escolhas construtivas considerando a facilidade de conservação da construção. 2.5 Revestimentos de piso (condomínios verticais). 2.6 Revestimentos de piso (casas). 2.7 Escolhas dos fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva. 2.8 Flexibilidades da unidade habitacional após a entrega. 2.9 Acessibilidade e adaptabilidade da unidade habitacional ao envelhecimento. 2.10 Organização e planejamento da cozinha.		
A participação dos interessados	3.1 Disposições contratuais para a obtenção de um canteiro de obras com baixo impacto ambiental. 3.2 Limitações dos incômodos. 3.3 Limitações dos riscos sanitários e de poluição podendo afetar o terreno, os trabalhadores e a vizinhança. 3.4 Gestões dos resíduos do canteiro de obras. 3.5 Controle dos recursos água e energia. 3.6 Balanços do canteiro de obras.		
AQUA	Gestão	Gestão da energia	4.1 Reduções do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica. 4.2 Usos de energias renováveis locais. 4.3 Reduções do consumo de energia para os sistemas de condicionamento de ar, ventilação e exaustão. 4.4 Reduções do consumo de energia para os sistemas de iluminação. 4.5 Reduções do consumo de energia para os demais equipamentos. 4.6 Controles da eficiência energética. 4.7 Desempenhos do sistema para produção de água quente.
		Gestão da água	5.1 Reduções do consumo de água potável. 5.2 Gestões de águas pluviais. 5.3 Dimensionamentos do sistema de aquecimento de água.
		Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	6.1 Identificar e classificar a produção de resíduos de uso e operação com a finalidade de valorização. 6.2 Adequações entre a coleta interna e a coleta externa. 6.3 Controles da triagem dos resíduos. 6.4 Otimização do sistema de coleta interna considerando os locais de produção, armazenamento, coleta e retirada.
		Gestão da Manutenção	7.1 Facilidades de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações. 7.2 Equipamentos para a permanência do desempenho na fase de uso. 7.3 Informações destinadas aos futuros ocupantes e gestores.
AQUA	Conforto	Conforto higrotérmico	8.1 Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno. 8.2 Conforto higrotérmico de verão. 8.3 Conforto higrotérmico de inverno.
		Conforto acústico	9.1 Conforto acústico entre a unidade habitacional e os outros locais de uma mesma edificação. 9.2 Conforto acústico entre os cômodos principais e o exterior de uma construção.

Saúde	Conforto visual	10.1 Aproveitar da melhor maneira os benefícios da iluminação natural. 10.2 Dispor de uma iluminação artificial confortável. 10.3 Dispor de uma iluminação artificial das zonas exteriores (entrada, vias internas, acesso ao estacionamento, ...) confortável e segura.
	Conforto olfativo	11.1 Ventilação eficiente. 11.2 Controle das fontes de odores desagradáveis.
	Qualidade sanitária dos ambientes	12.1 Criar boas condições de higiene nos ambientes. 12.2 Otimizar as condições sanitárias das áreas de limpeza. 12.3 Controle de exposição eletromagnética.
	Qualidade sanitária do ar	13.1 Ventilação eficiente. 13.2 Controle das fontes de poluição internas. 13.3 Controle das fontes de poluição externas.
	Qualidade sanitária da água	14.1 Assegurar a manutenção da qualidade da água destinada ao consumo humano nas redes internas do edifício. 14.2 Risco de queimadura e legionelose.

Fonte: LANNOY, 2013.

3.5 Casa Azul Caixa

O selo da Casa Azul CAIXA boas práticas para habitação mais sustentável é o primeiro sistema ofertado no Brasil, de classificação da sustentabilidade de projetos habitacionais, sendo desenvolvido para a realidade da construção habitacional brasileira. Tem como proposta reconhecer os projetos habitacionais que demonstram suas contribuições para a redução dos impactos ambientais e, segundo o Guia Selo Casa Azul, incentivar o uso racional dos recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais, reduzir o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários, bem como promover a conscientização de empreendedores e moradores sobre as vantagens das construções sustentáveis. Sua metodologia foi desenvolvida por técnicos da CAIXA e por um grupo multidisciplinar de professores da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Estadual de Campinas.

O Selo Casa Azul é avaliado em três níveis: ouro, prata e bronze (Figura 3.5).

			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gradação</th> <th>Atendimento mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BRONZE</td> <td>Critérios obrigatórios</td> </tr> <tr> <td>PRATA</td> <td>Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha</td> </tr> <tr> <td>OURO</td> <td>Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha</td> </tr> </tbody> </table>	Gradação	Atendimento mínimo	BRONZE	Critérios obrigatórios	PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha	OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha
Gradação	Atendimento mínimo										
BRONZE	Critérios obrigatórios										
PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha										
OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha										

Figura 3.5 – Logomarca e níveis de graduação dos Selos Casa Azul: níveis ouro, prata e bronze.

Fonte: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/desenvolvimento_urbano/gestao_ambiental/SELO_CA_SA_AZUL_CAIXA_versaoweb.pdf>. Disponível em 01 dez. 2014

Na avaliação, serão considerados 6 categorias subdivididas em 53 critérios. Segundo o Guia Selo Casa Azul, para receber o Selo nível bronze, é necessário preencher os 19 critérios obrigatórios. Para o nível prata, é preciso atender aos itens obrigatórios mais 6 opcionais e, para o nível ouro, os 19 obrigatórios e mais 12 opcionais. As seis categorias são: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água, e práticas sociais, como pode ser observado no resumo da Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Resumo Selo Casa Azul - Caixa.

CERTIFICAÇÕES	ATRIBUTO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	OBJETIVO
		CASA AZUL	Qualidade Urbana
Qualidade do Entorno – Impactos	Buscar o bem estar, a segurança e a saúde dos moradores, considerando o impacto do entorno em relação ao empreendimento em análise.		
Melhorias no Entorno	Incentivar ações para melhorias estéticas, funcionais, paisagísticas e de acessibilidade no entorno do empreendimento.		
Recuperação de Áreas Degradadas	Incentivar a recuperação de áreas social e/ou ambientalmente degradadas.		
Reabilitação de Imóveis	Incentivar a reabilitação de edificações e a ocupação de vazios urbanos, especialmente nas áreas centrais, de modo a devolver ao meio ambiente, ao ciclo econômico e à dinâmica urbana uma edificação ou área antes em desuso, impossibilitada de uso ou subutilizada.		
Projeto e conforto	Paisagismo		Auxiliar no conforto térmico e visual do empreendimento, mediante regulação de umidade, sombreamento vegetal e uso de elementos paisagísticos.
	Flexibilidade de Projeto		Permitir o aumento da versatilidade da edificação, por meio de modificação de projeto e futuras ampliações, adaptando-se às necessidades do usuário.
	Relação com a Vizinhança		Minimizar os impactos negativos do empreendimento sobre a vizinhança.
	Solução Alternativa de Transporte		Incentivar o uso, pelos condôminos, de meio de transporte menos poluentes, visando a reduzir o impacto produzido pelo uso de veículos automotores.
	Local para Coleta Seletiva		Possibilitar a realização da separação dos recicláveis (resíduos sólidos domiciliares - RSD) no empreendimento.
	Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos		Incentivar práticas saudáveis de convivência e entretenimento dos moradores, mediante à implantação de equipamentos de lazer, sociais e esportivos nos empreendimentos.

CASA AZUL	Projeto e conforto	Desempenho Térmico – Vedações	Proporcionar ao usuário melhores condições de conforto térmico, conforme as diretrizes gerais para projeto correspondentes à zona bioclimática do local do empreendimento, controlando-se a ventilação e a radiação solar que ingressa pelas aberturas ou que é absorvida pelas vedações externas da edificação.
		Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	Proporcionar ao usuário condições de conforto térmico mediante estratégias de projeto, conforme à zona bioclimática do local do empreendimento, considerando-se a implantação da edificação em relação à orientação solar, aos ventos dominantes e à interferência de elementos físicos do entorno, construídos ou naturais.
		Iluminação Natural de Áreas Comuns	Melhorar a salubridade do ambiente, além de reduzir o consumo de energia mediante iluminação natural nas áreas comuns, escadas e corredores dos edifícios.
		Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros	Melhorar a salubridade do ambiente, além de reduzir o consumo de energia nas áreas dos banheiros.
		Adequação às condições Físicas do Terreno	Minimizar o impacto causado pela implantação do empreendimento na topografia e em relação aos elementos naturais do terreno.
	Eficiência Energética	Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	Reduzir o consumo de energia elétrica mediante o uso de lâmpadas eficientes.
		Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	Reduzir o consumo de energia elétrica mediante a utilização de dispositivos economizadores e/ou lâmpadas eficientes nas áreas comuns.
		Sistema de Aquecimento Solar	Reduzir o consumo de energia elétrica ou de gás para o aquecimento de água.
		Sistemas de Aquecimento à Gás	Reduzir o consumo de gás com o equipamento.
		Medição Individualizada - Gás	Proporcionar aos moradores o gerenciamento do consumo de gás da sua unidade habitacional, conscientizando-os sobre seus gastos e possibilitando a redução do consumo.
		Elevadores Eficientes	Reduzir o consumo de energia elétrica com a utilização de sistemas operacionais eficientes na edificação.
		Eletrodomésticos Eficientes	Reduzir o consumo de energia com eletrodomésticos.
	Conservação de Recursos Materiais	Coordenação Modular (modulação)	Reduzir as perdas de materiais pela necessidade de cortes, ajustes de componentes e uso de material de enchimento; aumentar a produtividade da construção civil e reduzir o volume de RCD.
		Qualidade de Materiais e Componentes	Evitar o uso de produtos de baixa qualidade, reduzindo o consumo de recursos naturais utilizados na correção e os custos de correção de defeitos, além de melhorar as condições de competitividade dos fabricantes que operam em conformidade com a normalização.
Componentes Industrializados ou Pré-fabricados		Reduzir as perdas de materiais e a geração de resíduos, colaborando para a redução do consumo de recursos naturais pelo emprego de componentes industrializados.	
CASA AZUL	Conservação de Recursos Materiais	Formas e Escoras Reutilizáveis	Reduzir o emprego de madeira em aplicações de baixa durabilidade, que constituem desperdício, e incentivar o uso de materiais reutilizáveis.
		Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	Reduzir a quantidade de resíduos de construção e demolição e seus impactos no meio ambiente urbano e nas finanças municipais por meio da promoção ao respeito das diretrizes estabelecidas nas Resoluções n. 307 e n. 348 do Conama (BRASIL, 2002 e 2004).
		Concreto com Dosagem Otimizada	Otimizar o uso do cimento na produção de concretos estruturais, por meio de processos de dosagem e produção controlados e de baixa variabilidade, sem redução da segurança estrutural, preservando recursos naturais escassos e reduzindo as emissões de CO ₂ .

CASA AZUL		Cimento de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)	Redução das emissões de CO2 associadas à produção do clínquer de cimento Portland e redução do uso de recursos naturais não renováveis escassos (calcário) através de sua substituição por resíduos (escórias e cinzas volantes) ou materiais abundantes (pozolana produzida com argila calcinada).
		Pavimentação com RCD	Reduzir a pressão sobre recursos naturais não renováveis por meio do uso de materiais reciclados e pela promoção de mercado de agregados reciclados.
		Madeira Plantada ou Certificada	Reduzir a demanda por madeiras nativas de florestas não manejadas pela promoção do uso de madeira de espécies exóticas plantadas ou madeira nativa certificada.
		Facilidade de Manutenção da Fachada	Reduzir as atividades de manutenção e os impactos ambientais associados à pintura frequente da fachada, que apresentam custos elevados, particularmente para moradores de habitação de interesse social.
		Informalidade Zero	A construção sustentável se inicia pelo processo de seleção de fornecedores. Somente empresas que operam exclusivamente de maneira formal podem produzir e fornecer materiais de forma compatível com o desenvolvimento sustentável.
	Gestão da Água	Medição Individualizada - Água	Possibilitar aos usuários o gerenciamento do consumo de água de sua unidade habitacional, de forma a facilitar a redução de consumo.
		Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	Proporcionar a redução do consumo de água.
		Dispositivos Economizadores – Arejadores	Proporcionar a redução do consumo de água e maior conforto ao usuário, propiciado pela melhor dispersão do jato em torneiras.
		Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão	Proporcionar a redução do consumo de água nos demais pontos de utilização.
		Aproveitamento de Águas Pluviais	Reduzir o consumo de água potável para determinados usos, tais como em bacia sanitária, irrigação de áreas verdes, lavagem de pisos, lavagem de veículos e espelhos d'água.
		Retenção de Águas Pluviais	Permitir o escoamento das águas pluviais de modo controlado, com vistas a prevenir o risco de inundações em regiões com alta impermeabilização do solo e desonerar as redes públicas de drenagem.
	Gestão da Água	Infiltração de Águas Pluviais	Permitir o escoamento das águas pluviais de modo controlado ou favorecer a sua infiltração no solo, com vistas a prevenir o risco de inundações, reduzir a poluição difusa, amenizar a solicitação das redes públicas de drenagem e propiciar a recarga do lençol freático.
		Áreas Permeáveis	Manter, tanto quanto possível, o ciclo da água com a recarga do lençol freático, prevenir o risco de inundação em áreas com alta impermeabilização do solo e amenizar a solicitação das redes públicas de drenagem urbana.
	Práticas Sociais	Educação para a Gestão de RCD	Realizar atividades educativas e de mobilização para os empregados envolvidos no empreendimento tendo em vista a execução das diretrizes do plano de gestão de RCD.
		Educação Ambiental dos Empregados	Prestar informações e orientar os trabalhadores sobre a utilização dos itens de sustentabilidade do empreendimento, notadamente sobre os aspectos ambientais.
Desenvolvimento Pessoal dos Empregados		Proporcionar atividades educativas aos trabalhadores, visando à melhoria das suas condições de vida.	
Capacitação Profissional dos Empregados		Prover os trabalhadores de capacitação profissional, visando à melhoria de seu desempenho e das suas condições socioeconômicas.	

	Capacitação Profissional dos Empregados	Prover os trabalhadores de capacitação profissional, visando à melhoria de seu desempenho e das suas condições socioeconômicas.
	Inclusão de Trabalhadores Locais	Promover a ampliação da capacidade econômicas dos moradores da área de intervenção e seu entorno ou de futuros moradores do empreendimento por meio da contratação dessa população, estabelecendo uma relação positiva dos mesmos com o empreendimento.
	Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto	Promover a participação e o envolvimento da população-alvo na implantação do empreendimento e na consolidação deste como sustentável, desde sua concepção, como forma de estimular a permanência dos moradores no imóvel e a valorização da benfeitoria.
	Orientação aos Moradores	Prestar informações e orientar os moradores quanto ao uso e à manutenção adequada do imóvel, considerando-se os aspectos de sustentabilidade previstos no projeto.
	Educação Ambiental dos Moradores	Prestar informações e orientar os moradores sobre as questões ambientais e os demais eixos que compõem a sustentabilidade.
	Capacitação para Gestão do Empreendimento	Fomentar a organização social dos moradores e capacitá-los para a gestão do empreendimento.
	Ações para Mitigação de Riscos Sociais	Propiciar a inclusão social de população em situação de vulnerabilidade social, bem como desenvolver ações socioeducativas para os demais moradores da área e do entorno, com vistas a reduzir o impacto do empreendimento em suas adjacências, e favorecer a resolução de possíveis conflitos gerados pela construção e inserção de novos habitantes na comunidade já instalada.
	Ações para a Geração de Emprego e Renda	Promover o desenvolvimento socioeconômico dos moradores

Fonte: LANNOY, 2013.

Na Tabela 3.7, seguem os itens propostos que são verificados com as respectivas obrigаторiedades. O atendimento a estes itens em projeto será verificado também no curso do acompanhamento da obra, durante as medições mensais ou em vistorias específicas.

Tabela 3.7 – Tabela Resumo das Categorias, Critérios e Classificação do Selo Casa Azul - Caixa.

TABELA RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS, CRITÉRIOS		CLASSIFICAÇÃO	
1. QUALIDADE URBANA		BRONZE	PRATA
1.1	Qualidade do Entorno – Infraestrutura	obrigatório	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha
1.2	Qualidade do Entorno – Impactos	obrigatório	
1.3	Melhorias do Entorno		
1.4	Recuperação de Áreas Degradadas		
1.5	Reabilitação de Imóveis		
2. PROJETO E CONFORTO			
2.1	Paisagismo	obrigatório	
2.2	Flexibilidade de Projeto		
2.3	Relação com a Vizinhança		
2.4	Solução Alternativa de Transporte		
2.5	Local para Coleta Seletiva	obrigatório	
2.6	Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	obrigatório	
2.7	Desempenho Térmico – Vedações	obrigatório	
2.8	Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	obrigatório	
2.9	Iluminação Natural de Áreas Comuns		critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
2.10	Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros		
2.11	Adequação às Condições Físicas do Terreno		
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1	Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	obrigatório p/ HIS - até 3 s.m.	
3.2	Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	obrigatório	
3.3	Sistema de Aquecimento Solar		
3.4	Sistema de Aquecimento à Gás		
3.5	Medição Individualizada – Gás	obrigatório	
3.6	Elevadores Eficientes		
3.7	Eletrodomésticos Eficientes		
3.8	Fontes Alternativas de Energia		
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1	Coordenação Modular		
4.2	Qualidade de Materiais e Componentes	obrigatório	

TABELA RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO				
CATEGORIAS, CRITÉRIOS		CLASSIFICAÇÃO		
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS		BRONZE	PRATA	
4.3	Componentes Industrializados ou Pré-Fabricados		critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha	
4.4	Formas e Escoras Reutilizáveis	obrigatório		
4.5	Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	obrigatório		
4.6	Concreto em Dosagem Otimizada			
4.7	Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CPIV)			
4.8	Pavimentação com RCD			
4.9	Facilidade de Manutenção da Fachada			
4.10	Madeira Plantada ou Certificada			
5. GESTÃO DA ÁGUA				critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
5.1	Medição Individualizada – Água	obrigatório		
5.2	Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	obrigatório		
5.3	Dispositivos Economizadores – Arejadores			
5.4	Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão			
5.5	Aproveitamento de Águas Pluviais			
5.6	Retenção de Águas Pluviais			
5.7	Infiltração de Águas Pluviais			
5.8	Áreas Permeáveis	obrigatório		
6. PRÁTICAS SOCIAIS				
6.1	Educação para a Gestão de RCD	obrigatório		
6.2	Educação Ambiental dos Empregados	obrigatório		
6.3	Desenvolvimento Pessoal dos Empregados			
6.4	Capacitação Profissional dos Empregados			
6.5	Inclusão de Trabalhadores Locais			
6.6	Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto			
6.7	Orientação aos Moradores	obrigatório		
6.8	Educação Ambiental dos Moradores			
6.9	Capacitação para Gestão do Empreendimento			
6.10	Ações para Mitigação de Riscos Sociais			
6.11	Ações para Geração de Emprego e Renda			

Fonte: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/desenvolvimento_urbano/gestao_ambiental/SELO_CA_SA_AZUL_CAIXA_versaoweb.pdf>. Disponível em 01 dez. 2014

3.6 PROCEL Edifica (Brasil)

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) foi uma iniciativa do Governo Brasileiro para racionalizar a produção e o consumo de energia elétrica, eliminar os desperdícios e reduzir os custos e investimentos no setor. Criado em 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, e sob a gestão de uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobrás, em 1991, já como programa de Governo passou a ter maior abrangência.

Como as construções são as grandes vilãs no consumo de energia em todo o mundo, sentiu-se a necessidade de criar um programa voltado especificamente para esta área, e assim, em 2003 criou-se o PROCEL Edifica, em conjunto com o Ministério de Minas e Energia, o Ministério das Cidades, universidades, centros de pesquisa e entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento, além do setor da construção civil.

O sistema de avaliação do desempenho energético das edificações possui três programas distintos disponíveis:

- Edifícios residenciais, que são subdivididos em: Unidades Habitacionais autônomas (UHs); Edificações Multifamiliares e Áreas Comuns.
- Edifícios comerciais
- Edifícios de serviços e públicos.

Dentro de cada programa citado acima, são avaliadas diversas categorias. No caso dos edifícios comerciais e de serviços e públicos, são analisadas a envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Enquanto nos edifícios residências, acrescentam-se as avaliações do sistema de aquecimento de água, além dos sistemas presentes nas áreas comuns dos edifícios multifamiliares, como iluminação, elevadores, bombas centrífugas etc.

A avaliação dos projetos é realizada em duas etapas: na fase de projeto e após a construção do edifício. Um projeto pode ser avaliado pelo método prescritivo ou pelo método da simulação, enquanto o edifício construído deve ser avaliado através de inspeção *in loco*.

Segundo o PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem Edifica), a etiqueta (Figuras 3.6 e 3.7) é o Selo de Conformidade que evidencia o atendimento a requisitos de desempenho (e, em alguns casos, adicionalmente, também de segurança) estabelecidos em normas e regulamentos técnicos.



Figura 3.6 – Etiqueta de Eficiência Energética – Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.

Fontes: <creato.com.br> e <pbeedifica.com.br>. Acesso em 04 dez.



Figura 3.7 – Etiqueta de Eficiência Energética – Unidade Habitacional Autônoma.

Fontes: <creato.com.br> e <pbeedifica.com.br>. Acesso em 04 dez. 2014

Conforme orientações do PROCEL, estas etiquetas devem ser emitidas por Organismo de Inspeção Acreditado (OIA) pelo Inmetro, para Eficiência Energética em Edificações - OIA-EEE. Pelo Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética, as publicações técnicas relacionadas à Etiquetagem em Edifícios são:

RTQ-C

Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Portaria 372/2010, onde define o documento que especifica os requisitos técnicos, bem como os métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética. Os edifícios submetidos a este RTQ devem atender às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes e aplicáveis.

RTQ-R

Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais. Tratando-se de Edificações Residenciais, o documento especifica requisitos técnicos, bem como os métodos para a classificação de edificações residenciais quanto à eficiência energética. As edificações submetidas a este RTQ devem atender às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes e aplicáveis.

RAC

Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações. Documento que Estabelece os critérios para o Programa de Avaliação da Conformidade de Eficiência Energética de Edificações, através do mecanismo da Inspeção, objetivando a concessão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE, de acordo com os Regulamentos Técnicos da Qualidade para este objeto, e visando estimular a concepção de edificações mais eficientes.

A tabela 3.8, apresenta um resumo do RTQ-R 2013, versão 1 para edificações residenciais (LANNOY, 2013).

Tabela 3.8 – Tabela Resumo PROCEL Edifica

CERTIFICAÇÕES	ATRIBUTO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	PRÉ REQUISITOS	OBJETIVO
PROCEL RTQ-R	UNIDADES HABITACIONAIS AUTÔNOMAS	Envoltória	Transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das superfícies	Devem ser atendidos de acordo com a Zona Bioclimática em que a edificação se localiza. Obs.: Paredes referem-se a elementos opacos, não incluem as aberturas e são usadas principalmente no cálculo da transmitância térmica e absorvância (assim como as aberturas) . Já as fachadas referem-se a todos os elementos que compõem o fechamento do edifício , incluindo elementos opacos e translúcidos.
			Ventilação natural	a) Percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação. b) Ventilação cruzada.
			Iluminação natural	O acesso à iluminação natural em ambientes de permanência prolongada deve ser garantido por uma ou mais aberturas para o exterior. A soma das áreas de aberturas para iluminação natural de cada ambiente deve corresponder a no mínimo 12,5% da área útil do ambiente.

<i>PROCEL RTQ-R</i>	UNIDADES HABITACIONAIS AUTÔNOMAS	Sistema de aquecimento de água	Sistema de aquecimento solar	Os coletores solares devem ser instalados com orientação e ângulo de inclinação conforme especificações, manual de instalação e projeto.
			Sistema de aquecimento a gás	Os aquecedores a gás do tipo instantâneo e de acumulação devem possuir ENCE A ou B. Nos casos em que seja utilizado reservatório de água quente, este deve ter isolamento térmico e capacidade de armazenamento compatível com o dimensionamento proposto a seguir.
			Bombas de calor	Sistemas de aquecimento de água utilizando bombas de calor recebem eficiência de acordo com o coeficiente de performance (COP), medindo de acordo as normas ASHRAE Standard 146, ASHRAE 13256 ou AHRI 1160.
			Sistema de aquecimento elétrico	Aos sistemas de aquecimento de água com aquecedores elétricos de passagem, chuveiros elétricos e torneiras elétricas é atribuída eficiência em função da potência do aparelho, desde que façam parte do PBE. Aos aquecedores elétricos de hidromassagem é atribuída eficiência em função da potência do aparelho, desde que façam parte do PBE. Os aquecedores elétricos de água por acumulação (boiler) devem possuir ENCE e estar de acordo com as normas técnicas brasileiras para aquecedores elétricos por acumulação. Os aquecedores devem possuir timer para evitar seu uso no horário de ponta.
			Caldeiras a óleo	Caldeiras que utilizam como combustível fluido líquido como óleo diesel ou outros derivados de petróleo receberão classificação nível E.
		Bonificações	Ventilação natural	As UHs de até dois pavimentos devem comprovar a existência de porosidade mínima de 20% em pelo menos duas fachadas com orientações distintas, expressa pela relação entre a área efetiva de abertura para ventilação e a área da fachada (a verificação da porosidade é feita para cada fachada). Em edifícios verticais, essa porosidade pode ser reduzida em função da altura das aberturas de entrada do vento, medida em relação ao nível médio do meio-fio e o centro geométrico dessas aberturas, multiplicando-a pelo valor do coeficiente de redução de porosidade obtido na Tabela fornecida para esta categoria.
			Iluminação natural	a) Profundidade (conforme tabela fornecida nesta categoria) de ambientes com iluminação natural proveniente de aberturas laterais. b) Refletância do teto.
			Uso racional da água	As UHs devem possuir combinação de sistemas de uso de água da chuva e equipamentos economizadores.

PROCEL RTQ-R	UNIDADES HABITACIONAIS AUTÔNOMAS	Bonificações	Condicionamento artificial de ar	A envoltória da UH deve atingir nível A de eficiência quando condicionada artificialmente. Condicionadores de ar do tipo janela e do tipo <i>Split</i> devem possuir ENCE A ou Selo PROCEL e estar de acordo com as normas brasileiras de condicionadores de ar domésticos. Condicionadores de ar do tipo central ou condicionadores não regulamentados pelo INMETRO devem atender aos parâmetros definidos nos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), publicados pelo INMETRO; As cargas térmicas de projeto do sistema de aquecimento e resfriamento de ar devem ser calculadas de acordo com normas e manuais de engenharia, de comprovada aceitação nacional ou internacional, com publicação posterior ao ano de 2000, como por exemplo, o <i>ASRAE Handbook of Fundamentals</i> .
			Iluminação artificial	As UHs devem possuir 50% das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo PROCEL em todos os ambientes; as UHs devem possuir 100% das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/ W ou com Selo PROCEL em todos os ambientes.
			Ventiladores de teto	As UHs devem possuir instalados ventiladores de teto com Selo PROCEL e garantir as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante.
			Refrigeradores	As UHs devem possuir instalados refrigeradores com ENCE nível A ou Selo PROCEL e garantir as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante.
			Medição individualizada	Caso o sistema de aquecimento da água na edificação seja compartilhado por mais de uma UH, este deve possibilitar medição individualizada.
		EDIFICAÇÕES UNIFAMILIARES EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES	A classificação do nível de eficiência de edificações unifamiliares é equivalente ao resultado da classificação da unidade habitacional autônoma.	
A classificação do nível de eficiência de edificações multifamiliares é o resultado da ponderação da classificação de suas unidades habitacionais autônomas pela área útil das UHs, excluindo terraços e varandas.				

PROCEL RTQ-R	ÁREAS DE USO COMUM	Áreas comuns de uso frequente	Iluminação artificial	Devem ser respeitados os critérios da tabela fornecida para esta categoria.
			Bombas Centrífugas	As bombas centrífugas instaladas na edificação devem possuir ENCE.
			Elevadores	Os elevadores devem ter eficiência atribuída em função da demanda específica de energia, que é baseada na demanda de energia em <i>stand bye</i> na demanda em viagem. Para tanto, deve-se definir a categoria de uso do elevador dentre as quatro categorias apresentadas na tabela para esta categoria.
		Áreas comuns de uso eventual	Envoltória de áreas comuns de uso eventual	Caso as áreas comuns de uso eventual sejam construídas separadas das edificações residenciais, a sua envoltória deve atender aos pré-requisitos de transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das superfícies.
			Iluminação artificial	As bombas centrífugas instaladas na edificação devem possuir ENCE.
			Equipamentos (Condicionadores de ar e Eletrodomésticos e equipamentos)	Devem possuir ENCE.
			Sistemas de aquecimento de água	a) O sistema de aquecimento de água de chuveiros, torneiras e hidromassagem deve ter sua classificação obtida conforme já descrito anteriormente. b) Sistema de aquecimento de piscinas: para obtenção do nível A, o sistema de aquecimento de água de piscinas deve ser feito através de aquecimento solar , a gás ou por bomba de calor e deve atender aos pré-requisitos gerais e aos pré-requisitos para sistema de aquecimento solar ou por bomba de calor, dependendo do sistema utilizado.
			Sauna	Para obtenção do nível A, o aquecimento da sauna deve ser realizado por equipamentos a gás GLP, gás natural ou lenha e as paredes e portas devem possuir isolamento térmico mínimo de 0,5 m ² k/W. Saunas a gás ou a lenha sem o referido isolamento térmico receberão nível C. Saunas com aquecimento elétrico receberão classificação nível E.
		Bonificações	Uso racional da água	A bonificação pode ser obtida com a combinação de sistemas e equipamentos que racionalizem o uso da água, tais como: torneira com arejadores e/ou temporizadores, chuveiros com regulador de pressão, sanitários com descarga de duplo acionamento, mictórios com sensores, reuso de águas cinza e aproveitamento de água pluvial para descarga de bacias sanitárias, irrigação de jardins, limpeza de áreas externas e fachadas e uso em torneiras externas. Para tanto, deve-se comprovar economia mínima de 40% no consumo anual de água, considerando o dimensionamento para sistemas não economizadores nas mesmas condições de uso.

PROCEL RTQ-R	ÁREAS DE USO COMUM	Bonificações	Iluminação natural em áreas comuns de uso frequente	Garagens internas mais 75% dos ambientes internos das áreas comuns de uso frequente devem apresentar dispositivos de iluminação natural como janelas, iluminação zenital ou de função similar, com área de no mínimo 1/10 da área do piso do ambiente.
			Ventilação natural em áreas comuns de uso frequente	Garagens mais 75% dos ambientes internos das áreas comuns de uso frequente devem possuir aberturas voltadas para o exterior com área de abertura efetiva para ventilação mínima de 1/12 da área do piso do ambiente.

Fonte: LANNOY, 2013

Ainda sobre o contexto da eficiência energética das edificações, é possível ressaltar as Normas Brasileiras desenvolvidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas): NBR 15220 e NBR 15575.

A NBR 15220, Desempenho Térmico de Edificações, destaca-se a terceira parte (ABNT, 2005c), que estabelece o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, onde foi formulado um conjunto de recomendações técnico-construtivas para cada uma das oito zonas bioclimáticas, objetivando otimizar o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática. Já a NBR 15575, Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos – Desempenho, estabelece que as edificações habitacionais devem reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico considerando sua região de implantação e as respectivas características bioclimáticas (Figuras 4.8 e 4.9), conforme observado por Fagundes (2014).

Nível de Eficiência	EqNum
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: INMETRO, 2010b, p.18.

Pontuação (PT)	Nível de Eficiência
$PT \geq 4,5$	A
$3,5 \leq PT < 4,5$	B
$2,5 \leq PT < 3,5$	C
$1,5 \leq PT < 2,5$	D
$PT < 1,5$	E

Fonte: INMETRO, 2010b, p.19.

Figura 3.8 – Equivalente Numérico para cada nível de Eficiência.

Figura 3.9 – Classificação do nível de eficiência de acordo com a pontuação obtida.

Fonte: FAGUNDES, 2014.

Nos capítulos seguintes, serão apresentadas as justificativas e as análises comparativas entre os selos estudados neste trabalho e a construção do exercício de avaliação da sustentabilidade referente aos tipos de telhas para edificações residenciais.

Milena Lannoy (2013) realizou um levantamento para compor os parâmetros de avaliação aplicados em materiais de acabamento, com aplicação em pisos e revestimentos.

Neste estudo, serão avaliados estes parâmetros para coberturas com ênfase às telhas, os quais, segundo a autora, foram pesquisados os critérios, categorias, e classificações de análise adotada pelas principais ferramentas de avaliação da sustentabilidade atuantes no Brasil, Normas da ABNT e órgãos fiscalizadores.

CAPÍTULO 4

JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DOS SELOS ECOLÓGICOS E DAS CERTIFICAÇÕES PARA ANÁLISE DAS COBERTURAS – TIPOS DE TELHAS E ANÁLISE COMPARATIVA E SEMELHANÇA DOS SELOS E EXERCÍCIO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE PARA COBERTURAS-TIPOS DE TELHAS

4.1 Justificativa da escolha dos selos ecológicos e das certificações

A escolha dos selos ecológicos e das certificações foi feita tendo como critério preponderante aspectos sustentáveis na construção civil. Cada selo tem suas especificidades, porém têm o mesmo objetivo. Todos tratam da sustentabilidade em obras civis de uma maneira geral, da fabricação ao acabamento, entretanto, somente a cobertura será avaliada na presente dissertação. Nesta avaliação, criamos tabelas de estudo e desenvolvimento (capítulos 4 e 5) onde podemos observar cada atributo especificamente.

Esclarecendo a escolha de cada selo, começamos pelo BREEAM. Um dos motivos de sua escolha foi por verificar desde as compras sustentáveis, onde o modo de produção de cada telha influencia na qualificação da mesma, até sua durabilidade. Observa-se também, itens de relevância de conforto térmico e visual. Podemos citar um exemplo que se enquadra muito bem tanto na prática sustentável da construção quanto no uso cotidiano e permanência: as telhas de fibras vegetais.

Em relação ao LEED, vimos que este selo tem um papel significativo na qualificação dos materiais e dá ênfase aos créditos regionais, sendo o único a abordar o tema. Verificamos que as telhas de concreto podem ser um exemplo interessante no que se refere a este critério, pois possuem coloração diferente de acordo com cada região, tendo tons mais escuros para ambientes frios e tons mais claros para regiões mais quentes, absorvendo mais ou menos calor. Mas já não é avaliado em relação aos resíduos, o que justifica a escolha de outros selos concomitantemente. Porém, outras questões de gerenciamento de resíduo da construção são exigidas na análise do LEED, avaliando as telhas que menos geram resíduos. Neste caso, há coincidência entre os critérios de análise do BREEAM, do LEED e do AQUA.

O selo AQUA foi escolhido por ser primeiro método brasileiro a certificar a qualidade ambiental. Avalia por exemplo, o conforto acústico assim como o LEED, podendo ser observada nas telhas apresentadas com as respectivas notas. Entretanto, não possui quesitos de avaliação do transporte da telha ao seu destino final como o BREEAM tem.

Já selo CASA AZUL, da Caixa Econômica Federal, foi escolhido por ter sido desenvolvido para a realidade da construção habitacional brasileira, conforme informa o site da Caixa. Ele tem como um dos focos, o aproveitamento do aquecimento solar, que também é um dos critérios de avaliação do PROCEL EDIFICA.

O selo que se mais diferencia dos demais nos quesitos abordados é o PROCEL EDIFICA. Este tem sua análise baseada na racionalização de energia e consumo elétrico. Nos termos das telhas estudadas, este selo foi escolhido para que pudesse ser feito uma análise principalmente das telhas fotovoltaicas, que utilizam em suas superfícies, placas de aquecimento solar, podendo ser avaliadas e qualificadas tanto na transmitância térmica quanto na absorvância solar.

Vemos que todos os selos possuem o mesmo contexto geral visando melhor qualidade do produto diminuindo o impacto ambiental. Muitos dos atributos e critérios de avaliação destes selos são coincidentes, mas a importância da escolha deu-se porque eles se complementam. A interação dos selos propicia uma melhor avaliação das telhas e visa melhorar a qualidade de vida das pessoas. No esquema abaixo, sintetiza-se os principais indicadores nos devidos selos.

Quanto ao quantitativo de atributos e critérios de avaliação utilizados no estudo das telhas, fizemos uma combinação dos selos optando pelos que mais se adequaram às telhas. A tabela 4.3- Critérios de Avaliação – Tipos de Telhas mostra os atributos e critérios selecionados. Fazendo um levantamento, obtivemos ao todo 70 critérios de avaliação utilizados para análise das telhas, distribuídos da seguinte forma: BREEAM com 20 critérios de avaliação, LEED com 18 critérios, CASA AZUL com 16 critérios, AQUA com 14 critérios e por último o PROCEL EDIFICA, com 2 critérios.

Outra justificativa da escolha dos selos ecológicos foi a tentativa de oferecer uma ferramenta que verifique vários critérios de avaliação da sustentabilidade e que dê conscientização dos profissionais da construção civil e interessados de que existem métodos eficazes de tornar uma obra sustentável mitigando os efeitos danosos causados pela atividade ao meio ambiente.

4.2 Análise comparativa e semelhança dos selos

Os sistemas de categorização e certificação ou selo ecológico proporcionam uma escala para que se possa avaliar a incorporação de estratégias sustentáveis a uma edificação em comparação com edificações mais tradicionais. O surgimento dos sistemas de certificação não é recente, tendo alguns dos selos mais de 20 anos. As diferenças entre estes sistemas vão de aplicações específicas para determinada região até avaliação de impacto *versus* desempenho ou consideração de operações e manutenção como parte do sistema.

Os sistemas apresentados ao longo deste trabalho (BREEAM, LEED, AQUA, CASA AZUL e PROCEL EDIFICA) são análises estatísticas de desempenho de edifícios de referência para a criação de uma nova meta com valores superiores. Estes sistemas se diferenciam, especialmente, em relação à metodologia de avaliação empregada. Muitos atributos se coincidem e muitos deles são específicos para cada tipo de selo ecológico.

Segundo a Inovatch Engenharia, para os sistemas LEED, BREEAM, CASA AZUL E PROCEL EDIFICA, a avaliação é feita por desempenho, baseando-se na gestão e no processo construtivo como um todo, sem necessariamente priorizar ou determinar diretrizes específicas para atingir os níveis desejados de sustentabilidade. Todas as categorias devem apresentar um bom índice de desempenho (igual ou superior ao normatizado) e resultados que sejam efetivos. Já para os sistemas AQUA e BREEAM, apesar das diferentes metodologias e estratégias empregadas nos sistemas de certificação, existe uma série de indicadores que se aplicam a elas. Os indicadores comuns para a avaliação de desempenho e classificação de edifícios sustentáveis são determinados por uma organização internacional sem fins lucrativos, a SB Alliance (Aliança dos Edifícios Sustentáveis).

Um aspecto importante a ser considerado quanto à escolha do sistema de certificação é a questão da adaptabilidade local. A maioria dos sistemas utilizados no Brasil foi importada de outros países, o que, dependendo do caso, pode prejudicar o desempenho das soluções adotadas. Isso porque, para obter resultados que sejam sustentáveis de fato, é imprescindível levar em consideração as especificidades de cada região, inclusive o terreno, o bairro, a cidade e o país.

A Tabela 4.1 apresenta um comparativo entre os dois selos utilizados no Brasil, o GBC Brasil Casa e o Selo Casa Azul da Caixa, têm-se as seguintes semelhanças:

Tabela 4.1 Comparativo entre o Referencial GBC Brasil Casa e o Selo Casa Azul Caixa (Fonte adaptada de: GBCB, 2012 e JOHN; PRADO, 2010.).

	Referencial GBC Brasil Casa	Selo Casa Azul Caixa
IMPLANTAÇÃO/ QUALIDADE URBANA /PROJETO E CONFORTO	Conectividade com o entorno; localização em área previamente desenvolvida; proximidade à rede de transportes públicos; canteiro de obras de baixo impacto ambiental; redução dos efeitos de ilha de calor; controle de pragas de baixo impacto ambiental; paisagismo adaptado às condições climáticas locais.	Infraestrutura; impactos; melhorias no entorno; recuperação de áreas degradadas; reabilitação de imóveis. Paisagismo; flexibilidade de projeto; relação com a vizinhança; coleta seletiva; equipamentos públicos; tratamento da envoltória - ventilação, temperatura e iluminação; adequação à topografia do terreno.
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	Tratamento da envoltória; sistema de aquecimento solar eficiente; qualidade das instalações elétricas; iluminação artificial eficiente; gerenciamento dos gases refrigerantes; geração de energia renovável; equipamentos elétricos eficientes; comissionamento dos sistemas e medição e verificação.	Especificação de lâmpadas eficientes; eficiência em sistemas de aquecimento; sistemas de elevadores eficientes; equipamentos elétricos eficientes e fontes alternativas de energia.
GESTÃO DE RECURSOS E MATERIAIS	Gestão de resíduos da construção civil; uso de madeira legalizada ou certificada; gestão eficiente da construção e da operação; especificação de materiais e sistemas construtivos que apresentem em sua composição materiais de reuso, materiais fabricados, extraídos e produzidos regionalmente, materiais com conteúdo reciclado, materiais recicláveis e materiais rapidamente renováveis; controle de materiais contaminantes; especificação de materiais certificados; desmontabilidade e redução de resíduos – elementos estruturais e não estruturais.	Coordenação modular; qualidade dos materiais e componentes construtivos; componentes industrializados; reutilização de formas e elementos de escoramento; gestão dos resíduos das atividades de construção civil; otimização da dosagem do concreto; utilização de cimento com especificação adequada; reaproveitamento de resíduos para pavimentação; manutenibilidade da fachada; especificação de madeira certificada ou proveniente de manejo sustentável.
QUALIDADE EM AMBIENTES INTERIOS	Controle de emissão de gases de combustão; exaustão localizada; filtragem do ar exterior; controle da umidade; conforto ambiental interno; automação da exaustão; distribuição dos sistemas de ar; controle de partículas contaminantes; proteção contra poluentes provenientes da garagem; controle de radônio; conforto acústico.	
CONSUMO RACIONAL DA ÁGUA	Medição e gerenciamento de água fria; especificação de equipamentos eficientes - para sistemas de descarga, torneiras e misturadores de lavatórios e chuveiros; medição setorizada de áreas complementares e fontes alternativas; sistema de irrigação eficiente.	Medição individualizada, uso de dispositivos economizadores – sistemas de descargas, arejadores e sistemas reguladores de vazão, gestão de águas pluviais – reuso, captação e infiltração, áreas permeáveis.
SUSTENTABILIDADE SOCIAL	Desenho universal; boas práticas sociais para: projeto, obra, operação e manutenção.	Educação de empregados, moradores e gestores para gestão de resíduos, educação ambiental; capacitação profissional; desenvolvimento pessoal dos trabalhadores; mitigação de riscos sociais; estratégias para a geração de emprego e renda; inclusão de trabalhadores locais e participação da comunidade no projeto.

INOVAÇÃO E PROJETOS	Projeto integrado e planejamento; gestão da qualidade visando à durabilidade; elaboração de manual do usuário; análise do ciclo de vida; inovação em projeto.	
PRIORIDADES REGIONAIS	Atribui diferentes pesos para critérios na certificação, em função da região brasileira na qual está localizado o projeto.	

Na tabela comparativa entre o Referencial GBC Brasil Casa e o Selo Casa Azul da Caixa, nota-se que o sistema de certificação da GBC Brasil Casa, em sua versão adaptada à realidade brasileira, além de incorporar os critérios de verificação do desempenho energético do Programa PROCEL Edifica (BRASIL, 2010) para o tratamento da envoltória, há ainda a preocupação com a eficiência do sistema de aquecimento de água, e a utilização de madeira legalizada, incorporando aspectos relacionados à qualidade em ambientes internos, consolidados nos Estados Unidos pela Agência de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency – EPA*) e propostos pelo sistema de certificação LEED for Homes (USGBC, 2006), sendo estes: preocupação com a qualidade do ar ambiental interno e em garagens, gestão de fluidos refrigerantes, controle da umidade em ambientes internos, orientações para proteção contra radônio e controle dos contaminantes.

O referencial AQUA para edificações habitacionais (FCAV, 2013), que foi publicado inicialmente em 2010 e revisado recentemente em 2013, é direcionado a empreendimentos habitacionais com uma ou mais edificações, e também se aplicaria, em tese, a residências unifamiliares, embora deva ser analisada sua viabilidade financeira. A revisão recentemente publicada incorpora orientações do programa de etiquetagem PROCEL Edifica propostas no Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais - RAC-R (BRASIL, 2010) e apresentadas na norma NBR 15575: 2013 - Edifícios habitacionais: desempenho (ABNT, 2013). (*Inovatech Engenharia*)

4.3 Exercício de avaliação da sustentabilidade para tipos de telhas

O processo de documentação (*check lists*) para a comprovação do atendimento aos critérios de desempenho ambiental e os trâmites envolvidos para a certificação variam conforme

o sistema de certificação e os órgãos certificadores envolvidos, como já mencionado anteriormente.

Com base nos comparativos e sobre o material escolhido para estudo, será feita, a partir da interação das tabelas, a análise da sustentabilidade no quesito de coberturas com ênfase nos tipos de telhas.

Foram estudadas as tabelas dos principais métodos de avaliação usados no mercado brasileiro, descritos neste trabalho e analisados os critérios que avaliam as edificações unifamiliares e que enfocam a cobertura tendo como referência os tipos de telhas apresentados: fotovoltaicas, de tetra pak, vegetais, cerâmicas, telhas de garrafas Pet, de fibrocimento e de concreto.

A escolha do tema para o desenvolvimento deste trabalho deu-se como forma de continuação do estudo da sustentabilidade dos materiais de acabamento com foco em pisos e revestimentos feito por Lannoy (2013), incrementando a pesquisa para a área de cobertura com ênfase aos tipos de telha.

4.3.1 A Construção do Exercício

Com o estudo das Certificações Ambientais apresentadas no capítulo III e da Tabela de Interação dos critérios contidos nos selos BREEAM, LEED, AQUA, Selo CASA AZUL e PROCEL EDIFICA, foi criada 1 (uma) tabela com 43 critérios para o exercício de avaliação da sustentabilidade das sete telhas escolhidas. Como já descritos, esses critérios servirão de base para análise destas de telhas, tendo assim um parâmetro de comparação.

Lannoy (2013) desenvolveu uma tabela de interação dos critérios e dos atributos das Certificações Ambientais, a ser apresentada a seguir. A sua composição deu-se pela junção de todos os itens que apareceram nas certificações, associando 189 critérios encontrados, retirando os critérios repetidos, indicando-os com um “x” por já terem sido mencionados. No momento da interação, em função das repetições, foi possível reconhecer 14 atributos, subdivididos em 157 critérios, para a formação de um novo parâmetro de avaliação.

A Tabela 4.2 apresenta uma interação dos critérios e atributos de todas as Certificações Ambientais, conforme observado por Lannoy (2013).

Tabela 4.2 Interação entre as cinco ferramentas de avaliação da sustentabilidade.

INTERAÇÕES ENTRE CERTIFICAÇÕES E NORMAS							
	ATRIBUTOS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	BREEM	LEED	AQUA	PROCEL	CASA AZUL
1	Gestão	Compras sustentáveis	X				
		Práticas sustentáveis da construção	X				
		Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos			X		
		Impactos da construção no solo	X				
		a participação dos interessados	X				
		Custo do ciclo de vida e planejamento de vida útil	X				
		Gestão de manutenção - permanência do desempenho ambiental			X		
		Medição individualizada - gás					X
		Capacitação para Gestão do Empreendimento					X
2	Saúde e bem estar <small>(visão, conforto higror térmico, qualidade do ambiente interno)</small>	Conforto visual	X		X		
		Qualidade interna do ar (conforto ambiental interno)	X	X	X		
		Conforto olfativo			X		
		Controle da umidade do ar		X	X		
		Conforto térmico	X		X		
2	Saúde e bem estar <small>(visão, conforto higror térmico, qualidade do ambiente interno)</small>	Qualidade da água	X		X		
		Performance acústica (Conforto acústico)	X		X		
		Saúde e segurança	X				
		Exaustão localizada - Automatizada		X			
		Distribuição dos Sistemas de Ar nos Ambientes		X			
		Filtragem do Ar exterior - Otimizada		X			
		Controle de Partículas Contaminantes		X	X		
		Proteção de Poluentes Provenientes da Garagem		X			
		Proteção ao Radônio - Áreas de grande risco		X			
		Conforto Acústico		X	X		
		Qualidade sanitária dos ambientes			X		
		Condicionamento artificial de ar eficiente					X
				Ventiladores de teto			
3	Energia	Monitoramento (Gestão) de energia	X		X		
		Redução das emissões de CO2	X				
		Iluminação externa (Iluminação Natural de Áreas Comuns)	X		X	X	
		Baixo e zero emissões de carbono	X				
		Sistemas de energia eficientes de refrigeração	X		X		
		Energia Eficiente em sistemas de transporte	X				
		Incentivo e pesquisas para redução da emissão de CO2	X				

		Equipamentos de energia eficiente	X		X	X	X
		Propor espaços com menos gasto energético para secar roupa	X				
		Desempenho Energético Aprimorado		X	X		X
		Obter o Selo PROCEL EDIFICA		X			
		Envoltória Eficiente - Transmitância Térmica, Ventilação e Iluminação Natural		X		X	
		Fontes Eficientes de Aquecimento Solar		X		X	X
		Iluminação Artificial Eficiente		X		X	
		Gerenciamento do Gás Refrigerante Residencial		X			
		Equipamento Eletroeletrônicos Eficientes		X	X		X
		Energia Renovável (Fontes Alternativas de Energia)		X	X		X
		Comissionamento dos Sistemas Instalados		X			
		Medição e Verificação		X			
		Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas					X
		Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns					X
		Elevadores Eficientes				X	X
Equipamento da Sauna a gás GLP, gás natural ou lenha				X			
4	Transporte	Acessibilidade ao transporte público	X				
		Proximidade, boa localização reduzindo longos trajetos	X				
		Facilidade para os ciclistas	X				
		Capacidade máxima de deixar o carro estacionado	X				
		Planejamento de trajeto	X				
		Solução Alternativa de Transporte					X
5	Água	Redução do consumo de água	X		X		
		Monitoramento da água	X		X	X	
5	Água	Detecção de vazamento de água e prevenção	X			X	
		Equipamentos eficientes da água	X			X	
		Otimização do uso racional da água		X		X	
		Medição e Gerenciamento do Consumo de Água Fria - Medição Setorizada		X	X		
		Dimensionamento do sistema de aquecimento de água			X		
		Dispositivos Economizadores - Arejadores					X
		Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão					X
		Coleta de água da chuva			X	X	X
		Sistemas de irrigação eficiente		X	X	X	X
		Medição Individualizada				X	X
		Uso interno de água			X	X	
6	Materiais	Impacto do ciclo de vida	X				
		Área permeável, afastamentos (recuos) e cobertura verde	X				
		Responsável especificação de materiais	X				
		Isolamento térmico	X				
		Durabilidade (qualidade de Materiais e Componentes)	X				X
		Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Operação		X			
		Materiais ambientalmente preteríveis		X			
		Materiais Certificados		X			
		Controle de Materiais Contaminantes		X			
		Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Sistemas Estruturais		X			

		Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Elementos Não Estruturais		X			
		Componentes Industrializados ou Pré-fabricados					X
		Formas e Escoras Reutilizáveis					X
		Concreto com Dosagem Otimizada					X
		Cimento de Alto-Forno (CP III) e Pozolânico (CP IV)					X
		Pavimentação com RCD (resíduos de construção e demolição)					X
		Facilidade de Manutenção da Fachada					X
		Madeira Plantada ou Certificada		X			X
7	Resíduos	Gestão de Resíduos de Construção	X		X		X
		Gestão de Resíduos de Demolição			X		X
		Agregados reciclados	X		X		
		Canteiro de obras com baixo impacto ambiental			X		
		Resíduos operacionais	X		X		
		Pisos e forros aprovados pelo cliente	X				X
		Coordenação Modular (modulação)					X
8	Uso do solo e Ecologia/ Qualidade Urbana	A escolha do local	X				
		Valor ecológico do local e proteção dos recursos ecológicos	X				
		Mitigar o impacto ecológico	X				
		Melhorias na área local	X				
		Impacto a longo prazo sobre a biodiversidade	X				
		Qualidade do Entorno - Infraestrutura					X
		Qualidade do Entorno - Impactos					X
		Melhorias no Entorno					X
8	Uso do solo e Ecologia/ Qualidade Urbana	Recuperação de Áreas Degradadas					X
		Reabilitação de Imóveis					X
		Paisagismo					X
		Relação com a vizinhança					X
		Local para Coleta Seletiva					X
		Área permeável, afastamentos e cobertura verde	X				X
		Infiltração de Águas Pluviais					X
9	Poluição	Impacto dos ar condicionados	X			X	
		Reduzida emissão de CO2	X				
		Água escoamento superficial	X				
		Redução da poluição luminosa noturna (que perturbe os vizinhos)	X				
		Atenuação de ruído	X				
10	Processos de Projeto Inovador	Projeto Integrado e Planejamento		X			
		Gerenciamento da Qualidade visando a durabilidade		X			
		Manual do Usuário		X			
		Análise do ciclo de vida		X			
		Inovação e Projeto		X			
		Flexibilidade de Projeto					X
		Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos					X
		Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros					X
11	Créditos Regionais	Prioridades Regionais - Norte		X			
		Prioridades Regionais - Nordeste		X			
		Prioridades Regionais - Sul		X			
		Prioridades Regionais - Sudeste		X			

		Prioridades Regionais - Centro-Oeste		X			
12	Requisitos Sociais (Sensibilização e educação)	Capacitação Profissional dos Empregados		X			X
		Acessibilidade Universal		X			
		Boas Práticas Sociais para Projeto e Obra		X			
		Boas Práticas Sociais para Operação e Manutenção		X	X		
		Informalidade Zero					X
		Educação para a Gestão de RCD					X
		Educação Ambiental dos Empregados					X
		Desenvolvimento Pessoal dos Empregados					X
		Inclusão de trabalhadores locais					X
		Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto					X
		Orientação aos Moradores			X		X
		Educação Ambiental dos Moradores			X		X
		Ações para Mitigação de Riscos Sociais					X
		Ações para a Geração de Empregos e Renda					X
13	Eco Construção	Relação do edifício com seu entorno			X		
		Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos			X		
		Canteiro de obras com baixo impacto ambiental			X		
14	Envoltória	Desempenho Térmico - Vedações					X
		Transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das superfícies				X	X
		Ventilação Natural				X	
		Iluminação Natural				X	
15	Sistema de aquecimento de água	Sistema de aquecimento solar				X	
		Sistema de aquecimento à gás				X	X
		Bombas de calor				X	
		Sistema de aquecimento elétrico				X	
		Caldeiras a óleo				X	

Fonte: Segundo o site engenhariaarquitectura.com.br, visitado em 10 dez. 2014:

Ao questionarmos a viabilidade da certificação para uma residência unifamiliar, temos que ter em mente, em primeiro lugar, o que se pretende com a obtenção da certificação e que a obtenção de um certificado ou selo não se constitui no objeto do processo e que, na verdade, corresponde a um meio para quantificar e avaliar o desempenho ambiental de um determinado projeto, bem como monitorá-lo durante o uso. Ao projetar uma casa, seria básico exigir dos profissionais envolvidos que adotem soluções de projeto que permitam garantir que os ambientes de longa permanência apresentem pelo menos 80% das horas ao longo de um ano dentro da zona de conforto. Além disso, se considerarmos a quantidade de residências unifamiliares edificadas no Brasil, podemos apreender que o impacto ambiental e as emissões

de gases de efeito estufa delas provenientes são significativos. Também o uso de recursos naturais, como água e energia, ao longo de sua vida útil, justifica a tomada de decisões de projeto ambientalmente responsáveis.

Outro ponto importante em relação à sustentabilidade é a questão da economia, a curto e longo prazo. É interessante observar que, na interação dos atributos e critérios das certificações e selos estudados, não foi abordado diretamente esta questão econômica, que adotada, utilizada e mantida corretamente, trará benefícios ao meio ambiente e ao próprio usuário. Sabe-se que, quando uma edificação recebe o selo sustentável, ela se encontra dentro dos parâmetros exigidos. Os projetos e as obras sustentáveis ainda são onerosos ao bolso dos usuários, porém, a partir de um determinado tempo, as despesas se pagam e a economia aparece. Com o uso da tabela de interação dos atributos, critérios e análise comparativa das Certificações Ambientais, chega-se ao exercício de avaliação das telhas.

4.3.2 Critérios de Avaliação: Tipos de Telhas

Tabela 4.3 Critérios de Avaliação –Tipos de Telhas.

ATRIBUTOS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	BREEM	LEED	AQUA	PROCEL	CASA AZUL	OBJETIVOS
TIPOS DE TELHAS	Compras sustentáveis	X					Para garantir a entrega de um produto funcional e sustentável, projetado e construído de acordo com as expectativas de desempenho.
	Práticas sustentáveis da construção	X					Para reconhecer e incentivar a construção de locais geridos de forma ambientalmente e socialmente responsável e confiável.
	Transporte	X					Proximidade e boa localização, reduzindo longos trajetos. Para incentivar e premiar um prédio que está localizado próximo às amenidades locais, reduzindo assim a necessidade de viagens longas ou múltiplas viagens.
	Gestão de manutenção			X			Facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações. Equipamento para a permanência do desempenho na fase de uso. Informação destinada aos futuros ocupantes e gestores.
	Canteiro de Obras com baixo impacto ambiental			X			Disposições contractuais para obtenção de um canteiro de obras com baixo impacto ambiental. Limitações dos incômodos. Limitações dos riscos sanitários e de poluição podendo afetar o terreno, os trabalhadores e a vizinhança. Gestão dos resíduos do canteiro de obras. Controle dos recursos de água e energia. Balanços do canteiro de obras.
	Gestão de energia	X		X			Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica. Uso de energias renováveis locais. Redução do consumo de energia para os sistemas de condicionamento de ar, ventilação e exaustão. Redução do consumo de energia para os sistemas de iluminação. Redução do consumo de energia para os demais equipamentos. Controle da eficiência energética. Desempenho do sistema para produção de água quente.

Gestão de manutenção			X		Facilidades de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações. Equipamentos para permanência do desempenho na fase de uso. Informações destinadas aos futuros ocupantes e gestores.
Gestão de água			X		Redução do consumo de água potável. Gestão de águas pluviais. Dimensionamento do sistema de aquecimento de água.
Retenção de águas pluviais				X	Permitir o escoamento de águas pluviais de modo controlado, com vistas a prevenir o risco de inundações em regiões com alta impermeabilização do solo e desonerar as redes públicas de drenagem.
Infiltração de águas pluviais				X	Permitir o escoamento de águas pluviais de modo controlado ou favorecer a sua infiltração no solo, com vistas a prevenir o risco de inundações, reduzir a poluição difusa, amenizar a solicitação das redes públicas de drenagem e propiciar a recarga do lençol freático.
Custo do ciclo de vida e planejamento de vida útil.	X				Para reconhecer e incentivar o custo o ciclo de vida e planejamento do serviço, a fim de melhorar a especificação do projeto, através da manutenção e operação.
Conforto térmico	X				Para assegurar-se de que os níveis apropriados do conforto térmico estejam conseguidos com o projeto e os controles são relacionados para manter um conforto térmico dos ocupantes do edifício.
Conforto higrotérmico			X		Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno.
Isolamento térmico	X				Para reconhecer e incentivar o uso de isolamento térmico, que tem uma relação de baixo impacto ambiental incorporado às suas propriedades térmicas.
Redução de resíduos		X		X	Utilização de projetos modulares e sistemas desmontáveis para minimizar os resíduos gerados pelos sistemas estruturais na construção civil. Adoção de técnicas de projeto e procedimentos para minimizar os resíduos gerados na construção civil pelos elementos não estruturais.
Performance acústica (Conforto acústico)	X				Para garantir o conforto acústico dos edifícios, incluindo isolamento acústico e cumprimento das normas adequadas para esta finalidade.
Conforto ambiental interno		X			Estabelecer parâmetros de controle ambiental dentro das residências, para as distintas estações do ano e regiões brasileiras.
Conforto visual	X		X		Para garantir a iluminação natural e artificial e o controle dos ocupantes. Para garantir o melhor desempenho visual e conforto para os ocupantes do edifício.
Acústica		X	X		Reduzir a propagação de ruídos externos e o efeito prejudicial que causam nos ambientes de maior permanência da residência.
Controle de partículas contaminantes		X			Reduzir a exposição dos ocupantes da residência e dos trabalhadores da construção civil aos contaminantes do ar, por meio do controle e da remoção de fontes de contaminação.
Qualidade sanitária do ar			X		Ventilação eficiente. Controle das fontes de poluição interna. Controle das fontes de poluição externa.
Impacto do ciclo de vida	X				Para reconhecer e incentivar o uso de materiais de construção com baixo impacto ambiental (incluindo carbono incorporado) sobre o ciclo de vida do edifício.
Área permeável, afastamentos (recuos) e cobertura verde/Retenção de águas pluviais.	X			X	Para reconhecer e incentivar a especificação de materiais para a proteção de fronteira e externas superfícies duras que tem um baixo impacto ambiental, tendo em conta o ciclo de vida dos materiais utilizados.
Materiais certificados	X				Para reconhecer e incentivar a especificação de materiais de origem de forma responsável para os elementos chave de construção. Estimular o uso de materiais que possuam algum tipo de certificado brasileiro ou internacional.

TIPOS DE TELHAS	Fontes eficientes de aquecimento solar/ Sistema de aquecimento solar		X			X	Incentivar a adoção de fontes de energia renovável, promovendo a redução do consumo de energia utilizada para o aquecimento de água, por meio de utilização de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS), ou por meio de Sistemas de Recuperação de Calor e reduzir as perdas térmicas relativas à distribuição de água quente, diminuindo a carga energética demandada pelos edifícios. Reduzir o consumo de energia solar elétrica ou de gás para o aquecimento de água.
	Materiais ambientalmente preferíveis		X				Utilizar materiais incorporados ou não à construção que sejam regionais, provenientes de reuso, com conteúdo reciclado, de rápida renovação e recicláveis, visando reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO ₂) e a extração de recursos naturais não renováveis.
	Controle de materiais contaminantes		X				Diminuir a produção de materiais com conteúdo contaminantes e perigosos, com odor potencialmente irritante, forte ou que possam causar lesão, desconforto ou mal estar aos ocupantes, usuários, instaladores e operários da construção, controlando seus níveis e índices, dentro de limites estipulados pela legislação.
	Componentes industrializados ou pré-fabricados	X				X	Reduzir as perdas de materiais e a geração de resíduos, colaborando para a redução do consumo de recursos naturais pelo emprego de componentes industrializados.
	Redução da emissão de CO ₂	X					Para reconhecer e incentivar edifícios projetados para minimizar a energia operacional, consumo e emissões de CO ₂ .
	Monitoramento de energia	X					Para reconhecer e incentivar a instalação de energia sub-medição que facilita o monitoramento do consumo de energia operacional.
	Desempenho energético aprimorado		X				Aprimorar o desempenho energético da residência, superando o nível A estipulado pelo selo Procel EDIFICA.
	Baixo e zero emissões de carbono	X					Para reduzir as emissões de carbono e poluição atmosférica, incentivando a geração de energia local a partir de fontes renováveis para abastecer uma proporção significativa da demanda de energia.
	Energia renovável		X				Incentivar a adoção de energias renováveis nas residências, de forma a reduzir o consumo e o impacto ambiental associado ao consumo de energia.
	Obter o Procel EDIFICA		X				Receber a etiquetagem Procel EDIFICA nível A.
	Madeira plantada ou certificada		X				X
Gestão de resíduos de construção	X			X		X	Reduzir a quantidade de resíduos de construção e seus impactos no meio ambiente urbano e nas finanças municipais, por meio da promoção ao respeito das diretrizes estabelecidas nas Resoluções n. 307 e n. 348 do CONAMA (Brasil, 2002 e 2004).
TIPOS DE TELHAS	Gestão de resíduos de demolição			X		X	Reduzir a quantidade de resíduos de demolição e seus impactos no meio ambiente urbano e nas finanças municipais, por meio da promoção ao respeito das diretrizes estabelecidas nas Resoluções n. 307 e n. 348 do CONAMA (Brasil, 2002 e 2004).

	Coordenação modular (modulação)				X	Reduzir as perdas de materiais pela necessidade de cortes, ajustes de componentes e uso de material de enchimento; aumentar a produtividade da construção civil e reduzir o volume de RCD (resíduos de construção e demolição).
	Retenção de águas pluviais	X				Permite o escoamento das águas pluviais de modo controlado, com vistas a prevenir o risco de inundações em regiões com alta impermeabilização do solo e desonerar as redes públicas de drenagem.
	Gerenciamento da qualidade, visando à durabilidade.		X			Aumentar a durabilidade e o desempenho da envoltória da residência, bem como de seus componentes e sistemas, por meio de um projeto adequado, da seleção de materiais e de práticas de construção convenientes.
	Qualidade de materiais e componentes				X	Evitar o uso de produtos de baixa qualidade, reduzindo o consumo de produtos naturais utilizados na correção e custos da correção de defeitos, além de melhorar as condições de competitividade dos fabricantes que operam em conformidade com a normatização.
	Manual do usuário		X			Desenvolver um guia que contenha informações sobre os equipamentos e sistemas instalados e como operá-los, para que a mesma mantenha seu desempenho elevado ao longo de sua vida útil.
	Análise de ciclo de vida		X			Prover a análise e comparação do ciclo de vida de um material utilizado em obra, incentivando assim o uso de materiais que causem menor impacto na sua produção durante seu ciclo de vida.
	Boas práticas sociais para projeto e obra		X			Incentivar o comprometimento empresarial com o bem-estar e inclusão social dos colaboradores. Minimizar os resíduos gerados em obra, promover a ampliação da capacidade econômica dos moradores da área de intervenção e entorno, considerando o período de construção e operação.
	Boas práticas sociais para operação e manutenção		X	X		Estimular o estudo do impacto de implantação da edificação na comunidade local e produção de material visando manter o uso de boas práticas durante a vida útil da mesma. Através da educação, desenvolver e estimular a mudança de comportamento efetiva dos moradores para uma operação e manutenção mais sustentável do empreendimento.
	Impacto em longo prazo sobre a biodiversidade	X				Para minimizar o impacto em longo prazo do desenvolvimento no local e na biodiversidade da área circunvizinha.
	Projeto integrado e planejamento		X			Maximizar oportunidades para integração da edificação, custo efetivo da adoção de projetos verde e estratégias de construção.
TIPOS DE TELHAS	Informalidade zero				X	A construção sustentável se inicia pelo processo de seleção de fornecedores, somente empresas que operam exclusivamente de maneira formal podem produzir e fornecer materiais de forma compatível com o desenvolvimento sustentável.
	Créditos regionais		X			Incentivar o desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país.
	Inovação e projeto		X			Minimizar o impacto ambiental da residência por meio da incorporação de técnicas sustentáveis e medidas construtivas que tenham benefícios tangíveis e demonstráveis.
	Educação ambiental dos empregados				X	Prestar informações e orientar os trabalhadores sobre a utilização dos itens de sustentabilidade do empreendimento, notadamente sobre os aspectos ambientais.
	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos.			X		Escolha de produtos, sistemas e processos construtivos que garantam a durabilidade da construção. Escolha de produtos, sistemas e processos construtivos a fim de limitar os impactos socioambientais do empreendimento e de sua construção. Escolhas construtivas adaptadas à vida útil desejada da construção. Escolhas construtivas considerando a facilidade da conservação da construção. Escolha de fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva.
	Durabilidade	X				Para reconhecer e incentivar a proteção adequada dos elementos expostos do edifício e da paisagem, minimizando assim a frequência de substituição e maximizando a otimização de materiais.

	Sistema de aquecimento solar				X	X	Os coletores solares devem ser instalados com orientação e ângulo de inclinação conforme especificações, manual de instalações e projeto.
	Fontes alternativas de energia					X	Proporcionar menor consumo de energia por meio da geração e conservação por fontes renováveis.
	Transmitância térmica, capacidade térmica e absorbtância solar das superfícies				X	X	Devem ser atendidos de acordo com a zona bioclimática em que a edificação se localiza. Obs.: Paredes referem-se a elementos opacos, não incluem as aberturas e são usadas principalmente no cálculo da transmitância térmica e absorbtância (assim como as coberturas). Já as fachadas referem-se a todos os elementos que compõem o fechamento do edifício, incluindo elementos opacos e translúcidos.

4.3.3 O Exercício de Avaliação e as Ponderações

O critério utilizado para a execução do exercício será o mesmo adotado por Lannoy (2013) com as respectivas alterações necessárias para coberturas. Dos 189 critérios utilizados nas Certificações Ambientais estudadas neste trabalho (BREEAM, LEED, AQUA, CASA AZUL e PROCEL EDIFICA), os 43 critérios selecionados estão divididos em 4 atributos: Gestão de Projeto, Gestão de Obra, Produto e Material, Manutenção e Dimensões Sociais e Econômicas. Com os 43 critérios redistribuídos entre os 4 atributos, a análise e a pontuação terão maior organização e serão apresentadas de forma mais clara. Estes critérios têm pesos distribuídos entre 4 classes: indireta, direta, acessória e essencial, conforme Tabela 5.4.

Tabela 4.4 Quadro de Classes e Pontuação.

Classe 1	Pouca influência sobre o produto
ACESSÓRIA	
(peso 1)	
Classe 2	Influencia o produto de forma indireta
INDIRETA	
(peso 2)	
Classe 3	Influencia o produto de forma direta
DIRETA	
(peso 3)	
Classe 4	Muita influência sobre o produto
ESSENCIAL	
(peso 4)	

A Tabela 4.4 apresenta os 4 indicadores e os critérios escolhidos para a avaliação das telhas.

Tabela 4.5 Método simplificado de avaliação de coberturas – tipos de telhas.

ATRIBUTO	INDICADORES	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	TIPOS DE TELHA
COBERTURAS	Gestão de Projetos	Custo do ciclo de vida e planejamento de vida útil	4
		Projeto integrado e planejamento	4
		Inovação e projeto	3
		Impacto do ciclo de vida	3
		Materiais certificados	4
		Redução da emissão de CO ²	3
		Monitoramento de energia	2
		Energia renovável	2
		Créditos regionais	2
		Gerenciamento da qualidade, visando à durabilidade	3
	Gestão de Obra	Compras sustentáveis	4
		Práticas sustentáveis da construção	2
		Gestão de manutenção	2
		Transporte	2
		Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	3
		Controle de partículas contaminantes	2
		Controle de materiais contaminantes	4
		Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	2
		Componentes industrializados ou pré-fabricados	4
		Gestão de resíduos de construção	2
		Gestão de resíduos de demolição	1
		Coordenação modular / modulação	2
	Produto e Material	Análise de ciclo de vida	3
		Gestão de energia	4
		Gestão de água	2
		Retenção de águas pluviais	2
		Infiltração de águas pluviais	1
		Conforto térmico	4
		Conforto higrotérmico	3
		Isolamento térmico	3
		Transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das superfícies	3
		Performance acústica (Conforto acústico)	3
		Acústica	3
Conforto ambiental interno	4		
Conforto visual	2		
Qualidade sanitária do ar	1		
Fontes eficientes de aquecimento solar/Sistema de aquecimento solar	2		

	Produto e Material	Materiais ambientalmente preferíveis	3
		Desempenho energético aprimorado	3
		Baixo e zero emissões de carbono	3
		Obter o Procel Edifica	2
		Redução de resíduos	4
		Madeira plantada ou certificada	1
		Qualidade de materiais componentes	4
		Durabilidade	4
		Impacto em longo prazo sobre a biodiversidade	4
	Manutenção e Dimensões Sociais e Econômicas	Manual do usuário	1
		Educação ambiental dos empregados	3
		Boas práticas sociais para projeto e obra	2
		Boas práticas sociais para operação e manutenção	2
		Informalidade zero	4
		140	

Na coluna dos Tipos de Telhas, a pontuação máxima para cada critério está classificada de acordo com o quadro de Classes, tendo o máximo de 140 pontos no total. A ponderação das classes se dá em relação aos níveis de influência sobre os produtos, conforme observado na Tabela 4.5.

Tabela 4.6 Classes das influências sobre o produto e pontuações.

Classe 1 ACESSÓRIA (peso 1)	Gestão de Projetos	---
	Gestão de Obra	Gestão de resíduos de demolição
	Produto e Material	Infiltração de águas pluviais
		Qualidade sanitária do ar
		Madeira plantada ou certificada
Manutenção e Dimensões Sociais e Econômicas	Manual do usuário	
Classe 2 INDIRETA (peso 2)	Gestão de Projetos	Monitoramento de energia
		Energia renovável
		Créditos regionais
	Gestão de Obra	Práticas sustentáveis da construção
		Gestão de manutenção
		Transporte
		Controle de partículas contaminantes
		Canteiro de obras com baixo impacto ambiental
Gestão de resíduos da construção		

	Produto e Material	Coordenação modular / modulação	
		Gestão da água	
		Retenção de águas pluviais	
		Conforto visual	
		Fontes eficientes de aquecimento solar/Sistema de aquecimento solar	
		Obter Procel Edifica	
	Manutenção e Dimensões Sociais e Econômicas	Boas práticas sociais para projeto e obra	
		Boas práticas sociais para operação e manutenção	
Classe 3 DIRETA (peso 3)	Gestão de Projetos	Inovação e projeto	
		Impacto do ciclo de vida	
		Redução de emissão de CO ²	
		Gerenciamento da qualidade, visando à durabilidade	
	Gestão de Obra	Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	
		Análise de ciclo de vida	
	Produto e Material	Conforto higrotérmico	
		Isolamento térmico	
		Transmitância térmica, capacidade e absorvância solar das superfícies	
		Performance acústica (conforto acústico)	
		Acústica	
		Materiais ambientalmente preferíveis	
		Desempenho energético aprimorado	
		Baixo e zero emissões de carbono	
	Manutenção e Dimensões Sociais e Econômicas	Educação ambiental dos empregados	
	Classe 4 ESSENCIAL (peso 4)	Gestão de Projetos	Custo do ciclo de vida e planejamento de vida útil
			Projeto integrado e planejado
			Materiais certificados
Gestão de Obra		Compras sustentáveis	
		Controle de materiais contaminantes	
		Componentes industrializados ou pré-fabricados	
Produto e Material		Gestão de energia	
		Conforto térmico	
		Conforto ambiental interno	
		Redução de resíduos	
		Qualidade de materiais componentes	
		Durabilidade	
Impacto em longo prazo sobre a biodiversidade			

	Manutenção e Dimensões Sociais e Econômicas	Informalidade zero
--	--	--------------------

Ainda será utilizada a sigla n/a quando não houver aplicação no produto, o que dependerá do material escolhido e de suas funções.

Para facilitar a conclusão após o levantamento e pontuação, as notas dos produtos serão distribuídas em letras como mostra o quadro de avaliação da Tabela 4.7 a seguir.

Tabela 4.7 Quadro de avaliação.

E		D		C		B		A	
1	28	29	56	57	84	85	112	113	140

Tendo a classificação “E” para pontuação de 1 a 28, “D” para pontuação de 29 a 56, “C” para pontuação de 57 a 84, “B” para pontuação de 85 a 112 e “A” para pontuação de 113 a 140.

4.4 A aplicação dos produtos no método de avaliação da sustentabilidade

Apesar de ainda ser objeto de debate recente no Brasil, a questão da qualidade e do desempenho das edificações habitacionais é de suma importância e está se consolidando ao longo dos anos. Para tanto, está sendo utilizada a norma de desempenho para edificações habitacionais NBR 15575 (ABNT, 2013), a qual apresenta critérios de desempenho para: habitabilidade (conforto visual, conforto acústico, conforto higrotérmico, acessibilidade, funcionalidade, salubridade, estanqueidade, conforto tátil e ergonomia); sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e desempenho ambiental) e segurança (estrutural, ao fogo e no uso).

No caso das coberturas sustentáveis, foram levantados sete tipos de telhas usadas no mercado da construção civil e que fazem parte deste trabalho. Como base de análise, as seguintes telhas foram avaliadas: fotovoltaicas, tetra pak, vegetais, cerâmicas, translúcidas PET, fibrocimento e concreto.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO, ANÁLISES E RESULTADOS

Este capítulo é referente às análises das telhas apresentadas. Os resultados são obtidos através da aplicação nos 7 produtos escolhidos, de 6 empresas diferentes e tendo alguns objetivos finais distintos. A comparação e estudo são dados com intuito de avaliação sustentável e pontuação no término das análises, utilizando o método de avaliação sustentável através dos Selos Ecológicos citados no capítulo 3.

Foram consideradas todas as informações obtidas sobre cada produto disponibilizadas pela empresa em seu site na internet, em catálogos, documentos enviados e contatos diretos com a empresa.

Ressalta-se que, foram solicitadas as empresas estudadas, comprovações dos dados sustentáveis e laudos técnicos de seus produtos, porém não houve resposta de algumas delas e, desta forma, a análise foi realizada a partir dos dados fornecidos pelas páginas da empresa online e outras fontes de pesquisa como trabalhos já realizados e sites de lojas online.

Segue-se a apresentação do método de avaliação sustentável com as pontuações alcançadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Resultados do método de avaliação sustentável em sistemas de coberturas.

INDICADORES	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	Telhas Fotovoltaicas	Telhas Tetra Pak	Telhas Vegetais	Telhas Cerâmicas	Telhas Translúcida - PET	Telhas de Fibrocimento	Telhas de Concreto	OBJETIVOS
Gestão de Projetos	Custo do ciclo de vida e planejamento de vida útil	3	3	3	2	3	1	3	Para reconhecer e incentivar o custo, o ciclo de vida e planejamento do serviço, a fim de melhorar a especificação do projeto, através da manutenção e operação.
	Projeto integrado e planejamento	2	3	3	2	3	1	2	Minimizar oportunidades para integração da edificação, custo efetivo da adoção de projetos verdes e estratégias de construção.

	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	Telhas Fotovoltáicas	Telhas Tetra Pak	Telhas Vegetais	Telhas Cerâmicas	Telhas Translúcida - PET	Telhas de Fibrocimento	Telhas de Concreto	OBJETIVOS
	Inovação e projeto	3	4	4	2	4	1	3	Minimizar o impacto ambiental da residência por meio da incorporação de técnicas sustentáveis e medidas construtivas que tenham benefícios tangíveis e demonstráveis.
	Impacto do ciclo de vida	2	4	4	2	3	1	3	Para reconhecer e incentivar o uso de materiais de construção com baixo impacto ambiental (incluindo carbono incorporado) sobre o ciclo de vida do edifício.
	Materiais certificados	3	3	4	2	3	1	4	Para reconhecer e incentivar a especificação de materiais de origem de forma responsável para os elementos chave de construção. Estimular o uso de materiais que possuam algum tipo de certificado brasileiro ou internacional.
	Redução da emissão de CO ²	2	2	2	2	2	1	2	Para reconhecer e incentivar edifícios projetados para minimizar a energia operacional, consumo e emissões de CO ₂ .
	Monitoramento de energia	3	2	2	2	3	1	2	Para reconhecer e incentivar a instalação de energia sub-medição que facilita o monitoramento do consumo de energia operacional.
	Energia renovável	4	2	2	1	2	1	2	Incentivar a adoção de energias renováveis nas residências, de forma a reduzir o consumo e o impacto ambiental associado ao consumo de energia.
	Créditos regionais	2	3	3	2	2	1	3	Incentivar o desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país.
	Gerenciamento da qualidade, visando à durabilidade	2	3	3	2	2	1	3	Aumentar a durabilidade e o desempenho da envoltória da residência, bem como de seus componentes e sistemas, por meio de um projeto adequado, da seleção de materiais e de práticas de construção convenientes.
Gestão de Obra	Compras sustentáveis	3	4	4	2	4	1	3	Para garantir a entrega de um produto funcional e sustentável, projetado e construído de acordo com as expectativas de desempenho.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	Telhas Fotovoltaicas	Telhas Tetra Pak	Telhas Vegetais	Telhas Cerâmicas	Telhas Translúcida - PET	Telhas de Fibrocimento	Telhas de Concreto	OBJETIVOS
	Práticas sustentáveis da construção	2	2	2	2	2	1	
Gestão de manutenção	3	3	3	3	3	1	3	Facilidade de acesso para a execução da manutenção e simplicidade das operações. Equipamento para a permanência do desempenho na fase de uso. Informação destinada aos futuros ocupantes e gestores.
Transporte	1	1	1	1	1	1	1	Proximidade e boa localização, reduzindo longos trajetos. Para incentivar e premiar um prédio que está localizado próximo às amenidades locais, reduzindo assim a necessidades de viagens longas ou múltiplas viagens.
Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	2	3	3	2	3	1	3	Escolha de produtos, sistemas e processos construtivos que garantam a durabilidade da construção. Escolha de produtos, sistemas e processos construtivos a fim de limitar os impactos socioambientais do empreendimento e de sua construção. Escolhas construtivas adaptadas à vida útil desejada da construção. Escolhas construtivas considerando a facilidade de conservação da construção. Escolha de fabricantes de produtos que não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva. Flexibilidade da unidade habitacional após a entrega. Acessibilidade e adaptabilidade da unidade habitacional ao envelhecimento.
Controle de partículas contaminantes	2	3	3	2	3	1	2	Reduzir a exposição dos ocupantes da residência e dos trabalhadores da construção civil aos contaminantes do ar, por meio do controle e da remoção de fontes de contaminação.
Controle de materiais contaminantes	2	4	4	2	4	1	2	Diminuir a produção de materiais com conteúdo contaminantes e perigosos, com odor potencialmente irritante, forte ou que possam causar lesão, desconforto ou mal estar aos ocupantes, usuários, instaladores e operários da construção, controlando seus níveis e índices, dentro de limites estipulados pela legislação.
Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	2	2	2	2	2	1	2	Disposições contractuais para obtenção de um canteiro de obras com baixo impacto ambiental. Limitações dos incômodos. Limitações dos riscos sanitários e de poluição podendo afetar o terreno, os trabalhadores e a vizinhança. Gestão dos resíduos do canteiro de obras. Controle dos recursos de água e energia. Balanços do canteiro de obras.

	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	Telhas Fotovoltaicas	Telhas Tetra Pak	Telhas Vegetais	Telhas Cerâmicas	Telhas Translúcida - PET	Telhas de Fibrocimento	Telhas de Concreto	OBJETIVOS
	Componentes industrializados ou pré-fabricados	3	3	4	2	3	1	3	Reduzir as perdas de materiais e a geração de resíduos, colaborando para a redução do consumo de recursos naturais pelo emprego de componentes industrializados.
	Gestão de resíduos de construção	2	3	3	2	3	1	2	Reduzir a quantidade de resíduos de construção e seus impactos no meio ambiente urbano e nas finanças municipais, por meio da promoção ao respeito das diretrizes estabelecidas nas Resoluções n. 307 e n. 348 do CONAMA (Brasil, 2002 e 2004).
	Gestão de resíduos de demolição	2	3	3	2	3	1	2	Reduzir a quantidade de resíduos de demolição e seus impactos no meio ambiente urbano e nas finanças municipais, por meio da promoção ao respeito das diretrizes estabelecidas nas Resoluções n. 307 e n. 348 do CONAMA (Brasil, 2002 e 2004).
	Coordenação modular / modulação	3	3	3	2	3	1	3	Reduzir as perdas de materiais pela necessidade de cortes, ajustes de componentes e uso de material de enchimento; aumentar a produtividade da construção civil e reduzir o volume de RCD (resíduos de construção e demolição).
	Análise de ciclo de vida	3	4	4	3	4	1	3	Prover a análise e comparação do ciclo de vida de um material utilizado em obra, incentivando assim o uso de materiais que causem menor impacto na sua produção durante seu ciclo de vida.
Produto e Material	Gestão de energia	4	2	2	1	2	1	2	Redução do consumo de energia por meio da concepção arquitetônica. Uso de energias renováveis locais. Redução do consumo de energia para os sistemas de condicionamento de ar, ventilação e exaustão. Redução do consumo de energia para os sistemas de iluminação. Redução do consumo de energia para os demais equipamentos. Controle da eficiência energética. Desempenho do sistema para produção de água quente.
	Gestão de água	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1	Redução do consumo de água potável. Gestão de águas pluviais. Dimensionamento do sistema de aquecimento de água.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	Telhas Fotovoltaicas	Telhas Tetra Pak	Telhas Vegetais	Telhas Cerâmicas	Telhas Translúcida - PET	Telhas de Fibrocimento	Telhas de Concreto	OBJETIVOS
	Retenção de águas pluviais	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Infiltração de águas pluviais	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1	Permitir o escoamento de águas pluviais de modo controlado ou favorecer a sua infiltração no solo, com vistas a prevenir o risco de inundações, reduzir a poluição difusa, amenizar a solicitação das redes públicas de drenagem e propiciar a recarga do lençol freático.
Conforto térmico	2	2	3	2	2	n/a	3	Para assegurar-se de que os níveis apropriados do conforto térmico estejam conseguidos com o projeto e os controles são relacionados para manter um conforto térmico dos ocupantes do edifício.
Conforto higrotérmico	3	2	3	2	1	1	3	Implementação de medidas arquitetônicas para otimização do conforto higrotérmico de verão e inverno.
Isolamento térmico	2	2	2	2	1	n/a	2	Para reconhecer e incentivar o uso de isolamento térmico, que tem uma relação de baixo impacto ambiental incorporado às suas propriedades térmicas.
Transmitância térmica, capacidade térmica e absorptância solar das superfícies	3	2	2	1	1	n/a	2	Devem ser atendidos de acordo com a zona bioclimática em que a edificação se localiza. Obs.: Paredes referem-se a elementos opacos, não incluem as aberturas e são usadas principalmente no cálculo da transmitância térmica e absorptância (assim como as coberturas). Já as fachadas referem-se a todos os elementos que compõem o fechamento do edifício, incluindo elementos opacos e translúcidos.
Performance acústica (Conforto acústico)	1	1	1	1	1	n/a	1	Para garantir o conforto acústico dos edifícios, incluindo isolamento acústico e cumprimento das normas adequadas para esta finalidade.
Acústica	2	1	2	2	2	n/a	2	Reduzir a propagação de ruídos externos e o efeito prejudicial que causam nos ambientes de maior permanência da residência.
Conforto ambiental interno	2	2	3	2	2	n/a	3	Estabelecer parâmetros de controle ambiental dentro das residências, para as distintas estações do ano e regiões brasileiras.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	Telhas Fotovoltaicas	Telhas Tetra Pak	Telhas Vegetais	Telhas Cerâmicas	Telhas Translúcida - PET	Telhas de Fibrocimento	Telhas de Concreto	OBJETIVOS
	Conforto visual	1	1	2	2	3	n/a	
Qualidade sanitária do ar	1	1	1	1	1	n/a	1	Ventilação eficiente. Controle das fontes de poluição interna. Controle das fontes de poluição externa.
Fontes eficientes de aquecimento solar/Sistema de aquecimento solar	4	2	2	1	2	n/a	2	Incentivar a adoção de fontes de energia renovável, promovendo a redução do consumo de energia utilizada para o aquecimento de água, por meio de utilização de Sistemas de Aquecimento Solar (SAS), ou por meio de Sistemas de Recuperação de Calor e reduzir as perdas térmicas relativas à distribuição de água quente, diminuindo a carga energética demandada pelos edifícios. Reduzir o consumo de energia solar elétrica ou de gás para o aquecimento de água.
Materiais ambientalmente preferíveis	2	3	3	2	3	1	2	Utilizar materiais incorporados ou não à construção que sejam regionais, provenientes de reuso, com conteúdo reciclado, de rápida renovação e recicláveis, visando reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO ₂) e a extração de recursos naturais não renováveis.
Desempenho energético aprimorado	3	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1	Aprimorar o desempenho energético da residência, superando o nível A estipulado pelo selo Procel EDIFICA.
Baixo e zero emissões de carbono	2	2	3	1	3	1	2	Para reduzir as emissões de carbono e poluição atmosférica, incentivando a geração de energia local a partir de fontes renováveis para abastecer uma proporção significativa da demanda de energia.
Obter o Procel Edifica	2	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	1	Receber a etiquetagem Procel EDIFICA nível A.
Redução de resíduos	2	3	3	1	2	1	3	Utilização de projetos modulares e sistemas desmontáveis para minimizar os resíduos gerados pelos sistemas estruturais na construção civil. Adoção de técnicas de projeto e procedimentos para minimizar os resíduos gerados na construção civil pelos elementos não estruturais.

	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	Telhas Fotovoltaicas	Telhas Tetra Pak	Telhas Vegetais	Telhas Cerâmicas	Telhas Translúcida - PET	Telhas de Fibrocimento	Telhas de Concreto	OBJETIVOS
	Madeira plantada ou certificada	1	1	1	1	1	1	1	Incentivar a utilização da madeira certificada, por meio do emprego de produtos provenientes de espécies nativas devidamente legalizadas ou espécies exóticas de rápido crescimento (reflorestamento), e, conseqüentemente, promover o manejo sustentável em toda a cadeia produtiva madeireira.
	Qualidade de materiais componentes	2	3	4	2	3	n/a	3	Evitar o uso de produtos de baixa qualidade, reduzindo o consumo de produtos naturais utilizados na correção e custos da correção de defeitos, além de melhorar as condições de competitividade dos fabricantes que operam em conformidade com a normatização.
	Durabilidade	3	3	3	2	3	1	3	Para reconhecer e incentivar a proteção adequada dos elementos expostos do edifício e da paisagem, minimizando assim a frequência de substituição e maximizando a otimização de materiais.
	Impacto em longo prazo sobre a biodiversidade	2	2	3	2	3	1	3	Para minimizar o impacto em longo prazo do desenvolvimento no local e na biodiversidade da área circunvizinha.
Manutenção e Dimensões Sociais e Econômicas	Manual do usuário	1	1	1	1	1	n/a	1	Desenvolver um guia que contenha informações sobre os equipamentos e sistemas instalados e como operá-los, para que a mesma mantenha seu desempenho elevado ao longo de sua vida útil.
	Educação ambiental dos empregados	2	2	3	1	3	1	3	Prestar informações e orientar os trabalhadores sobre a utilização dos itens de sustentabilidade do empreendimento, notadamente sobre os aspectos ambientais.

	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	Telhas Fotovoltáicas	Telhas Tetra Pak	Telhas Vegetais	Telhas Cerâmicas	Telhas Translúcida - PET	Telhas de Fibrocimento	Telhas de Concreto	OBJETIVOS
		Boas práticas sociais para projeto e obra	2	2	2	2	2	2	
Boas práticas sociais para operação e manutenção	2	2	3	2	2	2	1	2	Estimular o estudo do impacto de implantação da edificação na comunidade local e produção de material visando manter o uso de boas práticas durante a vida útil da mesma. Através da educação, desenvolver e estimular a mudança de comportamento efetiva dos moradores para uma operação e manutenção mais sustentável do empreendimento.
Informalidade zero	3	3	4	2	3	3	1	3	A construção sustentável se inicia pelo processo de seleção de fornecedores. Somente empresas que operem exclusivamente de maneira formal podem produzir e fornecer materiais de forma compatível com o desenvolvimento sustentável.
TOTAL		111	112	125	84	112	39	116	

Utilizando o resultado das pontuações no quadro de qualificação de A à E, sendo A correspondente a melhor pontuação e E correspondente à pior pontuação, tem-se o seguinte resultado na Tabela 5.2—Resultados - Quadro de avaliação.

Tabela 5.2 Resultados – Quadro de Avaliação.

E		D		C		B		A	
---		Telhas de Fibrocimento		Telhas Cerâmicas		Telhas Fotovoltáicas		Telhas de Concreto	
						Telhas Tetra Pak			
						Telhas Translúcidas - Pet		Telhas Vegetais	
01	28	29	56	57	84	85	112	113	140

Entende-se por este resultado que as telhas de fibrocimento tiveram o pior resultado, somando 39 pontos, sendo classificada na qualificação D. Logo em seguida temos as telhas cerâmicas com 84 pontos, que apesar de serem telhas ecológicas e possuir rigorosos controles de qualidade exigidos pela ABNT e INMETRO (conforme fabricante), ainda não se qualificam com pontuação suficiente para preencher todos os quesitos de sustentabilidade exigidos pelos selos estudados. As telhas fotovoltaicas, tetra pak e translúcidas de garrafa pet apresentaram uma pontuação melhor, somando 111, 112 e 112 pontos respectivamente, ficando na qualificação B. A matéria prima de produção das telhas fotovoltaicas ainda não tem sua fabricação na linha ecológica, porém obtiveram boa pontuação na tabela de qualificação por serem sustentáveis no quesito de energia, tendo grande parte dos pontos fornecidos pelo Selo PROCEL. No caso das telhas translúcidas, a qualificação se deu grande parte por estar enquadrada também no quesito de economia de energia, proporcionando luz natural, além de outros atributos conforme tabela acima. Um dos motivos da qualificação B para as telhas tetra pak é o processo de reciclagem, tendo o cuidado e atenção tanto na produção das telhas quanto no uso das mesmas. As telhas que obtiveram melhores notas foram as telhas vegetais com 125 pontos e a telhas de concreto com 116 pontos. Todo o processo de produção e execução das telhas vegetais foi feito pensando na sustentabilidade. Já as telhas de concreto ganham boa pontuação também no quesito de durabilidade.

Desta forma, em porcentagens, a distribuição ficou conforme Tabela 5.3:

Tabela 5.3 Quadro de avaliação – Resultados em porcentagens.

QUALIFICAÇÃO (NOTAS)	PORCENTAGENS (100%)	PONTUAÇÃO	PONTUAÇÃO OBTIDA		
E	0%	01 - 28	-		
D	10%	29 - 56	39		
C	10%	57 - 84	84		
B	30%	85 - 112	111	112	112
A	20%	113 - 140	116	125	

Com o resultado da aplicação dos produtos no método de qualificação, foi possível criar um gráfico (Figura 5.1) de comparação da sustentabilidade segundo as Certificações e os Selos apresentados e estudados no decorrer deste trabalho.

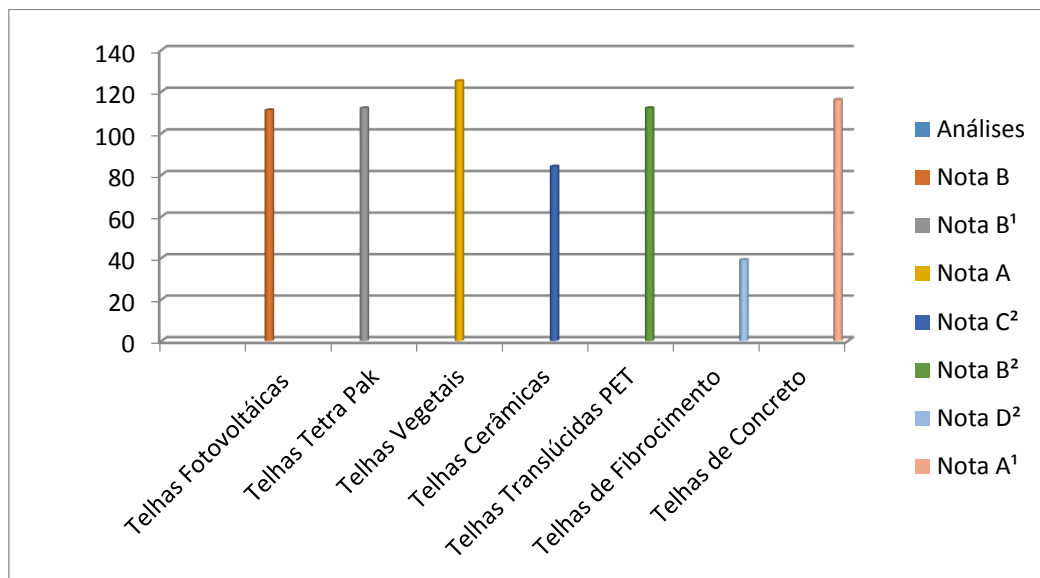


Figura 5.1- Pontuação na sequência dos produtos na avaliação da sustentabilidade.

No gráfico acima, têm-se as notas específicas para cada produto juntamente com a pontuação máxima de 140 pontos de acordo com a qualificação a partir dos Selos Sustentáveis estudados.

CONCLUSÃO

Este trabalho visa aumentar o conhecimento das Certificações Ambientais, mais precisamente no que abrange o estudo das telhas no contexto ecológico. Observa-se ainda, que algumas das empresas avaliadas já estão trabalhando com a visão sustentável e tentam aprimorar a qualidade no desenvolvimento, produção e desempenho dos seus produtos.

Mesmo com esforço em tornar seus produtos mais sustentáveis, temos, por outro lado, relatos apresentados em sites de dedicados a reclamações de usuários demonstrando suas insatisfações com alguns dos produtos. As telhas de fibras vegetais obtiveram alta pontuação nas tabelas apresentadas, todavia, a insatisfação refere-se às Telhas Vegetais Onduline. Dentre algumas características negativas foram observadas o mau funcionamento do telhado se não tiver uma mão de obra qualificada para a sua instalação. O calor também é um problema porque empena as telhas. Alguns desses relatos referem-se ao betume aplicado na parte inferior das telhas para impermeabilização, pois com mudanças de temperatura, este tende a derreter. Como as telhas são leves e a estrutura do telhado também, já houve casos em que uma ventania levou as telhas instaladas e a edificação ficou sem cobertura. Algumas destas reclamações também foram relatadas sobre as telhas de fibrocimento. Esses relatos estão sendo mencionados a título de pesquisa exclusivamente das telhas vegetais Onduline e fibrocimento Eternit. As tabelas de qualificação dos atributos para efeito sustentável são feitas tendo como referência as telhas de fibras vegetais em um contexto geral e não especificamente as da marca Onduline. Assim também no que diz respeito às telhas de fibrocimento.

No âmbito do trabalho desenvolvido, apresenta-se um resumo dos atributos e critérios estabelecidos pelas principais ferramentas de avaliação ambiental utilizadas no mercado brasileiro. Foram analisadas as tabelas resumo referentes aos Selos BREEAM, LEED, AQUA, CASA AZUL e PROCEL EDIFICA, cada qual com suas características específicas, que geraram novas tabelas comparativas utilizadas nos critérios de avaliação. A partir deste ponto, as coberturas apresentadas foram analisadas para avaliação do resultado final de sustentabilidade de cada telha.

Vale ressaltar que os materiais que são considerados ecológicos, são materiais que possuem fonte renovável, como a madeira certificada - um dos critérios do LEED - e que possam ser reutilizados, renovados ou reciclados. Vimos alguns destes exemplos nas telhas

Tetra Pak, onde foram recicladas das caixinhas de leite e nas Telhas Vegetais, onde sua matéria prima é obtida das fibras vegetais de papel reciclado.

Por meio desta pesquisa, mostra-se a importância deste tema dentro do contexto da construção civil. Foi escolhida a vertente: Coberturas – Tipos de Telhas para desenvolver a dissertação. Há várias maneiras de se preservar o meio ambiente e evitar o impacto ambiental, mas precisamos ter consciência que isso é um trabalho em conjunto. A intenção proposta aqui foi sensibilizar os profissionais da área quanto às soluções que podem ser adotadas em relação ao envoltório das edificações quanto às escolhas dos tipos de coberturas existentes.

ANEXOS

Anexo I - Certificado de Garantia: Telhas Vasatex



Certificado de Garantia

Certificamos ao consumidor abaixo identificado os prazos de garantia descritos neste documento, referentes ao item PRAZOS DE GARANTIA o(s) produto(s) adquirido(s), válidos a contar da data da compra, mediante Nota Fiscal de compra do revendedor, contra não-conformidades, de acordo com as normas INMETRO/CCB vigentes.

OBJETO DE GARANTIA

PRAZOS DE GARANTIA

- 10 (dez) anos para todos os produtos em seu estado natural.
- 10 (dez) anos para o hidrofugante aplicado nos produtos naturais.

NORMATIZAÇÕES QUE DETERMINAM A QUALIDADE DOS PRODUTOS DAS MARCAS VASATEX:
CERTIFICADOS expedidos PELO INMETRO/CCB –OCP-010 -Telhas modelos -Duplanatex Ecológic e Portuguesa. Os demais modelos de telhas têm suas especificações físicas e dimensionais definidos de acordo com a norma NBR

ITENS NÃO COBERTOS POR ESTA GARANTIA

- 1 -Mão de obra de instalação das telhas e outros materiais relativos à cobertura do telhado;
- 2 -Escurecimento ou mancha nas telhas causadas por algas, fungos, eflorescência, poluição ou qualquer outro agente natural;
- 3 -Danos causados pelo manuseio, armazenamento e instalação inadequados do produto;
- 4 -Danos resultantes de atos deliberados, acidentais ou de mau uso do produto;
- 5 -Danos ocorridos em função de movimento do solo ou por empenamento ou falha na estrutura do telhado;
- 6 -Danos gerados por forças da natureza, como tormentas, raios, terremotos, furacões e ventos excepcionalmente fortes;
- 7 -Danos gerados em casos fortuitos como depredações, guerras, revoluções e tumultos;
- 8 -Imperfeições decorrentes da inobservância das orientações técnicas constantes do Catálogo de Produtos quanto ao cálculo da galga, inclinação do telhado e colocação de cumeeiras;
- 9 -A formação de gotas provenientes da condensação da umidade interna do ambiente;
- 10 -Danos causados por alterações às características originais do(s) produto(s).

RESPONSABILIDADE DA FABRICANTE DAS MARCAS VASATEX

Na ocorrência de problemas cobertos por este Certificado de Garantia, a empresa responsabiliza-se por:

- a) Efetuar a reposição das telhas cobertas pela garantia, livre de quaisquer ônus ao comprador. Caso as telhas não façam mais parte da linha de produtos da marca Vasatex, a reposição será feita por linha similar.
- b) Disponibilizar Assistência Técnica para orientação do comprador.

As dúvidas existentes sobre o correto manuseio e instalação das telhas garantidas por este certificado deverão ser dirimidas junto a Área Técnica e de Qualidade das cerâmicas que produzem as telhas com as marcas Vasatex, antes de sua utilização.

IMPORTANTE

- 1 -As telhas da marca Vasatex poderão ter suas características gerais, técnicas e estéticas alteradas, sem aviso prévio.

Fonte: <www.ceramicavasatex.com.br>. Acesso em 28 jan. 14.

Anexo II - Certificado Madeira Legal: Intercil - empresa fabricante dos produtos Vasatex

Fonte: <<http://www.ceramicavasatex.com.br/?go=novidades>>. Acesso em 28 jan.14


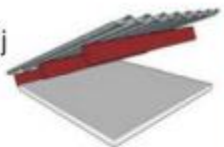

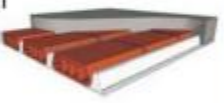
Anexo III - Tipologias - Coberturas

Tabela 5: Tipologias – coberturas

Cobertura tipo	Imagem	Descrição/Propriedades térmicas																				
a		Laje maciça (10,0cm) Câmara de ar (> 5,0cm) Telha cerâmica																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[W/(m²K)]</td> <td>[kJ/m²K]</td> <td>[-]</td> <td>[-]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.2</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>2.05</td> <td>238.5</td> <td>0.4</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>6.6</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]			0.2	1.6	2.05	238.5	0.4	3.3			0.8	6.6
		U	CT	α	FCS																	
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]																	
		0.2	1.6																			
2.05	238.5	0.4	3.3																			
		0.8	6.6																			
b		Laje pré-moldada com cerâmica (12,0cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha cerâmica																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[W/(m²K)]</td> <td>[kJ/m²K]</td> <td>[-]</td> <td>[-]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.2</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>1.92</td> <td>113</td> <td>0.4</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>6.1</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]			0.2	1.5	1.92	113	0.4	3.1			0.8	6.1
		U	CT	α	FCS																	
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]																	
		0.2	1.5																			
1.92	113	0.4	3.1																			
		0.8	6.1																			
c		Forro PVC (1,0cm) Câmara de ar (> 5,0cm) Telha cerâmica																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[W/(m²K)]</td> <td>[kJ/m²K]</td> <td>[-]</td> <td>[-]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.2</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>1.75</td> <td>21.4</td> <td>0.4</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>5.6</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]			0.2	1.4	1.75	21.4	0.4	2.8			0.8	5.6
		U	CT	α	FCS																	
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]																	
		0.2	1.4																			
1.75	21.4	0.4	2.8																			
		0.8	5.6																			
d		Forro madeira (1,0cm) Câmara de ar (> 5,0cm) Telha cerâmica																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[W/(m²K)]</td> <td>[kJ/m²K]</td> <td>[-]</td> <td>[-]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.2</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>2.02</td> <td>26.4</td> <td>0.4</td> <td>3.2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>6.4</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]			0.2	1.6	2.02	26.4	0.4	3.2			0.8	6.4
		U	CT	α	FCS																	
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]																	
		0.2	1.6																			
2.02	26.4	0.4	3.2																			
		0.8	6.4																			
e		Forro gesso (3,0cm) Câmara de ar (> 5,0cm) Telha cerâmica (1cm)																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[W/(m²K)]</td> <td>[kJ/m²K]</td> <td>[-]</td> <td>[-]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.2</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>1.93</td> <td>37.3</td> <td>0.4</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>6.24</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]			0.2	1.5	1.93	37.3	0.4	3.1			0.8	6.24
		U	CT	α	FCS																	
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]																	
		0.2	1.5																			
1.93	37.3	0.4	3.1																			
		0.8	6.24																			
f		Laje maciça (10,0cm) Câmara de ar (> 5,0cm) Telha fibrocimento																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[W/(m²K)]</td> <td>[kJ/m²K]</td> <td>[-]</td> <td>[-]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.2</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>2.06</td> <td>232.8</td> <td>0.4</td> <td>3.3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>6.6</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]			0.2	1.6	2.06	232.8	0.4	3.3			0.8	6.6
		U	CT	α	FCS																	
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]																	
		0.2	1.6																			
2.06	232.8	0.4	3.3																			
		0.8	6.6																			
g		Laje pré-moldada com cerâmica (12,0cm) Câmara de ar (> 5,0cm) Telha fibrocimento																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[W/(m²K)]</td> <td>[kJ/m²K]</td> <td>[-]</td> <td>[-]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.2</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>1.93</td> <td>106</td> <td>0.4</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>6.2</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]			0.2	1.5	1.93	106	0.4	3.1			0.8	6.2
		U	CT	α	FCS																	
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]																	
		0.2	1.5																			
1.93	106	0.4	3.1																			
		0.8	6.2																			
h		Forro PVC (1,0cm) Câmara de ar (> 5,0cm) Telha fibrocimento																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>[W/(m²K)]</td> <td>[kJ/m²K]</td> <td>[-]</td> <td>[-]</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.2</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>1.76</td> <td>15.8</td> <td>0.4</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0.8</td> <td>5.6</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]			0.2	1.4	1.76	15.8	0.4	2.8			0.8	5.6
		U	CT	α	FCS																	
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]																	
		0.2	1.4																			
1.76	15.8	0.4	2.8																			
		0.8	5.6																			

Fonte: MAGNANI, 2011

Anexo IV - Propriedades Térmicas - Coberturas

Cobertura tipo	Imagem	Descrição/Propriedades térmicas																
i		Forro madeira (1,0cm) Câmara de ar (> 5,0cm) Telha fibrocimento																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> <th>[-]</th> <th>[-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">2.02</td> <td rowspan="3">20.8</td> <td>0.2</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>0.4</td> <td>3.2</td> </tr> <tr> <td>0.8</td> <td>6.4</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]	2.02	20.8	0.2	1.6	0.4	3.2	0.8	6.4
		U	CT	α	FCS													
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]													
2.02	20.8	0.2	1.6															
		0.4	3.2															
		0.8	6.4															
j		Forro gesso (3,0 cm) Câmara de ar (> 5,0cm) Telha fibrocimento																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> <th>[-]</th> <th>[-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1.94</td> <td rowspan="3">31.7</td> <td>0.2</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>0.4</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td>0.8</td> <td>6.2</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]	1.94	31.7	0.2	1.6	0.4	3.1	0.8	6.2
		U	CT	α	FCS													
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]													
1.94	31.7	0.2	1.6															
		0.4	3.1															
		0.8	6.2															
k		Laje maciça (10,0cm) Sem telhamento																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> <th>[-]</th> <th>[-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">3.73</td> <td rowspan="3">220</td> <td>0.2</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>0.4</td> <td>6.0</td> </tr> <tr> <td>0.8</td> <td>11.9</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]	3.73	220	0.2	3.0	0.4	6.0	0.8	11.9
		U	CT	α	FCS													
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]													
3.73	220	0.2	3.0															
		0.4	6.0															
		0.8	11.9															
l		Laje pré-moldada com cerâmica (12,0cm) Sem telhamento																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>CT</th> <th>α</th> <th>FCS</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> <th>[-]</th> <th>[-]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">3.33</td> <td rowspan="3">95</td> <td>0.2</td> <td>2.7</td> </tr> <tr> <td>0.4</td> <td>5.3</td> </tr> <tr> <td>0.8</td> <td>10.7</td> </tr> </tbody> </table>	U	CT	α	FCS	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]	3.33	95	0.2	2.7	0.4	5.3	0.8	10.7
		U	CT	α	FCS													
		[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]													
3.33	95	0.2	2.7															
		0.4	5.3															
		0.8	10.7															

Fonte: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina – LabEEE/UFSC.

Fonte: MAGNANI, 2011

Anexo V - Telhas LEVE – ECCOCLEAN

As telhas “Leve” da Eccoclean são telhas 100% recicladas de garrafas PET de ação pós-consumo e pós-indústria, limpas e refinadas no próprio local. A fabricação é feita com a tecnologia *state-of-the-art* (tecnologia de ponta) para produzir telhas altamente resistentes. São impermeáveis, não criam limo nem fungo e não escurecem com o tempo. Também são pigmentadas na fabricação, desta forma não descolorem, mantendo o telhado por anos com a mesma aparência. As telhas pesam menos de 6kg por m², gerando uma economia na estrutura do telhado e tem vida útil de aproximadamente 40 anos.

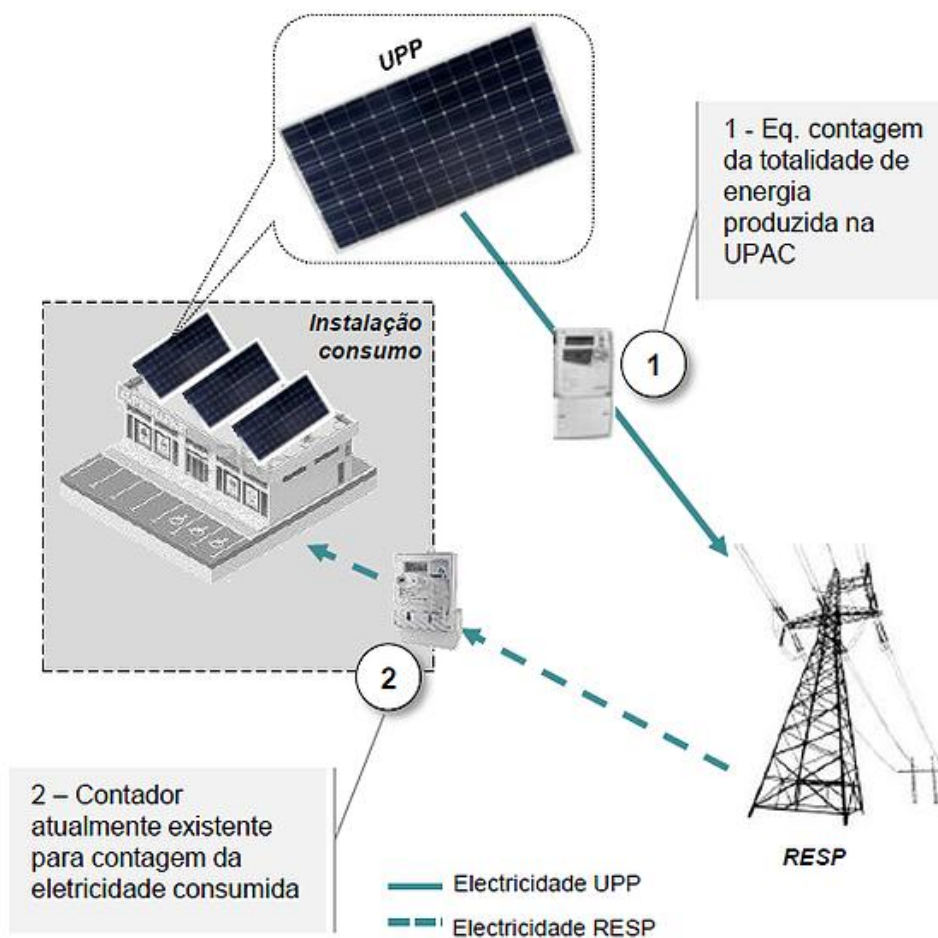
Procedimento de fabricação das telhas Eccoclean



Fonte: <<http://www.eccoclean.com.br/empresa.html>>. Acesso em 03 fev.15



Anexo VI - Placas Solares



Fonte: www.portugal.gov.pt

Fonte: <<http://www.d-solarsystems.com/#!unidade-pequena-producao/cppe>>. Acesso em 29 dez 14.

A Unidade de Pequena Produção (UPP) é um investimento de longo prazo. O investidor adquire um sistema fotovoltaico e vende a energia produzida à rede.

Funciona substituindo os anteriores regimes de microprodução e miniprodução. A UPP é instalada num local de consumo e a energia produzida é totalmente injetada na rede pública (RESP)

Anexo VII - Placas Solares

Um sistema de autoconsumo permite produzir localmente a sua própria energia e contribuir diretamente para a redução dos custos energéticos da habitação / empresa.

A unidade de produção (UPAC) produz energia preferencialmente para satisfazer necessidades de consumo.

A energia elétrica produzida é instantaneamente injetada na instalação de consumo.

O excedente produzido é injetado na RESP, evitando o desperdício

A UPAC é instalada no local de consumo.

A Potência de ligação da UPAC tem de ser inferior à potência contratada na instalação de consumo.

A Potência da UPAC não pode ser superior a duas vezes a potência de ligação.

Fonte: <<http://www.d-solarsystems.com/#!unidade-pequena-producao/cppe>>. Acesso em 29 dez 14.

Anexo VIII - Projeto Tamar

Conforme a empresa responsável pelo projeto de energia solar, DONAUER, a eletricidade solar do Projeto Tamar é consumida de imediato nas instalações do mesmo e a eventual energia excedente é injetada na rede pública. As instalações irão fornecer energia limpa nas próximas décadas, protegendo o ambiente e apostando na sustentabilidade. Este projeto faz parte do “Programa telhado Solar” da DENA (Agência Alemã de Energia).

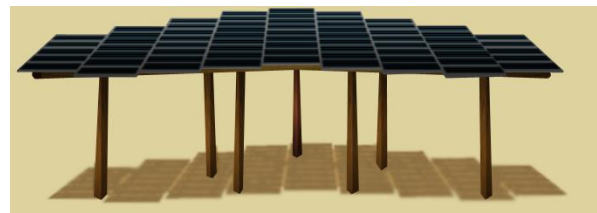
Telhado da Loja do Tamar:

- 12 painéis solares de 240 Wp
- Potência total: 2,88 kWp
- Superfície da instalação: 20 m²



Pérgola solar:

- 72 painéis solares de 120 Wp
- Potência total: 8,64 kWp
- Superfície da instalação: 86 m²



Energia Solar

A energia solar é toda e qualquer captação de energia, luminosa ou térmica, oriunda do sol, com transformação dessa energia para uso humano. Em geral há dois tipos de captação de energia solar: para aquecimento ou para geração de energia elétrica. No projeto Tamar, toda energia solar captada é transformada em energia elétrica a partir do uso de painéis solares compostos por células fotovoltaicas. Essas células são dispositivos elétricos capazes de converter a luz diretamente em energia elétrica. Conheça as principais vantagens do uso da energia solar:

- É uma energia limpa que não gera poluição;
- Necessidade de manutenção extremamente reduzida;
- Economicamente viável ao longo do tempo;
- Excelente em locais de difícil acesso.

Componentes

1. Vidro
2. Película solar de EVA
3. Célula fotovoltaica
4. Película solar de EVA
5. Interligação
6. Película de suporte
7. MC4-plug



Fonte: <www.projetotamar.com.br>. Acesso em 30 jan. 14.

Anexo IX - Certificados Telhas De Concreto Tégula



Certificado de Conformidade de Produto

O Centro Cerâmico do Brasil | CCB certifica que o produto Telha de Concreto modelos Perfil Tradição e Big fabricados pela empresa



Tégula Soluções para Telhados Ltda

Responsável pela produção da marca: Tégula.



Inscrita no CNPJ nº 02.014.622/0012-57 e sediada à Rua Via Primária 06 - E - Quadra 09 Módulo 16, s/nº, Bairro Daia - Anápolis/GO - CEP: 75.133-600, é amostrado e ensaiado periodicamente e está em conformidade com a norma ABNT NBR 13.858-2:2009 e Portaria Inmetro nº 658/2012.
A validade deste Certificado está atrelada à realização das avaliações de manutenção e tratamento de possíveis não conformidades de acordo com as orientações do OAC e previstas no RAC específico.

Relatórios nº 057-14-06 a 057-14-08 de 13/06/2014 emitidos pelo Laboratório de Ensaios de Monte Carmelo - LEMC.

Gerente de Certificação
Marcelo Dias Caridade

Superintendente do CCB
Ana Paula Mangarido Menegazzo

*"Esta licença está vinculada a um contrato e ao endereço do fabricante".
"Esta informação poderá ser confirmada através do nosso site"*

CCB - CNPJ nº 69.290.435/0001-14 | R. Nossa Senhora do Carmo, 82 | Jd. Luciana - Santa Gertrudes/SP | www.ccb.org.br

RQ 05 - Rev. 00 - Certificado de Conformidade - Emissão 04/2014 - PAG. 1/1

RQ 05 - Rev. 00 - Certificado de Conformidade - Emissão 04/2014 - PAG. 1/1

Certificado
TC= 010/01-01
Certificação
07/06/2010
Recertificação
15/03/2013
Validade
15/03/2016
Emissão
10/10/2014
Código NACE
23.69



MODELO 5

MODELO 5



Certificado de Conformidade de Produto

O Centro Cerâmico do Brasil | CCB certifica que o produto Telha de Concreto modelos Tradição, Plana e Big fabricados pela empresa



Tégula Soluções para Telhados Ltda

Responsável pela produção da marca: Tégula.



Inscrita no CNPJ nº 02.014.622/0011-76 e sediada à Rodovia BR 396, Km 32, s/nº, Bairro Brasil - Frederico Westphalen/RS - CEP: 98.400-000, é amostrado e ensaiado periodicamente e está em conformidade com a norma ABNT NBR 13.858-2:2009 e Portaria Inmetro nº 658/2012.
A validade deste Certificado está atrelada à realização das avaliações de manutenção e tratamento de possíveis não conformidades de acordo com as orientações do OAC e previstas no RAC específico.

Relatórios nº E247/2014 a E249/2014 de 15/10/2014 emitidos pelo Laboratório Senai Nilo Bettanin.

Gerente de Certificação
Marcelo Dias Caridade

Superintendente do CCB
Ana Paula Mangarido Menegazzo

*"Esta licença está vinculada a um contrato e ao endereço do fabricante".
"Esta informação poderá ser confirmada através do nosso site"*

CCB - CNPJ nº 69.290.435/0001-14 | R. Nossa Senhora do Carmo, 82 | Jd. Luciana - Santa Gertrudes/SP | www.ccb.org.br

RQ 05 - Rev. 00 - Certificado de Conformidade - Emissão 04/2014 - PAG. 1/1

Certificado
TC= 006/01-01
Certificação
06/06/2009
Recertificação
10/08/2012
Validade
10/08/2015
Emissão
10/10/2014
Código NACE
23.69



MODELO 5



Certificado de Conformidade de Produto

O Centro Cerâmico do Brasil | CCB certifica que o produto Telha de Concreto modelos Tradição e Big fabricados pela empresa



Tégula Soluções para Telhados Ltda

Responsável pela produção da marca: Tégula

Tégula[®]
SOLUÇÕES PARA TELHADO

Inscrita no CNPJ nº 02.014.622/0013-38 e sediada à Rodovia BR 153, Km 53 s/nº, Bairro Zona Rural - São José do Rio Preto /SP - CEP: 15.053-750, é amostrado e ensaiado periodicamente e está em conformidade com a norma ABNT NBR 13.858-2: 2009 e Portaria Inmetro nº 658/2012.

"A validade deste Certificado está atrelada à realização das avaliações de manutenção e tratamento de possíveis não conformidades de acordo com as orientações do OAC e previstas no RAC específico."

Relatórios nº 275.200/14 a 275/201/14 de 29/04/2014 emitidos pelo Laboratório Falcao Bauer e relatório nº 3941/2014 de 21/05/2014 emitido pelo Laboratório de Ensaios de Materiais - CETECLEM.


Gerente de Certificação
Marcelo Dias Caridade


Superintendente do CCB
Ana Paula Mingardi Menegazzo

Esta licença está vinculada a um contrato e ao endereço do fabricante.

Esta informação pode ser confirmada através do nosso site

CCB - CNPJ nº 09.290.435/0001-14 | R. Nossa Senhora do Carmo, 82 | Jd. Luciana - Santa Gertrudes/SP | www.ccb.org.br

RQ 05 - Rev. 00 - Certificado de Conformidade - Emissão 04/2014 - PAG. 1/1

Certificado
TC nº 013/00-01
Certificação
14/05/2013
Validade
14/05/2016
Emissão
14/10/2014
Código NACE
23.69



MODELO 5

Fonte: <www.tegula.com.br>. Acesso em 25 set. 15

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. 2005. Disponível em: <www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>. Acesso em 22 jun. 13.

AULICINO, Patrícia. **Análise de métodos de avaliação de sustentabilidade do ambiente construído**: o caso dos conjuntos habitacionais. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

BEZERRA NETO, Sebastião Luiz. **Sustentabilidade na construção civil**. Disponível em: <<http://meuartigo.brasilecola.com/atualidades/sustentabilidade-na-construcao-civil.htm>>.

BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves. **A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Doutor, Política e Gestão Ambiental, 2004.

BODÃO, Juliano Henrique. **Desenvolvimento colaborativo de telhas fotovoltaicas em RCD**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2014.

CÓDIGO DE EDIFICAÇÕES DO DISTRITO FEDERAL – Lei 2.105/98 e Decreto 19.915/98 e alterações. Seção IV (Acessibilidade). Coordenadoria das Cidades 25/05/14

FAGUNDES, Renata Magalhães. Aplicação do RTQ-R na avaliação da eficiência energética de edificações multifamiliares de interesse social para as zonas bioclimáticas brasileiras. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

JALES, Fernando Fernandes. **Utilização de embalagens tetra pak como material de construção**. Mossoró, 2013.

KEELER, Marian; BURKE Bill. **Fundamentos de projetos de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

LANNON, Milena Canabrava e Souza de. **Especificações de pisos e revestimentos**: um exercício de aplicação de critérios da sustentabilidade. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 2013.

LE GOFF, Jacques. **A Civilização do Ocidente Medieval**. Editora: Edusc, Ano: 2005, 1ª edição.

MAGNANI, Juliana Matos. **Análise comparativa do Selo Casa Azul e do Sistema de Certificação LEED for homes**. Trabalho de Monografia de Pós-Graduação da Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

MATEUS, Ricardo F.M.S. Avaliação da sustentabilidade da construção. Propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis. Tese de Doutorado, Universidade de Minho, Portugal, 2009.

MONTEIRO, Eliane. A importância da sustentabilidade para empregadores e empregados (Administração). **E-FACEQ: revista dos discentes da Faculdade Eça de Queiros**, ISSN 2238-8605, Ano 1, número 1, Agosto de 2012. Disponível em: <e-faceq.blogspot.com.br>. Acesso em 27 out. 2015.

NICARETTA, Francielle; FRANÇA, Rosiléa Garcia; ROSSONI, Patrícia; PILLAR, Rebecca Iva C.S. III-115 – produção de telhas a partir da reutilização de embalagens tetra pak e tubos de pasta dental. **26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental 1**, Santa Catarina.

OLIVEIRA, Leonardo Pinto de. **Estrutura metodológica para avaliação ambiental do projeto arquitetônico com base nos critérios prescritos e de desempenho das certificações para edifícios: estudo de caso edifício Gustavo Capanema e Eldorado Tower**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília – DF, 2010.

PERALTA, Gisela. **Desempenho térmico de telhas: análise de monitoramento e normalização específica**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2006.

SILVA, V.G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 2003. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SILVA, Vanessa Gomes da. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. 2003. Porto Alegre: Ambiente Construído.

SITES PESQUISADOS

AARQUITETA. Disponível em: <<http://www.aarquiteta.com.br/blog/meio-ambiente-e-planejamento-urbano/telhas-solare/>>. Acesso em 25 set. 14.

AMBIENTE BRASIL. **Amianto**: proibição, uso controlado ou imobilização? Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/amianto%3A_proibicao,_uso_controlado_ou_imobilizacao%3F.html>. Acesso em 15 out. 15.

AMBIENTES BRASIL. Disponível em: <<http://www.ambientes.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em 27 jan. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-5_2013. Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%F3rios/NRs/NR%2015575/NBR_15575-5_2013_Final%20Sistemas%20de%20Cobertura.pdf>. Acesso em 27 out. 2015.

BARBOSA, Jaqueline. **Telhado sustentável**: conheça as telhas que produzem energia solar. Disponível em: <www.24harquitetura.blogspot.com.br>.

BBC BRASIL. **Prédios argentinos pagarão menos imposto por ter jardins no telhado**. <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2013/02/130206_predios_verdes_argentina_jp_m.c.shtml>. Acesso em 23 jun. 13.

BBC. **Arquiteto constrói casa carbono zero com técnica medieval**. Disponível em: <http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2009/02/090218_casaverde_aw.shtml>. Acesso em 17 set. 14.

BONDE. **Conheça benefícios e vantagens das telhas de concreto**. Disponível em: <http://www.bonde.com.br/?id_bonde=1-32--14-20130611>. Acesso em 17 out. 15.

BRASIL ESCOLA. Disponível em: <<http://meuartigo.brasilecola.com>>. Acesso em 28 jan. 2015.

BRASIL. Lei nº 12.484, de 8 de setembro de 2011. Dispõe sobre a Política Nacional de Incentivo ao Manejo Sustentado e ao Cultivo do Bambu e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/112484.htm>. Acesso em 22 set. 14.

BREEAM. *The world's leading design and assessment method for sustainable buildings*. Disponível em: <<http://www.breeam.org/>>. Acesso em 06 out. 14.

CABO DE SANTO AGOSTINHO. Congresso Brasileiro de Engenharia sanitária e Ambiental. Disponível em: <<http://www.cabo.pe.gov.br>>. Acesso em 10 out. 2015.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/desenvolvimento_urbano/gestao_ambiental/SELO_CASA_AZUL_CAIXA_versaoweb.pdf>. Acesso em 01 dez. 14.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. Disponível em: <http://www14.caixa.gov.br/portal/rse/home/produtos_servicos/selo_casa_azul>. Acesso em 01 dez. 14.

CASA & CONSTRUÇÃO. **Telhado de fibra ecológica.** Disponível em: <<http://www.cec.com.br/dicas-sustentabilidade-telhado-de-fibra-ecologica?id=336>>. Acesso em 06 out. 14.

CASA.COM.BR. **Casa sustentável:** com painéis de OSB e fachada de madeira plástica. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materia/casa-sustentavel-osb-madeira-plastica#1>>. Acesso em 22 set. 14.

CICLOVIVO. **Empresa mostra como é o processo de produção de telhas ecológicas.** Disponível em: <http://www.ciclovivo.com.br/noticia/empresa_mostra_como_e_o_processo_de_producao_de_telhas_ecologicas>. Acesso em 06 out. 14.

CLARO, Anderson. **Tecnologia de Edificação I. Universidade Federal de Santa Catarina.** Curso de Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2006-1/teto_jardim/vantagens_e_desvantagens.htm>. Acesso em 21 jun. 13.

CLIQUE ARQUITETURA. **Telhas ecológicas.** Disponível em: <<http://www.cliquearquitetura.com.br/portal/dicas/view/telhas-ecologicas/193>>. Acesso em 06 out. 14.

COMCIÊNCIA. Sustentabilidade na construção civil: benefícios ambientais e econômicos. **Revista eletrônica de Jornalismo científico.** Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=60&id=755>>. Acesso em 25 ago. 14

COMISSÃO NACIONAL DOS TRABALHADORES DO AMIANTO. Disponível em: <<http://www.cnta.org.br>>. Acesso em 16 out. 2015.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.caubr.gov.br>>. Acesso em 27 out. 2015.

CONSTRUÇÃO. **Telhas de concreto X telhas cerâmicas.** Disponível em: <<http://construcomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/127/artigo299706-1.aspx>>. Acesso em 17 out. 15.

CONSTRUIR SUSTENTÁVEL. Alimentos vindos direto do telhado em restaurante americano. Disponível em: <<http://www.construirsustentavel.com.br/green-building/583/alimentos-vindos-direto-do-telhado-em-restaurante-americano#ixzz3qtjSaVJO>>. Acesso em 21 jun. 2013

CRIAR ARQUITETURA SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://www.criarquiteturasustentavel.com.br/lista-de-materiais-ecologicos.html>>. Acesso em 25 set. 14.

CULTURA MIX. Disponível em: <<http://www.meioambiente.culturamix.com>>. Acesso em 07 out. 2014.

DIAS, C.M.R., CINCOTTO, M.A., SAVASTANO JR., H., JOHN, V.M. Envelhecimento de longo prazo de telhas onduladas de fibrocimento – o efeito da carbonatação, lixiviação e chuva ácida. Disponível em: <<http://www.crisotilabrazil.org.br/site/uploads/Envelhecimentode%20de%20longo.pdf>>. Acesso em 15 out. 15.

Disponível em: <http://file:///C:/Users/Windows/Downloads/FOLLETO_BREEAM_PTV3.pdf>. Acesso em 06 out. 14.

Disponível em: <<http://www.clestra.com/pt/breeam.html>>. Acesso em 06 out. 14.

DISTEL TELHAS. Disponível em: <<http://www.disteltelhas.com.br>>. Acesso em 15 out. 2015.

EA ENGENHARIA E ARQUITETURA. A viabilidade da certificação de habitações unifamiliares. Disponível em: <<http://www.engenhariaarquitectura.com.br/noticias/775/A-viabilidade-da-certificacao-de-habitacoes-unifamiliares.aspx>>. Acesso em 10 dez. 14.

EBAH. Tintas naturais. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAMmoAD/tintas-naturais>>. Acesso em 22 set. 14.

ECOCASA. Conheça as soluções para construção sustentável da EcoCasa. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/solucoes-para-construcao-sustentavel-da-ecocasa.asp>>. Acesso em 20 set. 14.

ECOD. EcoD básico: urbanismo sustentável. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/ecod-basico-urbanismo-sustentavel>>. Disponível em 18 set. 14.

ECOD. Tire suas dúvidas sobre o uso do bambu na construção. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/abril/tire-suas-duvidas-sobre-o-uso-do-bambu-na>>. Acesso em 22 set. 14.

ECOEFICIENTES. **Telhas de caixas de leite.** Disponível em: <<http://www.ecoeficientes.com.br/telhas-de-caixas-de-leite/>>. Acesso em 01 out. 14.

ECOPEX. **Telha ecológica tetra pak.** Disponível em: <<http://www.ecopex.com.br/telhas-e-placas/telha-ecologica-tetra-pak/>>. Acesso em 02 out. 14.

ECOPRESERVE. **Telha ecológica.** Disponível em: <<http://www.telhaecologica.net/enviar.php>>. Acesso em 27 set. 14.

ECOTELHADO. <<http://ecotelhado.blog.br/index.php/tag/telhado-verde/>>. Acesso em 17 jun. 13.

ECOTELHADO. Disponível em: <<http://www.ecotelhado.com.br/Por/ecotelhado>>. Acesso em 13 jun. 13

ETERNIT. **Quais são as vantagens de usar telhas de fibrocimento?** Disponível em: <<http://blogdaeternit.com.br/construcao-civil/quais-sao-as-vantagens-de-usar-telhas-de-fibrocimento/>>. Acesso em 17 out. 15.

FAZ FACIL. REFORMA & CONSTRUÇÃO. **Telhas de concreto!** Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/telhas-de-concreto/>>. Acesso em 17 out. 15.

FAZFACIL. Telhas fotovoltaicas ou telhas solares. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/telhas-fotovoltaicas-solares/>>. Acesso em 25 set. 14.

FIBROCIMENTO. Disponível em: <http://www.sinaprocim.org.br/Upload/Esp_Tecn/fibrocimento.pdf>. Acesso em 15 out. 15.

FORUM DA CONSTRUÇÃO. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br>>. Acesso em 27 jan. 2015.

GARANTE PAULISTANA. **Coberturas como aliadas a sustentabilidade, conforto e estética predial.** Disponível em: <<http://www.garantepaulistana.com.br/noticias/coberturas-como-aliadas-a-sustentabilidade-conforto-e-estetica-predial>>. Acesso em 03 fev. 15.

GBC BRASIL. Certificação LEED. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em 17 nov. 14.

GBC BRASIL. **LEED para novas construções 2009**. Registro projeto checklist. Disponível em: <<http://gbcbrasil.org.br/sistema/certificacao/CheckListLEEDNCv.3Portugues.pdf>>. Acesso em 17 nov. 14.

GLOBO.COM. Revista Época. Disponível em: <<http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,EDG81177-6010-505,00.html>>. Acesso em 23 jun. 13.

HYPENESS. **Telhado sustentável**: conheça as telhas que produzem energia solar. Disponível em: <<http://www.hypeness.com.br/2013/03/tehado-sustentavel-conheca-as-telhas-que-produzem-energia-solar/>>. Acesso em 25 set. 14.

IDHEA. **Construções sustentáveis**: uma casa conceito em Curitiba. Disponível em: <http://www.idhea.com.br/pdf/casa_curitiba.pdf>. Acesso em 15 out. 15.

IDHEA. Telhado verde. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/produtos/pdf/TelhadoVerde.pdf>>. Acesso em 22 jun. 13

INMETRO. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/>> Acesso em 04 dez. 14.

INOVATECH ENGENHARIA. Disponível em: <<http://www.inovatech engenharia.com.br/certificacoes/>>. Acesso em 10 dez. 14.

INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HIDRÍCOS. Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/>>. Acesso em 27 out. 2015.

KSA MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. **Telhados ecológicos**: transformando sustentabilidade em economia e design. Disponível em: <http://www.telhadoecologico.com.br/?gclid=CJT19If6tMMCFRSGfgod_bcApQ>. Acesso em 27 jan. 15.

LIVEGREEN. **Bem vindo – vamos conhecer mais sobre a madeira plástica**. Disponível em: <<http://www.madeiraplastica.ws/>>. Acesso em 22 set. 14.

LUGAR CERTO. **A sustentabilidade na construção civil**. Disponível em: <<http://www.precisao.eng.br/fmnresp/sustenta.htm>>. Acesso em 28 ago. 14.

MASSA CINZENTA. **Telhas de concreto**. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/telhas-de-concreto/>>. Acesso em 17 out. 15.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em 17 set. 14.

NIVAL COBERTURAS. Disponível em: <<http://www.nivalcoberturas.com.br>>. Acesso em 17 out. 15.

PALLADIO ARQUITETO. **Sustentabilidade desde a Idade Média**. Disponível em: <<http://palladioarquiteto.blogspot.com.br/2009/01/sustentabilidade-desde-idade-mdia.html>>. Acesso em 28 ago. 14.

PBE EDIFICA. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br>>. Acesso em 04 dez. 14.

PLANETA SUSTENTÁVEL. Disponível em: <<http://www.planetasustentavel.cbril.com.br>>. Acesso em 15 out. 2015.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO. **BISUS Boletim de Inovação e Sustentabilidade**. Disponível em: <http://www.pucsp.br/sites/default/files/download/posgraduacao/programas/administracao/bisus/bisus_1_2013/2013_volume1.pdf>. Acesso em 25 out. 15.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <http://www.pucrio.br/pibic/relatorio_resumo2008/relatorios/ctch/art/art_lauravg.pdf>. Acesso em 20 jun. 2013.

PORTAL DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<http://www.portal.rebia.org.br>>. Acesso em 27 out. 2015.

PORTAL DO MEIO AMBIENTE. **Embalagens Tetra Pak recicladas se transformam em telhas ecologicamente corretas**. Disponível em: <<http://www.portaldomeioambiente.org.br/lixo-e-reciclagem/3104-embalagens-tetra-pak-recicladas-se-transformam-em-telhas-ecologicamente-corretas>>. Acesso em 27 set. 14.

PROCEL INFO. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/>>. Acesso em 04 dez. 14.

QUADLOCK. Disponível em: <http://www.quadlock.com/images/decking/ICF_Green_Roof.jpg>. Acesso em 21 jun. 13.

RIO – 92. Disponível em <<http://www.senado.gov.br>>. Acesso em 04 dez. 14.

SCIELO. **Certificação ambiental de habitações:** comparação entre *LEED for homes*, Processo Aqua e Selo Casa Azul. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n2/a13v17n2.pdf>>. Acesso em 25 nov. 14.

SILVA, Vanessa Gomes da; SILVA, Maristela Gomes da; AGOPYAN, Vahan. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 7-18, jul./set. 2003. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3491/1892>>. Acesso em 22 out. 15 (Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade)

STORMWATER. Disponível em: <<http://www.lid-stormwater.net/images/greenroof1.jpg>>. Acesso em 21 jun. 13.

TACASAS. Telhados verdes estão se transformando em espaços habitáveis. Disponível em: <<http://www.tacasas.com.br/2012/06/14/telhados-verdes-estao-se-transformando-em-espacos-habitaveis/>>. Acesso em 20 jun. 13.

TEGULA SOLUÇÕES PARA TELHADOS. Disponível em: <<http://www.tegula.com.br>>. Acesso em 17 out. 15.

TELHADO VERDE. **Controle de praga.** Disponível em: <<http://controledpraga.com.br/layout/lvl/telhado%20verde>>. Acesso em 17 jun. 13.

TOMAZ, Plínio. **Cobertura verde.** Curso de manejo de águas pluviais. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/capitulo51_telhado_verde.pdf>. Acesso em 20 jun. 13.

UOL ESTILO. **Colocar telhas de fibrocimento sobre a laje esquentada a casa?** Disponível em: <<http://casaeimoveis.uol.com.br/tire-suas-duvidas/arquitetura/colocar-telhas-de-fibrocimento-sobre-a-laje-esquentada-a-casa.jhtm>>. Acesso em 17 out. 15.

VASATEX. Disponível em: <<http://www.ceramicavasatex.com.br/?go=produtos>>. Acesso em 28 jan. 15.