

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
JONATHAN GIRARDI

**ANÁLISE DAS TÉCNICAS A SEREM APLICADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL
PARA OBTENÇÃO DOS PRÉ-REQUISITOS DA CERTIFICAÇÃO LEED**

CASCADEL - PR

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
JONATHAN GIRARDI

**ANÁLISE DAS TÉCNICAS A SEREM APLICADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL
PARA OBTENÇÃO DOS PRÉ-REQUISITOS DA CERTIFICAÇÃO LEED**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Professora Orientadora: Arquiteta e Urbanista Mestre Janáína Bedin.

CASCATEL - PR
2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, o engenheiro do mundo, que o fez em 7 dias, sem ajuda de ninguém, sem querer nada em troca, o fez de forma perfeita e nos deu de presente.

A minha mãe Marli por me aceitar como sou, me dando apoio, ajudando nos momentos difíceis, me acalmando, me confortando e dizendo que tudo ia dar certo, que ficava feliz com um 7 ou um 10, mas que no fundo ficava triste pelas noites em claro que eu ficava estudando.

Ao meu pai Agemir, o homem que “eu quero ser quando crescer”, que me incentivou, me deu forças pra continuar, me ensinou coisas que levarei para o resto da vida, esteve presente e me ajudou mesmo quando as coisas apertavam, fazendo de tudo pra eu conseguir o que queria.

Ao meu irmão Jefferson que como meu melhor amigo sempre esteve presente durante minha infância e foi de extrema importância para meu crescimento pessoal enquanto meus pais trabalhavam para por comida na mesa.

A minha namorada Chris, a mulher que eu tenho orgulho de ter comigo, que mesmo quando eu estava feliz, triste, entusiasmado ou nervoso, continuava do meu lado me apoiando, me abraçando e me confortando, me ajudando quando eu mais precisei e entendendo os finais de semana que não pude passar com ela.

Agradeço a minha orientadora Janaína Bedin, que com seus conselhos, sua inteligência, sua compreensão, suas ideias e sua paciência me auxiliou na finalização deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos Dimas, Matheus Ramos, Matheus Gouveia, Marcos Paulo, Marcus Vinicius, Henrique Zanatta e Weslem que sempre me ajudaram durante a faculdade, me ensinaram coisas que eu não conseguia aprender em sala de aula, fizeram trabalhos comigo, me trouxeram experiências e momentos únicos durante a faculdade, além de colegas são quase meus irmãos.

EPÍGRAFE

“Os professores abrem as portas, mas você deve entrar por conta própria.”

Provérbio Chinês.

RESUMO

A construção civil hoje é um importante motor econômico do Brasil, porém, a maioria das obras são executadas sem levar em consideração a sustentabilidade. Com isso, empresas começaram a atuar com o foco na sustentabilidade e conservação de energia através de certificados e selos. A certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é o certificado mais conhecido e utilizado internacionalmente, criado pela USGBC (The United States Green Building Council). A representante no Brasil possui o programa focado em residências familiares, o Referencial para Casas, base deste estudo. Dentro deste programa existem itens obrigatórios a serem cumpridos, e a pesquisa tem como objetivo analisar as técnicas da construção civil para atingir estes pré-requisito do selo. Foram realizadas pesquisas bibliográficas e analisadas as técnicas com base nas literaturas científicas, relatórios, artigos nacionais, trabalhos de conclusão de curso, manuais da GBC Brasil e demais materiais disponíveis na internet. As técnicas analisadas são bastante utilizadas como, controle de erosão com tratamento do solo, utilização de EPI's para evitar a poeira prejudicial a saúde, captação e retenção da água da chuva, aplicação da ABNT NBR 15520 (2003) de desempenho térmico de edificações, utilização de aquecimentos solares, elaboração de PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, utilização de ventilação cruzada e cumprimento dos requisitos sociais. Foram apontadas técnicas que caracterizam itens satisfatórios para o cumprimento destes pré-requisitos avaliados e solicitados no programa LEED, de um total de quatorze itens, quatro dos pré-requisitos que são, legalidade e qualidade, desempenho da envoltória, madeira legalizada e controle de emissão de gases de combustão, são específicos para cada tipo de obra, sendo assim, foram apresentadas soluções de modo geral que podem ser adaptadas dependendo da edificação, do seu local e das suas características. Ao final pode-se concluir que técnicas e procedimentos básicos no setor da construção civil, podem ser incorporadas, quando implantadas da maneira correta, seguindo as especificações normativas, o que apresenta resultados compensatórios ao longo da vida útil da edificação.

Palavras-chave: Sustentabilidade, GBC, Referencial para Casas, Selo, Desempenho Térmico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Formulário de verificação pré-requisitos e créditos.....	13
Figura 02: Forração com grama batatais como contenção de erosões.	21
Figura 03: Construção de linhas de drenagem acima da construção.....	22
Figura 04: Biorrolos de fibra de coco instalados em terreno com declive.	23
Figura 05: Trabalhador utilizando equipamento onde gera poeira.....	24
Figura 06: Carta Solar para calcular o ângulo de incidência do Sol nas janelas.	25
Figura 07: Análise da influência das variáveis climáticas, vento e insolação, em edificação..	25
Figura 08: Planta do tipo Rafia.....	26
Figura 09: Arvore frutífera em pote.	27
Figura 10: Obra com sistema de reservatórios para uso da água coletada da chuva.....	28
Figura 11: Sistema de reservatórios na obra para fins não-potáveis.	28
Figura 12: Método de reutilização da água da chuva.	29
Figura 13: Vaso sanitário com sistema de descarga seletiva.....	30
Figura 14: Torneira do tipo ducha automática.	30
Figura 15: Registro de medição do consumo de água.	31
Figura 16: Registros de medição separados para cada apartamento de um edifício.	32
Figura 17: Zoneamento bioclimático brasileiro.	33
Figura 18: Quadro de especificações e estratégias de cada zona.	34
Figura 19: Sistema de aquecedor solar e reservatório térmico.....	35
Figura 20: Sistema de aquecimento através de bomba de calor e com placas solares.	35
Figura 21: Exemplo de projeto elétrico de uma residência.	36
Figura 22: Selo PROCEL.	37
Figura 23: Pesquisa realizada no estado de São Paulo.	37
Figura 24: Separação dos resíduos de uma obra.	38
Figura 25: Modelo de DOF.	39
Figura 26: Casa construída somente com madeira legalizada.	39
Figura 27: Modelo de exaustor que pode ser utilizado em todos os pavimentos.	40
Figura 28: Exemplo de ventilação cruzada presente no livro de Heywood.	41
Figura 29: Exemplo de ventilação pelo efeito chaminé.	41
Figura 30: Quadro resumo das técnicas aplicadas.....	43

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO 1	9
1.1 INTRODUÇÃO.....	9
1.2 OBJETIVOS	10
1.2.1 Objetivo geral	10
1.2.2 Objetivos específicos.....	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	11
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	11
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	11
2 CAPÍTULO 2	12
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1.1 Níveis do selo	14
2.1.2 Processo de Certificação.....	14
2.1.3 Implantação (IMP).....	15
2.1.4 Uso Racional da Água (URA)	16
2.1.5 Energia e atmosfera (EA)	16
2.1.6 Materiais e Recursos (MR).....	18
2.1.7 Qualidade Ambiental Interna (QAI).....	19
2.1.8 Requisitos Sociais (RS)	19
3 CAPÍTULO 3	20
3.1 METODOLOGIA.....	20
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	20
3.1.2 Procedimento técnico: levantamento de dados.....	20
4 CAPÍTULO 4	21
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
4.1.1 Implantação (IMP).....	21
4.1.2 Uso Racional da Água (URA)	27
4.1.3 Energia e atmosfera (EA)	32
4.1.4 Materiais e Recursos (MR).....	38
4.1.5 Qualidade Ambiental Interna (QAI).....	40
4.1.6 Requisitos Sociais (RS)	42
4.1.7 Quadro de técnicas para Certificação LEED	42
5 CAPÍTULO 5	44

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
6 CAPÍTULO 6	45
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXO A.....	49
ANEXO B.....	52

1 CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Com os problemas ambientais, econômicos e sociais que o país sofre, algo deve ser feito para que as pessoas consigam ter uma boa qualidade de vida e para que diminua a degradação do meio ambiente. O setor de construção civil no Brasil consome cerca de 75% dos recursos naturais que são extraídos do meio ambiente, isso faz com que 60% do total de resíduos produzidos nas cidades brasileiras sejam oriundos da construção civil, afirma o economista e mestre em tecnologia ambiental Carelli (2010).

Segundo Scillag (2010), do CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável), cerca de 44% da energia elétrica do país é consumida anualmente por edificações, isto pode ser reduzido de 30 a 40% com o uso racional dos recursos e investimentos em projetos bioclimáticos.

A construção civil hoje é um importante motor econômico do Brasil, porém, em um contexto geral, a maioria das obras são executadas da forma tradicional, sem levar em consideração a sustentabilidade. Frente a estas considerações, empresas começaram a atuar em um novo contexto, com o intuito de incentivar a mudança deste cenário, transformando projetos e obras com o foco na sustentabilidade e conservação de energia através de certificados de qualidade e níveis de selo.

A certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é o certificado mais conhecido e utilizado internacionalmente, criado pela USGBC (*The United States Green Building Council*) possui uma representante no Brasil, a GBC Brasil (*Green Building Council Brasil*). Os critérios exigidos para atingir os níveis do selo da certificação LEED são rigorosos e específicos para proporcionar a sustentabilidade na edificação, em que, dentre as diferentes certificações, tem-se, especificamente, o selo Referencial para Casas, base deste estudo.

Dentro do Referencial para Casas existem itens obrigatórios a serem cumpridos e os opcionais, cuja aplicação na edificação determina uma pontuação que define em qual nível do selo esta será certificada.

Com este estudo pretende-se apresentar as técnicas da construção civil que podem ser aplicadas para atingir os pré-requisitos do selo Referencial para Casas, da certificação LEED, além de esclarecer os itens que não possuem técnicas construtivas específicas com soluções em um contexto geral.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar as técnicas da construção civil que possam ser aplicadas nas edificações para atingir os pré-requisito obrigatórios do selo Referencial para Casas da certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*).

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar os pré-requisitos e itens obrigatórios exigidos pela certificação;
- Verificar soluções técnicas utilizadas para atendimento dos pré-requisitos;
- Esclarecer itens dos pré-requisitos que não possuem técnicas construtivas específicas.

1.3 JUSTIFICATIVA

Cerca de 75% da matéria-prima produzida no planeta é utilizada na construção civil, segundo Agopyan (2014), professor da EPUSP (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), o consumo de cimento supera o de alimento, e o de concreto só perde para a água, o que gera cerca de 3,5 milhões de toneladas de entulho por ano.

A certificação LEED tem como foco a sustentabilidade das edificações, para se obter o selo certificador é necessário cumprir os requisitos obrigatórios do programa, conhecidos como “pré-requisitos”, também existem outros requisitos chamados “créditos”, estes são opcionais, onde somado com o acumulo dos itens exigidos (pré-requisitos) determina uma pontuação que definirá o nível do selo.

A pesquisa irá apresentar as técnicas a serem aplicadas na construção civil para atingir os pré-requisitos que a certificação LEED exige, a fim de esclarece-las e incorpora-las ao processo da construção civil tradicional. Com as técnicas executadas de forma correta na construção civil, é possível obter uma melhor qualidade e vida útil do produto, bem como conforto e qualidade de vida dos usuários.

Assim, a pesquisa justifica-se pela importância quanto ao esclarecimento das técnicas que podem ser utilizadas para atingir os pré-requisitos da certificação LEED, trazendo por consequência, uma maior qualidade e economia para a obra durante a sua concepção, execução e ao longo da sua vida útil.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Quais são as técnicas que podem ser aplicadas em uma edificação para atingir a certificação LEED, e como cumpri-los?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

Os pré-requisitos que a certificação LEED exige em uma edificação apta a alcançar um dos níveis do selo são de extrema importância para qualquer obra da construção civil. Acredita-se que as técnicas a serem aplicadas na edificação são disponíveis no mercado e devam ser propostas na fase de projeto, viabilizando a sua implementação na execução da obra, determinando assim as exigências e condicionantes específicas.

Dessa maneira, as técnicas aplicadas corretamente podem determinar condições de conforto térmico, acústico, lumínico, uso racional de água, economia de energia, controle de resíduos da construção, além de outras vantagens ambientais que aumentam a qualidade de vida dos usuários.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa se limita ao estudo das técnicas construtivas que podem ser utilizadas para cumprir os pré-requisitos exigidos para a obtenção da certificação LEED. A análise das técnicas foi realizada por meio de pesquisas bibliográficas, não ocorrendo testes laboratoriais, ou a utilização de *softwares* específicos, pontuando as aplicações no setor da construção civil, nas edificações e seus usuários.

2 CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A construção sustentável vem crescendo com o passar dos anos e pode ser descrita com base no conceito definido pelo relatório *Bruntland* (1987), da ONU – Organização das Nações Unidas, como sendo o desenvolvimento sustentável aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações em satisfazer suas próprias necessidades.

Nos primórdios do desenvolvimento sustentável, o principal assunto discutido era a criação de edificações mais eficientes nas questões energéticas, devido à crise do petróleo em 1973, e, em seguida, os resíduos gerados na construção civil. Subsequente, o foco foi a economia da água e diminuição ou reaproveitamento do lixo que os usuários geravam, e atualmente, a emissão de gases agressivos ao meio ambiente como o dióxido de carbono (ECONOMIA BR, S/D).

Segundo Silva (2003), a expressão “Construções Sustentáveis” é a mais utilizada para definir as edificações eficientes nas questões energéticas, consumo de materiais, conforto dos usuários e maior vida útil e, com o passar do tempo, selos de certificação começaram a ser criados, abordando temas específicos como, implantação de projetos eficientes, gestão e consumo da água, energia, qualidade do ambiente e gerenciamento dos materiais.

A certificação LEED é o selo que mais se destaca devido ao fato de ser um dos mais utilizados e mais divulgado mundialmente, representado pela empresa *Green Building Council* (GBC), atua no Brasil desde 2007 através da GBC Brasil que visa fomentar a indústria de construção civil no país.

Em 2012, a GBC Brasil lançou o Referencial GBC Brasil Casa com o intuito de discutir e examinar as questões de sustentabilidade e eficiência nas residências. Os projetos devem considerar pontos importantes para receber o certificado, segundo o *checklist* (ANEXO A) os temas são divididos em:

- a) Implantação;
- b) Uso racional da água;
- c) Energia e atmosfera;
- d) Materiais e recursos;
- e) Qualidade do ambiente interno;
- f) Requisitos sociais;

- g) Inovação e projeto;
h) Créditos regionais.

Dentro dos temas citados ocorre a subdivisão dos pré-requisitos, itens estes obrigatórios, porém não contam pontos para definição do nível do selo, determinando apenas a certificação, conforme destaque em vermelho na Figura 01. Já os créditos, valem pontos e não são obrigatórios, sendo que o seu somatório definirá o nível do selo, conforme destaque em verde.

Figura 01: Formulário de verificação pré-requisitos e créditos.

Checklist Simples
Versão para Certificação

PRÉ-REQUISITOS
ITENS OBRIGATORIOS E DEFINEM A CERTIFICAÇÃO 10 Pontos Possíveis

Nome do Projeto: _____

Para preenchimento deste checklist, coloque a numeração dos créditos correspondentes no quadrado cinza do lado esquerdo e nos quadrados cinzas do lado direito, coloque apenas um X quando o item estiver sendo atendido. A somatória das células é automática e a pontuação final aparecerá no último item abaixo.

Sim	?	Não			
0	0	0	Implantação (IMP)		25 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Controle de erosão, sedimentação e poluição durante a construção	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Orientação de Projeto - Carta Solar	Obrigatório
S			Pré-Requisito 3	Não utilizar Plantas Invasoras	Obrigatório

			Crédito 1	Desenvolvimento Urbano Certificado (ou IMP2 a IMP6)	10
			Crédito 2	Seleção do Terreno (atender todos os itens abaixo)	2
				Locais cuja cota de elevação do terreno seja igual ou inferior à da planície de inundação	
				Locais identificados especificamente como habitat para espécies de plantas ou de animais ameaçadas	
				Áreas legalmente protegidas, ou locais de especial interesse, identificados pelo estado	
				Terrenos que, anteriormente ao desenvolvimento do projeto, eram áreas destinadas ao uso público	
				Terrenos que contenham solos diferenciados, devidamente identificados por legislação específica	
				Áreas de mananciais, reservas ecológicas, Áreas consideradas de Preservação Permanente	
			Crédito 3	Localização Preferencialmente Desenvolvida	Máx.3
				Desenvolvimento Parcial - 25% do perímetro desenvolvido	1
				Desenvolvimento Final - 75% do perímetro desenvolvido	2
				Previamente Desenvolvido - 75% área construída	1
			Crédito 4	Infraestrutura de Água e Saneamento Básico	1
				Local situado a 1.000m de distância das redes de abastecimento de água e tratamento de esgotos existentes.	
				Desempenho Exemplar: Projeto construirá próprio sistema de abastecimento de água e/ou de tratamento de esgotos (ETA, ETRA, ETE, etc.).	
			Crédito 5	Proximidade a Recursos Comunitários e Transporte Público	Máx.3
				Recursos Comunitários Básicos / Trânsito	1
				Recursos Comunitários Aprimorados / Trânsito	2
				Recursos Comunitários Excelentes / Trânsito	3
			Crédito 6	Acesso a Espaço Aberto	1
			Crédito 7	Administração do Canteiro (Atender uma das opções)	1
				Terreno não é previamente desenvolvido	
				Terreno é previamente desenvolvido	
				Terreno Compacto	
			Crédito 8	Paisagismo	Máx.5
				Projeto básico de paisagismo	1 a 2
				Implantar espécies nativas/exóticas que apresentem baixo consumo de água ou limitar a área de plantio de gramado	1 a 3
				Desempenho Exemplar: Elaboração de plano básico de manutenção do jardim, conforme crédito.	
			Crédito 9	Redução de Ilha de Calor - Área de Pisos e Coberturas	Máx.2
				Áreas de Pisos e Calçadas	1
				Áreas de Coberturas	1
				Desempenho Exemplar: Adotar as estratégias para 100% de calçadas, pátios e passeios, dentro de um raio de quinze metros.	
			Crédito 10.1	Controle e Gerenciamento de Águas pluviais - Quantidade	Máx.2
				Área Permeável menor ou igual a 50%	1
				Área Permeável maior que 50%	2
			Crédito 10.2	Controle e Gerenciamento de Águas pluviais - Qualidade	1
			Crédito 11	Controle de Pragas e Doenças sem Produtos Tóxicos	1
			Crédito 12	Implantação Compacta	Máx.3
				Densidade Moderada	1
				Densidade Alta	2
				Densidade Muito Alta	3
				Desempenho Exemplar: Projetos com densidade maior que 40 unidades habitacionais a cada 4.000m ² de área edificável.	

CRÉDITOS
ITENS NÃO OBRIGATORIOS E DEFINEM O NÍVEL DO SELO DE CERTIFICAÇÃO

Fonte: Adaptado GBC Brasil (2012).

2.1.1 Níveis do selo

Os níveis do selo são divididos conforme a pontuação que a edificação atinge, segundo o checklist disponibilizado pelo programa Referencial para Casas, no *website* da GBC Brasil (GBC BRASIL, 2017).

O primeiro nível de selo que a Certificação LEED fornece é o *certified*, que também pode ser chamado de selo verde. Para obtenção deste selo, primeiramente, devem ser cumpridos todos os pré-requisitos e, em seguida, atender quaisquer créditos, desde que o somatório da pontuação que fornecem seja equivalente a 40 pontos (GBC BRASIL, 2017).

O segundo nível do selo é o Selo Prata, que também deve atender aos requisitos obrigatórios e quaisquer créditos, sendo que o somatório desta vez seja igual ou superior a 50 pontos (GBC BRASIL, 2017).

O nível de selo subsequente é o Ouro, que requer, além dos pré-requisitos, uma quantidade de 60 pontos (GBC BRASIL, 2017).

Por último, o selo mais alto do Referencial para Casas da Certificação LEED, que pode ser obtido cumprindo com os pré-requisitos e a somatória de 80 até o máximo de 110 pontos, o Selo Platina (GBC BRASIL, 2017).

2.1.2 Processo de Certificação

As etapas para obtenção da certificação são simples, segundo o próprio *website* da GBC Brasil (2017). Primeiramente, deve ser escolhida a tipologia que o projeto irá se encaixar, seja ele novas edificações, design de interiores, edificações existentes ou bairros.

Em seguida, a empresa deve se registrar no LEED Online, site oficial da GBC US (*United States*).

Após o registro, devem ser enviados pelo LEED Online os modelos do projeto, chamados de *templates*; o projeto deve ser enviado da forma completa, atendendo aos requisitos, créditos e com toda a documentação necessária exigida pela GBC US (GBC BRASIL, 2017).

Segundo a GBC Brasil (2017), o projeto será analisado por uma empresa auditora que tratará minuciosamente todos os requisitos, créditos e documentos, verificando se estão dentro

do normativo da empresa e definindo o nível do selo, e, se tudo estiver correto, a empresa solicitante da certificação receberá um aviso positivando a certificação.

2.1.3 Implantação (IMP)

Este item é definido pelo estudo que antecede a concepção do projeto e constitui a escolha do local da obra, análise do seu entorno, verificação das questões sanitárias, ambientais, poluição sonora, soluções de transporte para os usuários, entre outros (BELEZE, 2014).

O objetivo é realizar a análise das estratégias que minimizem o impacto que pode ocorrer no ecossistema enquanto a edificação está em sua fase de implantação.

Os pré-requisitos de implantação são:

- a) Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade da Construção;

A erosão e sedimentação acontecem devido ao impacto do vento e das gotas de chuva no solo, fazendo com que as partículas que constituem o solo sejam transportadas para outro lugar. Na construção civil as erosões acontecem com frequência, por isso realizar o controle da erosão é muito importante (MEIO AMBIENTE NEW, 2008).

Algumas técnicas destinam-se em apenas desviar as forças responsáveis pelo surgimento da erosão. Porém, existem outros métodos que podem ser realizados para que esses desgastes da superfície do solo sejam contidos de forma eficiente e com baixo custo.

- b) Orientação de Projeto – Carta Solar;

Segundo o *website* Análise Geo (2010), cartas solares são representações do percurso que o Sol realiza na abóbada celeste durante o ano, seu objetivo é determinar o tempo de insolação ou representações das sombras projetadas por um edifício sobre o seu entorno.

A carta solar é obtida mediante uma análise que determina a posição em que o sol estará em uma data predefinida. Por meio da carta solar é possível criar todo o projeto da edificação baseando-se na probabilidade da satisfação e conforto dos usuários, e a redução de energia quando as janelas, por exemplo, forem melhores distribuídas no projeto (ANÁLISE GEO, 2010).

Atualmente, para obtenção da carta solar podem ser utilizados diversos programas que geram automaticamente os gráficos, apresentando a inclinação, projeção das sombras e demais informações (ANÁLISE GEO, 2010).

- c) Não utilizar Plantas Invasoras.

Plantas invasoras são organismos que se propagam exageradamente em um local diferente do seu habitat natural, segundo Santos (2017), qualquer espécie que vive em um local novo, afeta o ecossistema consideravelmente, pois diminui o espaço das plantas nativas. A não

utilização das plantas invasoras tem como motivo a preservação da vegetação existente, para que não ocorram modificações no terreno (GBC BRASIL, 2012).

2.1.4 Uso Racional da Água (URA)

Segundo Bamonde (2007), o uso racional da água significa a preservação das reservas naturais existentes. O autor também afirma que diversos equipamentos estão disponíveis no mercado e ajudam na redução do consumo de água, sendo esses números significativos, que podem chegar até 20% do valor pago por sua utilização.

Segundo a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2012), o volume de água total que existe na Terra é cerca de 1.386 milhões de km³ e 97,5% desse volume não é potável; além disso, 2/3 do restante está concentrado nas geleiras. Por fim, restam apenas 0,007% para o consumos. Na avaliação LEED os pré-requisitos obrigatórios, quanto ao uso racional da água, são:

a) Uso racional da Água – Básico;

A construção civil consome cerca de 21% de toda a água tratada do planeta, segundo Straub (2014), e algumas técnicas construtivas podem ser adotadas para que isso seja reduzido, podendo chegar em até 50% do consumo de água. Busca-se, com isso, por intermédio de inovações tecnológicas, meios para que ocorra a redução no consumo de água.

b) Medição Única do Consumo de Água.

Segundo o *website* Condomínios Verdes (2014), o sistema de medição do consumo individual de água, em um edifício, por exemplo, é algo justo e eficiente, pois permite que cada morador possa receber a cobrança proporcional ao que foi consumido, diferente do sistema de medição global, cujo valor é rateado entre os demais usuários.

A medição única do consumo faz com que diminua do valor total da conta de água de um edifício, devido ao fato da água passar a ser cobrada individualmente, isso acarreta no uso consciente, na economia por parte dos usuários por consequência indireta, além da justiça social (CONDOMÍNIOS VERDES, 2014).

2.1.5 Energia e atmosfera (EA)

Segundo Beleze (2014), são requisitos que se referem à eficiência energética da edificação, como, por exemplo, a utilização da iluminação artificial de forma eficiente, equipamentos que possuem um baixo consumo energético, a utilização de aquecimento solar, a auto sustentabilidade na questão de energia e assim por diante.

Segundo Lambers (2014), o setor da construção civil cresceu muito com relação à eficiência energética e também devido a pequenas mudanças, como no isolamento térmico e acústico, que podem apresentar uma significativa redução de consumo energético.

Os pré-requisitos exigidos pelo Referencial para Casas são:

a) Desempenho da Envoltória;

Trata-se da utilização da Etiqueta PBE Edifica, que faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), cujo objetivo é, realizando a avaliação da conformidade com foco no desempenho, contribuir para a racionalização do uso de energia no Brasil (PBE EDIFICA, 2014).

Segundo a PBE Edifica (2014), a etiqueta é um selo de conformidade que indica o cumprimento dos requisitos de desempenho e segurança estabelecidos por suas normas e manuais técnicos. Devem ser utilizadas estratégias que possibilitem, com a aplicação do manual do Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ-R), a adesão da etiqueta na edificação para que este item seja cumprido e aceito pela Certificação LEED (GBC BRASIL, 2012).

O item tem como objetivo estudar estratégias que possibilitem maior eficiência energética, que sejam simples, porém inovadoras como a utilização de equipamentos e simulações energéticas (GBC BRASIL, 2012).

b) Fontes de Aquecimento de Águas Eficientes;

A busca por fontes de energias alternativas tem acontecido com bastante frequência devido ao fato do esgotamento dos combustíveis fósseis. Com isso, devem ser estudadas estratégias inteligentes para o fornecimento de água quente (BRASIL ESCOLA, 2009).

Nessa condição, deve-se seguir a metodologia descrita na etiquetagem PBE Edifica para cumprir com o requisito exigido no Referencial para Casas, para que a edificação atinja a redução no consumo de energia (GBC BRASIL, 2012).

c) Qualidade das Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

O empreendimento deve contemplar também os projetos elétricos de baixa tensão, elaborados por um profissional devidamente registrado. O projeto elétrico é de extrema importância para a execução da obra, pois, dessa forma, pode diminuir os erros que ocorrem durante a construção, além de trazer uma economia de material para a edificação (GBC BRASIL, 2012).

Segundo a *checklist* da GBC Brasil (2012), deve ser apresentado um certificado técnico de inspeção visual das instalações elétricas de baixa tensão da residência para que o item esteja de acordo e possa ser aprovado.

d) Iluminação Artificial – Básica;

O item exige que seja instalada em, no mínimo, 30% dos pontos de luz da edificação lâmpadas ou luminárias com o selo PROCEL, que possuem grande eficiência em áreas específicas como, cozinhas, sala de jantar, dormitórios, entre outros (GBC BRASIL, 2012).

A importância da iluminação artificial é trazer conforto e aconchego do ambiente para os usuários, pois ambientes diferentes devem possuir a iluminação referente ao seu uso e tratamento na residência (CHANDELIER LUX, 2009).

2.1.6 Materiais e Recursos (MR)

Segundo Lima e Almeida (2015), cerca de 75% dos resíduos da construção civil são gerados em obras informais como reformas, demolições ou quando são construídas pelos próprios usuários. Os requisitos obrigatórios a serem cumpridos quanto aos materiais e recursos são:

a) Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção;

Deve ser elaborado um relatório do plano de gerenciamento dos resíduos, caracterizando o empreendimento, os resíduos, e apresentando soluções para eles, com o objetivo de reduzir e, também, promover o descarte dos mesmos de forma consciente (GBC BRASIL, 2012).

O uso de materiais que possuem impacto ambiental pequeno como reciclados ou de reuso, reduzem a geração de resíduos na construção, o que, conseqüentemente, diminui o volume de refugos dos aterros sanitários (REVISTA EA, S/D).

b) Madeira Legalizada;

Segundo o *website* Flora Tietê (2012), a madeira legalizada tem como definição a sua extração, que é autorizada por órgãos ambientais, possuindo, assim, o Documento de Origem Florestal (DOF), certificação esta que garante o menor impacto socioambiental possível no processo de extração. O pré-requisito exige que toda a madeira utilizada seja certificada, apresentando o comprovante de certificação e nota fiscal da compra do material (GBC BRASIL, 2012).

2.1.7 Qualidade Ambiental Interna (QAI)

Este item busca soluções que possibilitem melhorar o conforto dos usuários nas questões de qualidade do ar interno, conforto térmico, ventilação, iluminação e acústica. Além disso, a qualidade ambiental está diretamente ligada a redução do consumo de energia com sistemas de climatização.

Algumas normas de desempenho são exigidas pela certificação, como a ABNT NBR 15220-3 – Desempenho térmico de edificações Parte 3 –, para que possa cumprir com os pré-requisitos abaixo:

a) Controle de Emissão de Gases de Combustão;

Segundo o *website* Testo (2017), a poluição mundial é ininterrupta e, cada vez mais, a análise dos gases de combustão e controle de emissões torna-se extremamente importante. A redução da emissão de poluentes deve ser controlada com o objetivo de usar a energia da forma mais eficiente possível.

b) Ventilação Natural e Exaustão Localizada.

A utilização da ventilação natural proporciona ao usuário vantagens nas questões térmicas e na qualidade do ar nos ambientes como banheiros, cozinhas e exaustores, além disso, devem ser planejados para cada tipo de ambiente (GBC BRASIL, 2012).

2.1.8 Requisitos Sociais (RS)

a) Legalidade e Qualidade.

Algumas exigências sociais são necessárias por interferir diretamente no bem-estar dos usuários e do meio ambiente. Segundo a GBC Brasil (2012), é obrigatória a apresentação da licença ambiental, a qualidade e normas técnicas dos produtos que serão utilizados.

3 CAPITULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

A pesquisa foi delimitada ao estudo das técnicas que possibilitem o cumprimento dos requisitos obrigatórios da certificação LEED baseado no *checklist* (ANEXO A) do Referencial GBC Brasil Casa, fornecido pela empresa no seu *website*.

Foram realizadas pesquisas bibliográficas e analisadas as técnicas com base nas literaturas científicas, relatórios, artigos nacionais, outros trabalhos de conclusão de curso, manuais da GBC Brasil e demais materiais disponíveis na internet.

Alguns dos principais autores utilizados como fontes secundárias para elaboração da pesquisa bibliográfica, foram utilizados como referências devido à relação com o tema e ao contexto do trabalho, principalmente os autores Beleze (2014) e Silva (2003), cujos trabalhos foram de extrema importância para embasamento teórico e dissertação desta pesquisa.

3.1.2 Procedimento técnico: levantamento de dados

Os procedimentos metodológicos deste trabalho fundamentaram-se na definição e estudo dos requisitos obrigatórios para a obtenção do selo certificador LEED Referencial para Casas, nos quais foram verificadas as técnicas construtivas mais utilizadas e que apresentem melhor qualidade para a edificação. Posteriormente, foram esclarecidas algumas vantagens que as técnicas proporcionam.

As escolhas das soluções apresentadas para o cumprimento dos requisitos foram com base na viabilidade técnica, em que se restringe o trabalho na apresentação das técnicas construtivas, e não a aplicação em uma edificação específica.

4 CAPITULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.1 Implantação (IMP)

a) Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade da Construção;

O controle de erosões pode ser realizado utilizando diversos métodos, alguns deles se tornam viáveis ou não, dependendo das condições da obra, da localização, das características do terreno e da disponibilidade dos recursos necessários para cumpri-lo. Sendo assim, os métodos de controle são específicos para cada tipo de obra, entretanto, alguns se tornam genéricos e possibilitam a utilização em diversas obras.

Realizar o tratamento do solo onde será construída a edificação é uma forma de prevenir que ocorram erosões. A intervenção pode ser realizada por meio do plantio de gramas ou vegetações não invasoras, para que o solo seja contido graças ao enraizamento (Figura 02), reforçando que o seu papel será fundamental desde que instaladas corretamente. Introduzindo isso ao cenário brasileiro, as forrações mais utilizadas como contenção do solo são: a esmeralda e a batatais, pelo fato de não serem exóticas, rústicas, possuírem fácil manuseio e não afetarem os biomas onde são plantadas.

Figura 02: Forração com grama batatais como contenção de erosões.



Fonte: Gramas Pardim (2017)

Em algumas obras em que existem grandes inclinações no terreno, podem ser feitas linhas de drenagem com bacias de captação nas pontas acima do local da construção (Figura 03), diminuindo a quantidade de água, assim, evitando que a água da chuva desça com grande força, para que não danifique o solo e não aconteça o surgimento de erosões.

Esse método pode ser aplicado utilizando materiais como calhas de cimento, como na Figura 03, ou, até mesmo, com o próprio solo, escavando pequenas valas e plantando gramas ou demais vegetações.

Figura 03: Construção de linhas de drenagem acima da construção.



Fonte: Cogelta (2017)

Uma das técnicas que também podem ser aplicadas é o uso de biorrolos de fibra de coco em conjunto com hidrossemeaduras, é um método bastante utilizado de controle e, ao mesmo tempo, de revegetação, quando se trata de pequenos declives em terrenos que possuem tendências a erosão.

Os biorrolos se tornam barreiras quando aplicado de forma correta (Figura 04), diminuindo a velocidade da água das chuvas e evitando o escoamento do solo; quando aplicada juntamente com a hidrossemeadura, pode acelerar o processo fazendo com que a vegetação nativa se estabilize e evite demais desastres.

Figura 04: Biorrolos de fibra de coco instalados em terreno com declive.



Fonte: Projar (2017)

Quanto ao requisito poeira na construção civil é algo difícil de ser controlada, pelo fato de não existirem técnicas específicas para reduzir a produção desses finos gerados nas obras. Porém, algumas soluções podem ser tomadas para evitar o contato da poeira com os trabalhadores, como o uso de máscaras, óculos e demais EPI's.

As empresas também devem apresentar palestras sobre o perigo da não utilização dos equipamentos de proteção e serem rigorosas com a fiscalização para que os trabalhadores usem os EPI's de forma correta; além disso, deve existir sinalização nos locais mais propensos a geração de poeira, para que todos fiquem cientes de onde utilizar tais EPI's.

Um dos casos que mais gera poeira na construção é o uso dos equipamentos elétricos ou maquinários como, serras, maquinas, furadeiras, entre outros. Por isso, a empresa que está fornecendo o material de trabalho deve estar atenta ao seu estado de conservação, para assim evitar ao máximo a utilização de um equipamento que não esteja com 100% da sua eficiência e que possa acarretar em mais sujeira e finos na obra.

Figura 05: Trabalhador utilizando equipamento onde gera poeira.



Fonte: Instituto Fisiomar (2015)

b) Orientação de Projeto – Carta Solar;

Heywood (2012) diz que os profissionais envolvidos em projetos de edificações devem trabalhar junto com as forças da natureza, e não contra elas, e que deve ser realizada uma leitura, compreensão e aproveitamento dessas forças sobre as edificações para que a arquitetura seja responsiva ao clima. Para que isso seja possível, devem ser estudadas as forças da natureza, e assim, com auxílio das informações obtidas, projetar para que o resultado seja uma edificação eficiente.

Sobre a carta solar (Figura 06), esta pode ser obtida por intermédio de diversos *softwares*, o Laboratório de Eficiências Energéticas em Edificações (LABEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina, disponibiliza um desses *softwares*, o *Analysis SOLAR*, que permite a obtenção da carta solar com os dados de latitude especificada e a visualização gráfica dos ângulos de projeção.

c) Não utilizar Plantas Invasoras.

Para o cumprimento desse requisito, um dos métodos construtivos utilizados é a plantação de árvores nativas do local da obra. Para isso, deve ser realizado um estudo na região, em que se possa identificar as espécies que não são nativas e que possam afetar o ecossistema do local.

A instalação de plantas ornamentais nos ambientes, tanto internos como externos, são ótimas opções que unem a obrigação para cumprimento do requisito com a estética da residência, conforme a Figura 08.

Figura 08: Planta do tipo Rafia.



Fonte: Tua Casa (2017)

Além da utilização das plantas ornamentais, é possível a plantação de árvores frutíferas, dependendo da região, como limoeiro siciliano, amoreira, laranjeira kinkan, pitangueira, entre outros. Essas árvores frutíferas podem ser encontradas já plantadas em potes onde podem ficar e ser cultivadas dentro das residências, conforme a Figura 09.

Figura 09: Arvore frutífera em pote.



Fonte: Giuliana Flores (2014)

4.1.2 Uso Racional da Água (URA)

a) Uso racional da Água – Básico;

O uso racional da água pode ser iniciado durante a fase construtiva da edificação (Figura 10), levando em consideração alguns pontos importantes como, pensar na possível reutilização da água para fins não-potáveis, coletando e armazenando água da chuva em reservatórios, entre outros.

Figura 10: Obra com sistema de reservatórios para uso da água coletada da chuva.



Fonte: TV da Obra (2015)

A coleta da água da chuva pode ser de grande valor quando se trata de uso racional devido ao fato de ser uma água gratuita, de fácil captação e boa para utilização durante a fase construtiva de obras da construção civil (Figura 11).

Figura 11: Sistema de reservatórios na obra para fins não-potáveis.



Fonte: TV da Obra (2015)

Se tratando do uso racional na edificação posterior a sua construção, ou seja, durante a utilização da edificação pelos usuários, alguns métodos construtivos de captação de água da chuva com filtragem e reutilização da água podem ser instalados na edificação.

Conforme a Figura 12, retirada do *website* G1, pode ser realizada a captação da água da chuva de uma edificação pelo telhado, por meio da utilização de calhas que coletam e direcionam a água com tubulações até um filtro que evita a entrada de uma grande parte da sujeira e folhas e, em seguida, armazena a água em cisternas.

Figura 12: Método de reutilização da água da chuva.

Passo a passo: reuso água da chuva

 1 A captação da água da chuva começa no telhado, com a instalação de um sistema simples de calhas e canos.	 2 Antes de ir para o reservatório, a água precisa passar por um filtro ou telas, que barram boa parte da sujeira, como folhas.
 3 Depois, a água é armazenada em uma cisterna ou caixa d'água, onde deve ser tratada antes do reuso.	 4 O reuso pode ser feito direto do reservatório ou com a ajuda de bombas para enviar a água para uma caixa no telhado.

FOTOS: ISABELA LEITE/G1

Fonte: G1 (2014)

Com o auxílio de uma bomba, a água da chuva pode ser utilizada para diversos fins, como lavar calçadas, veículos, e até mesmo utilizar na máquina de lavar roupas, se a água passar por tratamento deixando-a limpa o suficiente para esses fins.

Além de métodos construtivos de captação de água da chuva com filtragem para utilização de fins não-potáveis durante a construção da obra ou por parte dos usuários após a

edificação ser entregue, podem ser instalados equipamentos que auxiliam no cumprimento desse requisito.

Alguns exemplos disso são bacias sanitária, sistemas de descargas que utilizam de mecanismos de descarga seletiva (Figura 13), chuveiros que possuam uma vazão máxima de 12 L/min, e, até mesmo, torneiras do tipo ducha automática, que reduzem em até 70% o desperdício de água (Figura 14).

Figura 13: Vaso sanitário com sistema de descarga seletiva.



Fonte: Delas IG (2010)

Figura 14: Torneira do tipo ducha automática.



Fonte: Correio 24 Horas (2015)

Medição Única do Consumo de Água.

A medição do consumo de água é realizada por meio de hidrômetros, estes que podem ser apenas um para edifícios com diversos apartamentos e condomínios com diversas casas (Figura 15), assim, sendo rateado o valor total entre os usuários, ou podem ser únicos, sendo que cada morador e condômino paga somente aquilo que gasta.

Figura 15: Registro de medição do consumo de água.



Fonte: Condomínios verdes (2015)

Os métodos construtivos para o cumprimento desse requisito seriam mais voltados para edificações com mais de uma moradia, por exemplo, condomínios, prédios e quitinetes, pois são locais onde pode ser aplicado o método da medição única, sendo utilizado um registro para cada residência, devido ao fato de uma residência única em um terreno não possuir alternativa, a não ser a medição única do seu consumo de água.

Este método de medição individual do consumo de água é o mais utilizado atualmente no Brasil (Figura 16), pois dessa forma os usuários utilizam da água de maneira consciente, economizando o máximo, sabendo que o que for gasto será pago integralmente por quem gastou e não rateado entre todos os integrantes do edifício ou condomínio.

Figura 16: Registros de medição separados para cada apartamento de um edifício.



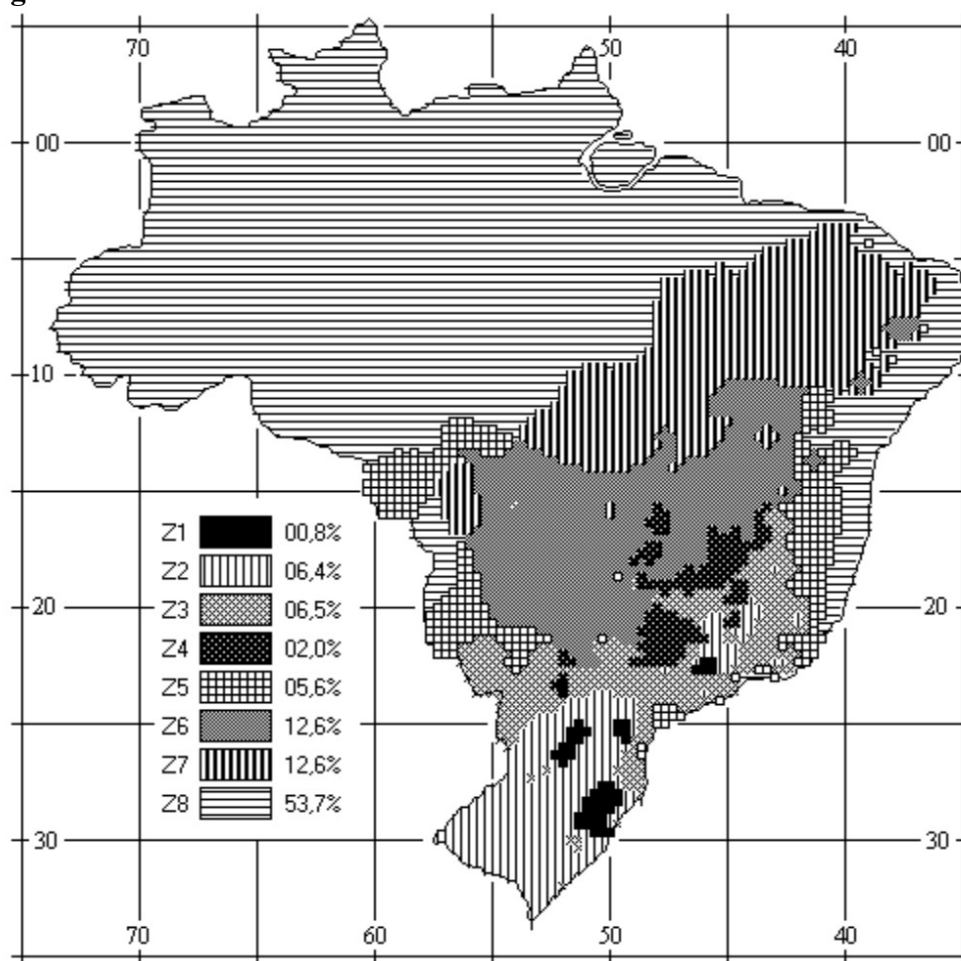
Fonte: Radio Piratininga (2016)

4.1.3 Energia e atmosfera (EA)

a) Desempenho da Envoltória;

O Desempenho da Envoltória depende da região em que a obra será executada, a ABNT NBR 15520 (2003) de Desempenho térmico de edificações Parte 3, cita sobre o zoneamento bioclimático brasileiro e suas diretrizes construtivas para habitações, a norma também fornece um mapa com o zoneamento bioclimático brasileiro (Figura 17).

Figura 17: Zoneamento bioclimático brasileiro.



Fonte: ABNT NBR 15520 (2003)

Os parâmetros e condições de contorno definidos pela norma leva em consideração alguns pontos, sendo eles o tamanho das aberturas para ventilação, a proteção dessas aberturas, a vedação externa e as estratégias de condicionamento térmico passivo.

No Brasil, há uma divisão de oito zonas bioclimáticas, sendo que cada uma possui suas características e especificações que devem ser cumpridas para que se encaixem nas normas. Conforme a Figura 18, é possível verificar a diferença das especificações de cada zona e também as estratégias a serem tomadas dependendo das estações do ano.

Figura 18: Quadro de especificações e estratégias de cada zona.

Zona 1		Zona 2		Zona 3	
Ventilação e Sombreamento		Ventilação e Sombreamento		Ventilação e Sombreamento	
Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas	Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas	Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Médias	Permitir sol durante período frio	Médias	Permitir sol durante o inverno	Médias	Permitir sol durante o inverno
Tipos de vedações externas		Tipos de vedações externas		Tipos de vedações externas	
Parede	Leve	Parede	Leve	Parede	Leve refletora
Cobertura	Leve isolada	Cobertura	Leve isolada	Cobertura	Leve isolada
Estratégias de condicionamento térmico passivo		Estratégias de condicionamento térmico passivo		Estratégias de condicionamento térmico passivo	
Inverno	Aquecimento Solar	Inverno	Aquecimento Solar	Inverno	Aquecimento Solar
	Vedações internas pesadas		Vedações internas pesadas		Vedações internas pesadas
		Verão	Ventilação Cruzada	Verão	Ventilação Cruzada

Zona 4		Zona 5		Zona 6	
Ventilação e Sombreamento		Ventilação e Sombreamento		Ventilação e Sombreamento	
Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas	Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas	Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Médias	Sombrear aberturas	Médias	Sombrear aberturas	Médias	Sombrear aberturas
Tipos de vedações externas		Tipos de vedações externas		Tipos de vedações externas	
Parede	Pesada	Parede	Leve refletora	Parede	Pesada
Cobertura	Leve isolada	Cobertura	Leve isolada	Cobertura	Leve isolada
Estratégias de condicionamento térmico passivo		Estratégias de condicionamento térmico passivo		Estratégias de condicionamento térmico passivo	
Inverno	Aquecimento Solar	Inverno	Vedações internas pesadas	Inverno	Vedações internas pesadas
	Vedações internas pesadas				
Verão	Resfriamento evaporativo	Verão	Ventilação Cruzada	Verão	Resfriamento evaporativo
	Ventilação Cruzada				Ventilação Cruzada

Zona 7		Zona 8	
Ventilação e Sombreamento		Ventilação e Sombreamento	
Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas	Aberturas para ventilação	Sombreamento das aberturas
Pequenas	Sombrear aberturas	Grandes	Sombrear aberturas
Tipos de vedações externas		Tipos de vedações externas	
Parede	Pesada	Parede	Leve refletora
Cobertura	Pesada	Cobertura	Leve refletora
Estratégias de condicionamento térmico passivo		Estratégias de condicionamento térmico passivo	
Verão	Resfriamento evaporativo	Verão	Ventilação Cruzada
	Ventilação Cruzada		

Fonte: ABNT NBR 15520 (2003)

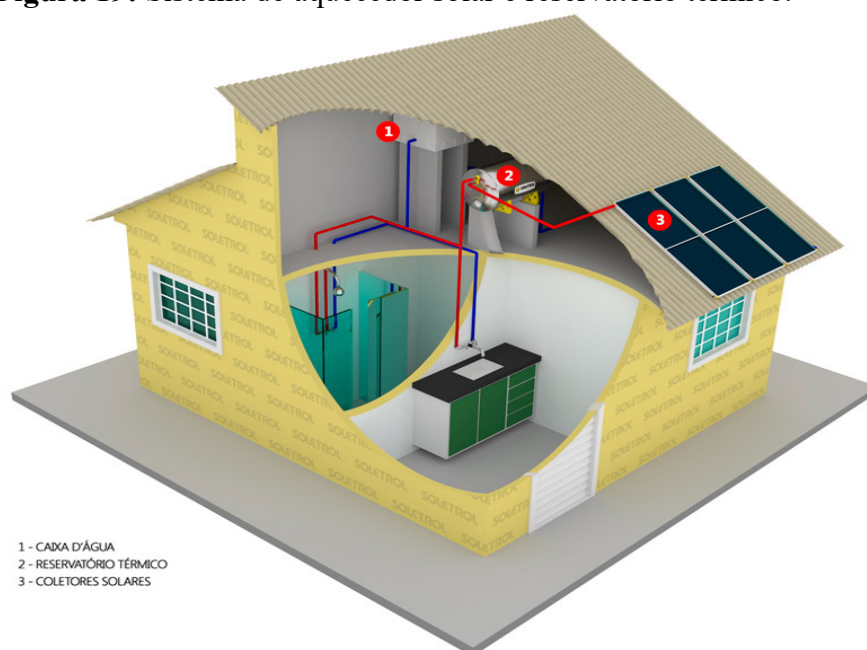
b) Fontes de Aquecimento de Águas Eficientes;

Segundo o *website* PBE Edifica, em conjunto com o INMETRO, para cumprimento deste requisito, os métodos construtivos devem ser realizados de forma que atinjam o Nível B de etiquetagem, ou seja, que comprovem que um percentual superior a 70% da demanda de água quente seja atendida por sistema de aquecimento solar, aquecedores a gás do tipo instantâneo, ou aquecimento por meio de bombas de calor.

Um dos sistemas mais utilizados é o de aquecimento solar, que funciona com a água sendo aquecida por intermédio de placas solares e armazenada em reservatórios térmicos (*boilers*).

As placas solares são dispostas no telhado, cujos raios solares atravessam o vidro, aquecendo aletas de cobre ou alumínio, essas aletas aquecem a serpentina e, conseqüentemente, a água que está dentro. Assim, a água é direcionada para os reservatórios e podem ser distribuídas para o resto da residência (Figura 19).

Figura 19: Sistema de aquecedor solar e reservatório térmico.



Fonte: Soletrol (2017)

Outra alternativa de método construtivo para aquecimento de água de forma eficiente, são as bombas de calor (Figura 20). Este método também é bastante utilizado devido a sua grande economia de energia. Segundo o *website* Solar Waters, algumas bombas chegam a 75% de redução do consumo de energia, trazendo uma eficiência de cerca de 300%.

Figura 20: Sistema de aquecimento através de bomba de calor e com placas solares.



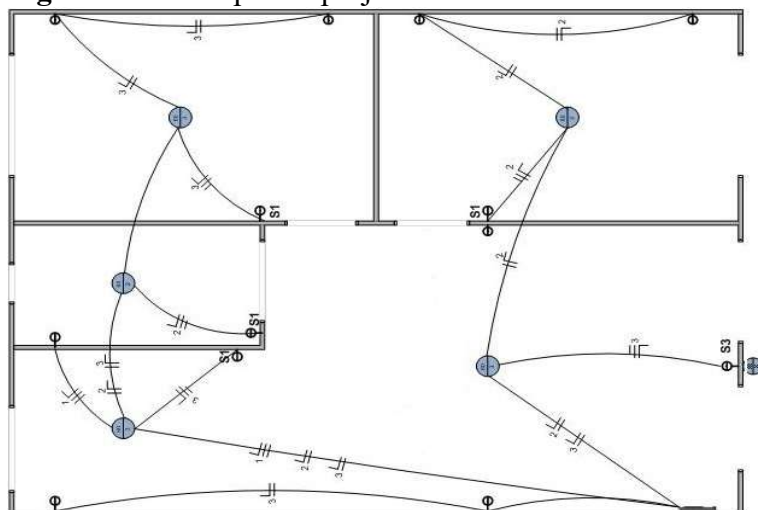
Fonte: Solar Waters (2017)

Além disso, podem ser instaladas em conjunto com as placas solares, conforme figura retirada do *website* Solar Waters, melhorando ainda mais a redução do consumo elétrico. Uma solução viável e econômica, as bombas funcionam extraindo o calor disponível do ar exterior no inverno e no verão são reversíveis fazendo o trabalho contrário.

c) Qualidade das Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

Para atender a este requisito é necessário que a residência possua um projeto elétrico (Figura 21) feito por um técnico, seguindo as normas da ABNT NBR 5410 (2008) e ABNT NBR 15920 (2011), além disso, deve ser apresentado um certificado técnico de inspeção visual (básico) das instalações.

Figura 21: Exemplo de projeto elétrico de uma residência.



Fonte: Ensinando elétrica (2013)

Isso é importante pois, quando existe um projeto elétrico, tem-se uma base para fazer toda a parte elétrica, diminuindo as chances de cometer erros durante sua fase de construção e aumentando a qualidade do produto a ser entregue.

Com a existência de um projeto elétrico, dimensionado corretamente, ocorrerá uma redução do consumo elétrico, o que, conseqüentemente, irá gerar uma economia nos gastos por parte dos usuários.

d) Iluminação Artificial – Básica.

Segundo a GBC Brasil (2012), uma das exigências para cumprimento deste requisito é a utilização de, no mínimo, 30% dos pontos de luz, luminárias e lâmpadas com selo PROCEL

(Figura 22). Estes equipamentos devem ser instalados em cômodos mais frequentados, como salas, quartos, corredores e salas.

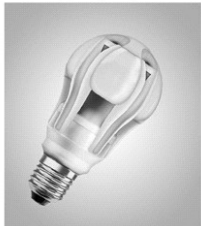
Figura 22: Selo PROCEL.



Fonte: Procel (2017)

Uma das técnicas mais utilizadas para auxiliar na redução do consumo energético é a instalação de lâmpadas LED nesses cômodos. Segundo o *website* da revista Casa (2013), as lâmpadas LED comparadas com incandescentes, halógenas e fluorescentes são as que obtiveram melhor desempenho e melhor custo-benefício em longo prazo. Em uma pesquisa feita no estado de São Paulo, considerando o custo de energia elétrica com preço de 2013, as lâmpadas LED foram as que mais se destacaram em um teste de 25 mil horas conforme a Figura 23.

Figura 23: Pesquisa realizada no estado de São Paulo.

Incandescente	Halógena	Fluorescente compacta	Led
\$	\$	\$\$	\$\$\$
			
R\$ 2,50	R\$ 5	R\$ 10	R\$ 50
GASTO TOTAL APÓS 25 MIL HORAS			
R\$ 512,50	R\$ 440,00	R\$ 142,50	R\$ 125

Fonte: Revista Casa (2017)

4.1.4 Materiais e Recursos (MR)

a) Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção;

Segundo a Lei Federal nº 12.305/2010, sobre Política Nacional de Resíduos Sólidos, a elaboração do Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) é obrigatório às empresas de construção civil.

Este documento técnico é utilizado para reunir os resíduos de construção, reforma, demolição, entre outros, classificando-os e separando, para, em seguida, dar uma destinação correta aos entulhos (Figura 24). Segundo o *website* Master Ambiental (2017), o PGRCC deve ser realizado pelo gerador dos resíduos e fica sob total responsabilidade garantir o transporte, tratamento e reciclagem e destino final.

Figura 24: Separação dos resíduos de uma obra.



Fonte: Ecohealth (2017)

Quando realizado o PGRCC na obra, obtêm-se diversas vantagens. Segundo o *website* Construct (2016), é possível conseguir diminuição dos custos operacionais, diminuição dos riscos regulatórios, melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes, conscientização de trabalhadores e usuários, uso racional e redução da extração dos recursos naturais, entre outros.

b) Madeira Legalizada.

Segundo o *website* Flora Tiete (2012), há um grande equívoco por partes das empresas quando realizam a compra de madeira legalizada, achando que esta não afeta o ecossistema, porém, estão enganados, a madeira certificada, que tem essa característica, é certificada no

4.1.5 Qualidade Ambiental Interna (QAI)

a) Controle de Emissão de Gases de Combustão;

Para o cumprimento deste requisito, segundo o *website* da GBC Brasil (2014), em uma reunião (ANEXO B) foi levantada a questão sobre quais os critérios que definiriam um ambiente considerado ventilado suficientemente, dispensando as medidas apresentadas pelo requisito obrigatório, sendo definido que para casas horizontais serão delimitados por cobertura e no máximo uma parede.

Para ambientes que não obedecem este critério e que possuam churrasqueiras, lareiras, fornos a lenha ou outros meios que utilizem combustão por queima de algum material é obrigatório a instalação de medidores, dependendo do cálculo de ventilação que deverá ser realizado, e para edificações verticais, o uso de exaustores em todos os pavimentos (Figura 27).

Figura 27: Modelo de exaustor que pode ser utilizado em todos os pavimentos.



Fonte: Soluções Industriais (S/D)

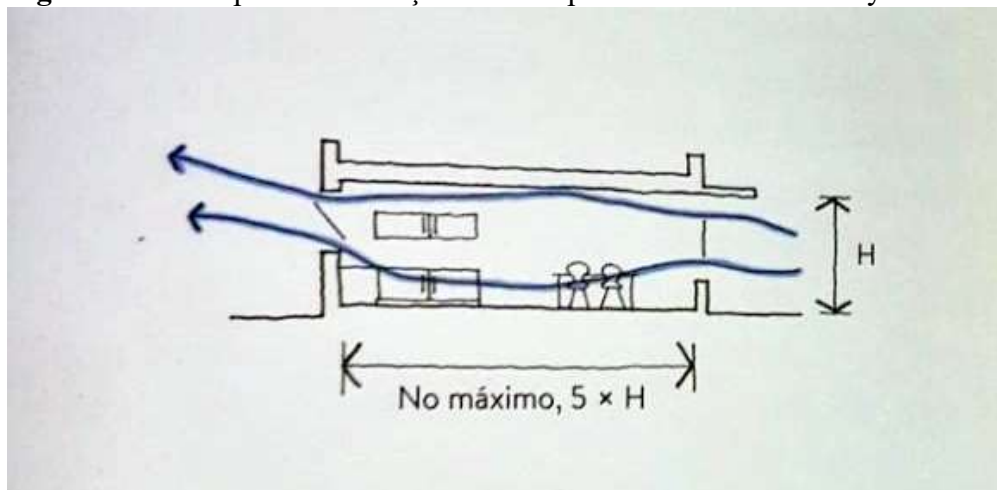
b) Ventilação Natural e Exaustão Localizada.

O cumprimento desse requisito pode ser obtido com a utilização de alguns métodos construtivos simples e que trazem um ótimo aspecto arquitetônico ao ambiente.

A utilização da ventilação cruzada (Figura 28) é um exemplo que auxilia muito no cumprimento desse requisito. Segundo Heywood (2012), esta ventilação se baseia na diferença das pressões entre fachadas a barlavento e a sota-vento da edificação. Porém, para que esse método se concretize o espaço deve obedecer algumas medidas máximas cuja profundidade não

ultrapasse cinco vezes o pé-direito, além disso, as saídas e entradas de ar devem ser de no mínimo 5% da área do piso.

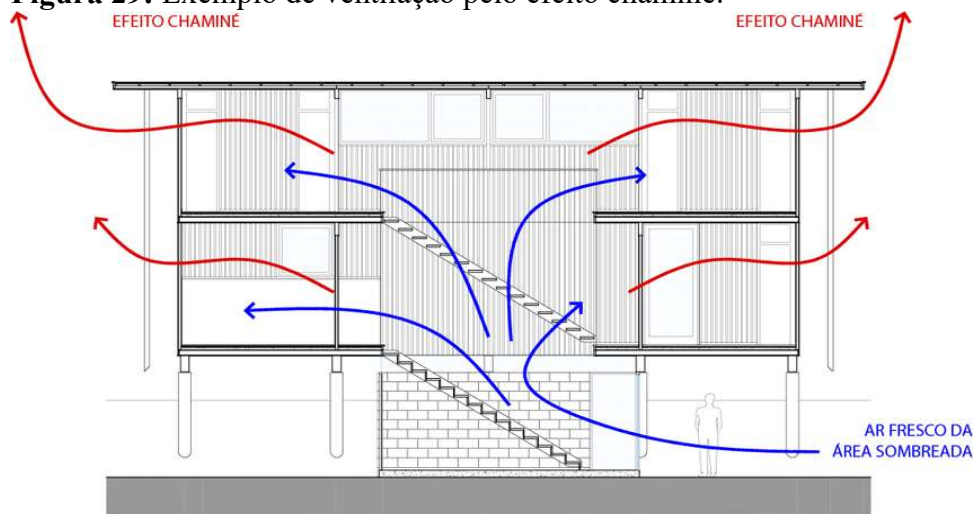
Figura 28: Exemplo de ventilação cruzada presente no livro de Heywood.



Fonte: Heywood (2012)

Heywood (2012) também cita sobre a ventilação pelo efeito chaminé, um método interessante e de fácil aplicação em residências, cujo ar frio entra pela parte térrea da edificação, por meio de portas ou janelas e o ar quente sobe até uma saída de ar na parte superior da residência (Figura 29), devido à diferença de temperatura interna e externa, que deve ser superior a 2°C.

Figura 29: Exemplo de ventilação pelo efeito chaminé.



Fonte: Cris Xavier (S/D)

4.1.6 Requisitos Sociais (RS)

a) Legalidade e Qualidade

O cumprimento deste requisito não possui um método construtivo específico. Devido a este motivo, o *checklist* do Referencial para Casas da Certificação LEED fornece alguns itens para serem atendidos a respeito da sustentabilidade, com base no programa do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável que são:

Verificar a formalidade nas questões de documentação dos funcionários e envolvidos da obra, dos exames obrigatórios dos mesmos, entre outros.

Verificar a existência da licença ambiental, como declarações do órgão fiscalizador, estudo de impacto ambiental (EIA).

Verificar o cumprimento das questões sociais, como estudo de impacto na vizinhança (EIV), se a obra trará algum tipo de impacto social na localidade em que será executada.

Examinar a qualidade e normas técnicas do produto, documentações em conformidade com a lei, ART's dos serviços que serão executados, qualidade dos equipamentos, como selo Procel em equipamentos, entre outros.

4.1.7 Quadro de técnicas para Certificação LEED

De quatorze itens dos pré-requisitos da metodologia Referencial para Casas fornecido pela GBC (2012), quatro deles não foram apresentadas técnicas, conforme Figura 30, pois são itens específicos para cada tipo de edificação, porém, foram fornecidas soluções onde adota-se procedimentos, normas ou legislações para cumprir.

Figura 30: Quadro resumo das técnicas aplicadas.

IMPLANTAÇÃO (IMP)	
PRÉ-REQUISITOS	TÉCNICAS APLICADAS
CONTROLE DE EROSÃO, SEDIMENTAÇÃO E POEIRA NA ATIVIDADE DA CONSTRUÇÃO	TRATAMENTO DO SOLO
	PLANTIO DE GRAMAS (BATATAIS)
	CONSTRUÇÃO DE LINHAS DE DRENAGEM
	BIORROLOS DE FIBRA DE COCO
	EPI'S
	EQUIPAMENTOS EFICIENTES
ORIENTAÇÃO DE PROJETO - CARTA SOLAR	UTILIZAÇÃO DE <i>SOFTWARES</i> (Analysys SOL-AR)
NÃO UTILIZAR PLANTAS INVASORAS	PLANTACÃO DE ÁRVORES NATIVAS
	INSTALAÇÃO DE PLANTAS ORNAMENTAIS
	PLANTACÃO DE ÁRVORES FRUTÍFERAS
ENERGIA E ATMOSFERA (EA)	
PRÉ-REQUISITOS	TÉCNICAS APLICADAS
DESEMPENHO DA ENVOLTÓRIA	
FONTES DE AQUECIMENTO DE ÁGUA EFICIENTE	AQUECIMENTO UTILIZANDO PLACAS SOLARES
	UTILIZAÇÃO DE BOMBAS DE CALOR
	UTILIZAÇÃO DAS DUAS TÉCNICAS EM CONJUNTO
QUALIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO	UTILIZAÇÃO DE PROJETO ELÉTRICO
ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL - BÁSICA	INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS COM SELO PROCEL
	UTILIZAÇÃO DE LAMPADAS LED

USO RACIONAL DA ÁGUA (URA)	
PRÉ-REQUISITOS	TÉCNICAS APLICADAS
USO RACIONAL DA ÁGUA - BÁSICO	REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA
	CAPTAÇÃO E FILTRAGEM DA ÁGUA DA CHUVA
	EQUIPAMENTOS MAIS ECONÔMICOS
MEDIDAÇÃO ÚNICA DO CONSUMO DE ÁGUA	UTILIZAÇÃO DE MEDIDORES INDIVIDUAIS
MATERIAIS E RECURSOS (MR)	
PRÉ-REQUISITOS	TÉCNICAS APLICADAS
PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO	ELABORAÇÃO DO PGRCC
	SEPARAÇÃO DOS RESÍDUOS DA OBRA
MADEIRA LEGALIZADA	
QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA (QAI)	
PRÉ-REQUISITOS	TÉCNICAS APLICADAS
CONTROLE DE EMISSÃO DE GASES DE COMBUSTÃO	
VENTILAÇÃO NATURAL E EXAUSTÃO LOCALIZADA	UTILIZAÇÃO DE VENTILAÇÃO CRUZADA
	VENTILAÇÃO PELO EFEITO CHAMINÉ
REQUISITOS SOCIAIS (RS)	
PRÉ-REQUISITOS	TÉCNICAS APLICADAS
LEGALIDADE E QUALIDADE	

Fonte: Autor (2017)

5 CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise realizada das técnicas construtivas e das soluções propostas para cumprimento dos pré-requisitos do programa Referencial para Casas da Certificação LEED, é possível notar que a utilização dos métodos podem trazer diversas vantagens nas questões de sustentabilidade das edificações, economia de energia, redução do consumo de água, melhor aproveitamento da iluminação e ventilação do local onde será executada a obra e preservação do meio-ambiente.

De um total de quatorze itens da *checklist* utilizada como referência, quatro dos pré-requisitos que são legalidade e qualidade, desempenho da envoltória, madeira legalizada e controle de emissão de gases de combustão, são específicos para cada tipo de obra, sendo assim, não foram apresentadas técnicas construtivas e sim soluções de modo geral que podem ser adaptadas dependendo da edificação, do seu local e das suas características.

Sugere-se que para utilização das técnicas deve sempre ser realizado um estudo da edificação em questão, para que assim, defina as melhores e mais viáveis técnicas a ser aplicadas, verificando as questões legais como uso de madeira legalizada, documentações, prazos de entrega do imóvel, entre outros, pois somente desta forma é possível unir a sustentabilidade, economia na fase de construção e o cumprimento dos prazos.

Frente a estas considerações, é notado que todos os requisitos obrigatórios que o Referencial para Casas propõe, podem ser cumpridos quando aplicados em uma edificação, pois as técnicas e soluções estão no mercado, além disso, é visto que há uma importância no estudo do local onde será executado a edificação para que possa ser criado um projeto da forma mais correta e que possibilite a adesão de algum nível do selo da Certificação LEED.

6 CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

✓ Sugestão A;

Aplicar métodos construtivos para obtenção do selo mais alto da certificação LEED em uma residência não existente, apresentando as dificuldades para atingi-lo no cenário brasileiro.

✓ Sugestão B;

Aplicar a certificação LEED com o programa Referencial para Casas em uma construção já existente, em um sistema de reforma da estrutura para obtenção de um dos selos.

✓ Sugestão C;

Apresentar a aplicação dos métodos construtivos para obtenção dos pré-requisitos obrigatórios do programa Referencial para Casas da Certificação LEED e o comparativo de valores com métodos tradicionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEC WEB. **Consumo de Água na Construção Sustentável**, 2010. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/cont/a/consumo-de-agua-na-construcao-sustentavel_8741> acesso em 29.mai.2017

AEC WEB. **Os verdadeiros impactos da construção civil**, 2010. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/cont/n/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil_2206> acesso em 18.mai.2017

ARCDAILY. **Arena da juventude Vigliecca & Associados**, 2017. Disponível em <<http://www.archdaily.com.br/br/787127/arena-da-juventude-vigliecca-and-associados/57338138e58e58cead650001d-arena-da-juventude-vigliecca-and-associados-diagrama>> acesso em 28.set.2017

BELEZE, R.B. **Método para atendimento aos requisitos de implantação de uma casa sustentável com base no selo certificador referencial para casas**. 2014. Tese (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina.

CENTRAL DA GRAMA. **Gramas para talude**, 2015. Disponível em <<http://www.centraldagrama.com/dicas/grama-para-talude>> acesso em 25.set.2017

COGELTA. **Sistema de drenagem em Santa Clara**, 2017. Disponível em <<http://www.cogelta.com.br/drenagem-saneamento.html>> acesso em 21.set.2017

CONDOMÍNIOS VERDES. **Medição individualizada**, 2014. Disponível em <<http://www.condominiosverdes.com.br/medicao-individualizada-de-agua-vale-pena/>> acesso em 20.set.2017

CORREIO 24 HORAS. **Aparelhos que além de economizar água reduzem a conta**, 2015. Disponível em <<http://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/confira-aparelhos-que-alem-de-economizar-agua-reduzem-a-conta/>> acesso em 25.set.2017

DELAS IG. **Economize água no banheiro**, 2010. Disponível em <<http://delas.ig.com.br/casa/servicos/economize-agua-no-banheiro/c1237726520412.html>> acesso em 25.set.2017

DIÁRIO DO NORDESTE. **Selo Procel**, 2013. Disponível em <<http://blogs.diariodonordeste.com.br/gestaoambiental/eficiencia-energetica/como-obter-o-selo-procel-eletobras-de-economia-de-energia/>> acesso em 21.set.2017

ECO EFICIENTES. **Carta solar, saiba como encontrar o ângulo de incidência solar em sua região**, 2016. Disponível em <<http://www.ecoeficientes.com.br/carta-solar-saiba-como-encontrar-o-angulo-de-incidencia-solar-em-sua-regiao/>> acesso em 19.set.2017

ECOHEALTH. **PGRCC**, 2017. Disponível em <<https://www.ecohealth.com.br/blank-16/>> acesso em 21.set.2017

ENSINANDO ELÉTRICA. **Planta elétrica residencial**, 2013. Disponível em <<https://ensinandoeletrica.blogspot.com.br/2013/03/planta-eletrica-residencial.html>> acesso em 25.set.2017

FOLHA A ZERO. **Trabalhando com carta solar**. 2008. Disponível em <https://folhaazero.wordpress.com/2008/10/19/trabalhando-com-carta-solar/> acesso em 31.mar.2017

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Eficiência energética na construção civil**. 2014. Disponível em <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=18&Cod=1494>> acesso em 30.mai.2017

GLOBO G1. **Como economizar captando e reutilizando água da chuva**, 2014. Disponível em <<http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-captando-e-reutilizando-agua-da-chuva.html>> acesso em 27.set.2017

GRAMAS PARDIM. **Gramas batatais**, 2017. Disponível em <<http://www.gramaspardim.com.br/grama-batatais>> acesso em 24.set.2017

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Construindo um futuro sustentável**. 2017. Disponível em <<http://www.gbcbrasil.org.br/>> acesso em 03.fev.2017

HEYWOOW, H. **101 Regras para uma arquitetura de baixo consumo energético**. 2012

INSTITUTO FISIOMAR. **Milhões de trabalhadores são expostos ao pó de sílica no brasil**, 2015. Disponível em <<http://institufisiomar.com.br/blog/?p=2342>> acesso em 20.set.2017

KEELER, M; BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relatório Brundland**, 1987.

PBE EDIFICA. **Regulamento técnico da qualidade para nível de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas**, 2010. Disponível em <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf> acesso em 27.set.2017

PENSAMENTO VERDE. **Importância da reciclagem de resíduos da construção civil**. 2014. Disponível em <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/importancia-da-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil/>> acesso em 31.mar.2017

PORTAL CLUBE DE ENGENHARIA. **Construção Civil**, 2013. Disponível em <<http://www.portalclubedeengenharia.org.br/info/construcao-civil-e-o-desenvolvimento-do-brasil>> acesso em 29.mar.2017

PROJAR. **Solução para o controle de erosão hioplant**, 2017. Disponível em <<https://projar.com.br/hioplant/>> acesso em 20.set.2017

RADIO PIRATININGA. **Lei que prevê medição individual de água**, 2016. Disponível em <<http://radiopiratiniga.com.br/a-lei-que-preve-medicao-individual-de-agua-a-partir-de-2021-vai-ajudar-na-economia-de-condominios/>> acesso em 23.set.2017

REDE GLOBO. **Globo Ciência**, 2014. Disponível em
<<http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-materia-prima-do-planeta.html>> acesso em 18.mai.2017

REVISTA EA. **Impactos Ambientais**. 2015. Disponível em
<<http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=2119>> acesso em 30.mai.2017

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodologia**. 2003. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SOLAR WATERS. **Bomba de calor**, 2017. Disponível em
<<http://www.solarwaters.pt/bomba-de-calor>> acesso em 23.set.2017

SOLETROL. **Como funciona um aquecedor solar**, 2017. Disponível em
<<http://www.soletrol.com.br/extras/como-funciona-o-aquecedor-solar-soletrol/>> acesso em 25.set.2017

TECNOLOGIA E FLORESTA. **Uso de madeira sustentável**, 2016. Disponível em
<<http://www.tecnologiaefloresta.com.br/2016/09/19/wwf-lanca-video-sobre-o-uso-de-madeira-sustentavel-na-construcao-civil/>> acesso em 21.set.2017

TV DA OBRA. **Sistema possibilita reaproveitamento de água pluvial no canteiro de obras**, 2015. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=qWoSV89p3Oo>> acesso em 29.set.2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Uso racional de água**. 2012. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/sga/operacao-do-sga-da-ufrgs-1/projetos/uso-racional-da-agua>> acesso em 29.mai.2017

VILA TAGUAÍ. **Ventilação natural**, 2017. Disponível em
<<http://www.crisxavier.com.br/taguai/home.php?content=6&id=3>> acesso em 25.set.2017

ANEXO A



Checklist Simples

Versão para Certificação

110 Pontos Possíveis

Nome do Projeto:

Para preenchimento deste checklist, coloque a numeração dos créditos correspondentes no quadrado cinza do lado esquerdo e nos quadrados cinzas do lado direito, coloque apenas um X quando o item estiver sendo atendido. A somatória das células é automática e a pontuação final aparecerá no último item abaixo.

Sim	?	Não			
0	0	0	Implantação (IMP) 25 Pontos		
S			Pré-Requisito 1	Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade da Construção	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Orientação de Projeto - Carta Solar	Obrigatório
S			Pré-Requisito 3	Não utilizar Plantas Invasoras	Obrigatório
			Crédito 1	Desenvolvimento Urbano Certificado (ou IMP2 a IMP6)	10
			Crédito 2	Seleção do Terreno (atender todos os itens abaixo)	2
				☐ Locais cuja cota de elevação do terreno seja igual ou inferior à da planície de inundação	
				☐ Locais identificados especificamente como habitat para espécies de plantas ou de animais ameaçadas	
				☐ Áreas legalmente protegidas, ou locais de especial interesse, identificados pelo estado	
				☐ Terrenos que, anteriormente ao desenvolvimento do projeto, eram áreas destinadas ao uso público	
				☐ Terrenos que contenham solos diferenciados, devidamente identificados por legislação específica	
				☐ Áreas de mananciais, reservas ecológicas, Áreas consideradas de Preservação Permanente	
			Crédito 3	Localização Preferencialmente Desenvolvida	Máx.3
				☐ Desenvolvimento Parcial - 25% do perímetro desenvolvido	1
				☐ Desenvolvimento Final - 75% do perímetro desenvolvido	2
				☐ Previamente Desenvolvido - 75% área construída	1
			Crédito 4	Infraestrutura de Água e Saneamento Básico	1
				☐ Local situado a 1.000m de distância das redes de abastecimento de água e tratamento de esgotos existentes.	
				Desempenho Exemplar: Projeto construirá próprio sistema de abastecimento de água e/ou de tratamento de esgotos (ETA, ETRA, ETE, etc.).	
			Crédito 5	Proximidade a Recursos Comunitários e Transporte Público	Máx.3
				☐ Recursos Comunitários Básicos / Trânsito	1
				☐ Recursos Comunitários Aprimorados / Trânsito	2
				☐ Recursos Comunitários Excelentes / Trânsito	3
			Crédito 6	Acesso a Espaço Aberto	1
			Crédito 7	Administração do Canteiro (Atender uma das opções)	1
				☐ Terreno não é previamente desenvolvido	
				☐ Terreno é previamente desenvolvido	
				☐ Terreno Compacto	
			Crédito 8	Paisagismo	Máx.5
				☐ Projeto básico de paisagismo	1 a 2
				☐ Implantar espécies nativas/exóticas que apresentem baixo consumo de água ou limitar a área de plantio de gramado	1 a 3
			Crédito 9	Desempenho Exemplar: Elaboração de plano básico de manutenção do jardim, conforme crédito.	
				Redução de Ilha de Calor - Área de Pisos e Coberturas	Máx.2
				☐ Áreas de Pisos e Calçadas	1
				☐ Áreas de Coberturas	1
				Desempenho Exemplar: Adotar as estratégias para 100% de calçadas, pátios e passeios, dentro de um raio de quinze metros.	
			Crédito 10.1	Controle e Gerenciamento de Águas pluviais - Quantidade	Máx.2
				☐ Área Permeável menor ou igual a 50%	1
				☐ Área Permeável maior que 50%	2
			Crédito 10.2	Controle e Gerenciamento de Águas pluviais - Qualidade	1
			Crédito 11	Controle de Pragas e Doenças sem Produtos Tóxicos	1
			Crédito 12	Implantação Compacta	Máx.3
				☐ Densidade Moderada	1
				☐ Densidade Alta	2
				☐ Densidade Muito Alta	3
				Desempenho Exemplar: Projetos com densidade maior que 40 unidades habitacionais a cada 4.000m ² de área edificável.	
Sim	?	Não			
0	0	0	Uso Racional da Água (URA) 12 Pontos		
S			Pré-Requisito 1	Uso Racional da Água - Básico	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Medição Única do Consumo de Água	Obrigatório
			Crédito 1	Uso Racional da Água - Otimizado	Máx.5
				☐ Bacias Sanitárias e Sistemas de Descarga	1
				☐ Torneiras e Misturados para Lavatórios	1
				☐ Torneiras de uso geral	1
				☐ Chuveiros	1 a 2
				Desempenho Exemplar: Projetos que contratarem empresas instaladoras certificadas no escopo de Instalações Hidrossanitárias e Águas Pluviais (QUALINSTAL e ABRINSTAL)	
			Crédito 2	Medição Setorizada do Consumo de Água	Máx.2
				☐ Áreas Complementares e Externas	1
				☐ Fontes Alternativas	1
			Crédito 3	Sistemas de Irrigação Eficiente	Máx.5
				☐ Sistema de Irrigação com alta eficiência	1 a 2
				☐ Reduzir a demanda de água potável utilizada para fins de irrigação em pelo menos 35%	1 a 3
				Desempenho Exemplar: Projetos que atenderem todos os itens (a – d) descritos no item 3.1, ou para o atendimento de Coeficientes de Programação (CP) menor ou igual à 1,08 descrito no item 3.2.	
Sim	?	Não			
0	0	0	Energia e Atmosfera (EA) 28 Pontos		
S			Pré-Requisito 1	Desempenho da Envoltória	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Fontes de Aquecimento de Água Eficientes	Obrigatório
S			Pré-Requisito 3	Qualidade das Instalações Elétricas de Baixa Tensão	Obrigatório
S			Pré-Requisito 4	Iluminação Artificial - Básica	Obrigatório
			Crédito 1	Desempenho Energético Aprimorado	Máx. 10
				☐ Redução de 10%	2
				☐ Redução de 20%	4

				☐ Redução de 30%	6
				☐ Redução de 40%	8
				☐ Redução de 50%	10
☐	☐	☐	Crédito 2	Obter a Etiqueta PBE Edifica (ou EA3 e EA4)	6
☐	☐	☐	Crédito 3	Atender Nível A do PBE Edifica	Máx.2
				☐ Método Prescritivo	1
				☐ Método de Simulação	2
☐	☐	☐	Crédito 4	Fontes Eficientes de Aquecimento Solar	Máx.2
				☐ Aquecimento de água – 40% Fonte Térmica Solar	1
				☐ Aquecimento de água – 70% Fonte Térmica Solar	2
☐	☐	☐	Crédito 5	Iluminação Artificial - Otimizada	Máx.2
				☐ Iluminação Interna - 50% dos pontos elétricos	1
				☐ Automação iluminação externa.	2
				Desempenho Exemplar: Projetos que instalem 75% ou mais de pontos de luz (lâmpadas ou luminárias) que possuam o selo PROCEL, com eficiência superior a 75 lm/W, em locais de maior permanência.	
☐	☐	☐	Crédito 6	Gerenciamento do Gás Refrigerante Residencial	1
				☐ Não utilizar gases refrigerantes que contenham CFC em sua fórmula.	
				☐ Instalar sistemas de ar condicionado que atendam a equação do crédito.	
				☐ Não instalar sistema de ar condicionado.	
				Desempenho Exemplar: Projetos que não utilizarem gases HCFC, Halons etc.	
☐	☐	☐	Crédito 7	Equipamentos Eletroeletrônicos Eficientes	2
☐	☐	☐	Crédito 8	Energia Renovável	Máx.4
				☐ Geração de 3%	1
				☐ Geração de 4%	2
				☐ Geração de 6%	3
				☐ Geração de 8%	4
				Desempenho Exemplar: Geração de pelo menos 10%.	
☐	☐	☐	Crédito 9	Comissionamento dos Sistemas Instalados	2
				☐ Realizar o comissionamento dos sistemas instalados conforme descrito no crédito.	
				Desempenho Exemplar: Projetos que apresentarem o contrato para o comissionamento do sistema no período de seis meses, após o início da operação.	
☐	☐	☐	Crédito 10	Medição e Verificação	1

Sim	?	Não
0	0	0
Materiais e Recursos (MR)		
15 Pontos		

☐	☐	☐	Pré-Requisito 1	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção	Obrigatório
☐	☐	☐	Pré-Requisito 2	Madeira Legalizada	Obrigatório
☐	☐	☐	Crédito 1	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Operação	Máx.2
				☐ Gerenciamento dos resíduos gerados na construção.	1
				☐ Gerenciamento dos resíduos gerados na operação.	1
				Desempenho Exemplar: Reutilização ou reciclagem de 80% da massa ou volume total, com aplicação na própria obra, ou em empreendimentos que integrem a cadeia formal de valorização dos resíduos.	
☐	☐	☐	Crédito 2	Madeira Certificada	Máx.2
				☐ Madeira Certificada - 70%	1
				☐ Madeira Certificada - 90%	2
				Desempenho Exemplar: Madeira Certificada -100%	
☐	☐	☐	Crédito 3	Materiais Ambientalmente Preferíveis	Máx.5
				☐ Materiais de Reuso - 2,5%	1
				☐ Materiais Regionais - 20%	1
				☐ Materiais com Conteúdo Reciclado - 10%	1
				☐ Materiais de Rápida Renovação - 1%	1
				☐ Materiais Recicláveis - 20%	1
				Desempenho Exemplar: Materiais de reuso – 5%/Materiais regionais – 40%/Materiais e produtos com conteúdo reciclado – 20%/Materiais de rápida renovação – 2%/Materiais recicláveis – 40%.	
☐	☐	☐	Crédito 4	Controle de Materiais Contaminantes (atender pelo menos 2 itens)	1
				☐ Não utilização de uréia-formaldeído	
				☐ Controle de compostos orgânicos voláteis (COV)	
				☐ Restringir uso de metais pesados	
				☐ Restringir uso de retardantes de chamas bromados em bifenilas polibromados e seus congêneres	
☐	☐	☐	Crédito 5	Materiais Certificados	1
				☐ Instalar na residência ou edifício residencial 5 materiais certificados por terceira parte.	
				Desempenho Exemplar: Instalar na residência ou edifício residencial 8 materiais certificados por terceira parte.	
☐	☐	☐	Crédito 6.1	Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Sistemas Estruturais (atender 2 ou 4 itens)	Máx.2
				☐ Modularidade/repetição da estrutura: dimensionamento em medidas facilmente reaproveitáveis em novos projetos.	
				☐ Modo de aplicação/fixação: estruturas metálicas parafusadas e não soldadas.	
				☐ Estruturas de concreto pré-moldadas ou pré-fabricadas.	
				☐ Coberturas estruturais pré-fabricadas.	
☐	☐	☐	Crédito 6.2	Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Elementos Não-estruturais (atender 2 ou 4 itens)	Máx.2
				☐ Vedações: deverão ser utilizadas divisórias reaproveitáveis e removíveis, blocos modulares.	
				☐ Revestimentos de paredes e pisos internos: deverão ter paginação compatível com as dimensões do local.	
				☐ Pavimentações e pisos externos: deverão ser utilizados pavimentos intertravados e/ou removíveis.	
				☐ Fachadas: deverão ser constituídas por elementos removíveis	
				☐ Esquadrias: fixadas com parafusos, em vez de usar chumbadas, contra marcos etc.	
				☐ Forros: deverão ser utilizados forros removíveis.	
				Desempenho Exemplar: Atendimento dos 6 itens acima	

Sim	?	Não
0	0	0
Qualidade Ambiental Interna (QAI)		
15 Pontos		

☐	☐	☐	Pré-Requisito 1	Controle de Emissão de Gases de Combustão	Obrigatório
☐	☐	☐	Pré-Requisito 2	Ventilação Natural e Exaustão Localizada - Básica	Obrigatório
☐	☐	☐	Crédito 1	Conforto Ambiental Interno (atender itens 1 e 2 ou 3)	Máx. 3
				☐ Atender aos requisitos descritivos da norma ABNT NBR 15220-3 – Desempenho térmico de edificações Parte 3	1
				☐ Para o atendimento do nível intermediário ou superior da norma NBR 15575-1	1 a 2
				☐ Comprovar por meio de simulação energética o atendimento do nível superior da norma NBR 15575-1	3
☐	☐	☐	Crédito 2	Controle de Umidade Local (Atender uma das opções)	1
				☐ Instalação de sistemas adicionais para umidificação e/ou desumidificação do ambiente	
				☐ Instalação de sistemas de ar condicionado equipados para umidificar e/ou desumidificar	
☐	☐	☐	Crédito 3	Exaustão Localizada - Automatizada	2
				☐ Cozinhas: instalar sensores de fumaça automatizados para exaustão	1
				☐ Banheiros: instalar sensores de ocupação e/ou controle automático de umidificação	1
☐	☐	☐	Crédito 4	Controle de Partículas Contaminantes	Máx. 4
				☐ Controle de contaminantes em ambientes internos durante a construção	1
				☐ Controle de contaminantes em ambientes internos	1
				☐ Limpeza pré-ocupação	2
☐	☐	☐	Crédito 5	Proteção de Poluentes Provenientes da Garagem - Otimizado	Máx. 3
				☐ Vedar hermeticamente as superfícies situadas entre a garagem e os espaços internos	1
				☐ Instalar exaustores na garagem	2
☐	☐	☐	Crédito 6	Proteção ao Radônio - Áreas de grande risco	1
☐	☐	☐	Crédito 7	Acústica	1

Sim	?	Não	Requisitos Sociais (RS)		3 Pontos
☐	☐	☐			
S Pré-Requisito 1					
Crédito 1			Legalidade e Qualidade Acessibilidade Universal (atender uma das opções) ☐ Construir 1 banheiro e 1 dormitório acessíveis Desempenho Exemplar: 100% das áreas comuns acessíveis e 50% das unidades acessíveis.		
Crédito 2			Boas Práticas Sociais para Projeto e Obra (atender no mínimo 3 itens) ☐ Educação para a Gestão de RCD ☐ Desenvolvimento Pessoal dos Empregados ☐ Capacitação Profissional dos Empregados ☐ Inclusão de trabalhadores locais ☐ Ações para Mitigação de Riscos Sociais ☐ Ações para a Geração de Emprego e Renda Local Desempenho Exemplar: Atendimento todos os itens acima ou Capacitação Profissional dos empregados totalizando a carga horária mínima de 200 horas e abrangência de 30% dos empregados.		
Crédito 3			Boas Práticas Sociais para Operação e Manutenção (Atender no mínimo 1 item) ☐ Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto ☐ Educação Ambiental dos Moradores e Empregados (ocupantes) Desempenho Exemplar: Atendimento de todos os requisitos citados acima.		
Crédito 4					
Crédito 5					
Crédito 6					
Crédito 7					
Crédito 8					
Crédito 9					
Crédito 10					
Crédito 11					
Crédito 12					
Crédito 13					
Crédito 14					
Crédito 15					
Crédito 16					
Crédito 17					
Crédito 18					
Crédito 19					
Crédito 20					
Crédito 21					
Crédito 22					
Crédito 23					
Crédito 24					
Crédito 25					
Crédito 26					
Crédito 27					
Crédito 28					
Crédito 29					
Crédito 30					
Crédito 31					
Crédito 32					
Crédito 33					
Crédito 34					
Crédito 35					
Crédito 36					
Crédito 37					
Crédito 38					
Crédito 39					
Crédito 40					
Crédito 41					
Crédito 42					
Crédito 43					
Crédito 44					
Crédito 45					
Crédito 46					
Crédito 47					
Crédito 48					
Crédito 49					
Crédito 50					
Crédito 51					
Crédito 52					
Crédito 53					
Crédito 54					
Crédito 55					
Crédito 56					
Crédito 57					
Crédito 58					
Crédito 59					
Crédito 60					
Crédito 61					
Crédito 62					
Crédito 63					
Crédito 64					
Crédito 65					
Crédito 66					
Crédito 67					
Crédito 68					
Crédito 69					
Crédito 70					
Crédito 71					
Crédito 72					
Crédito 73					
Crédito 74					
Crédito 75					
Crédito 76					
Crédito 77					
Crédito 78					
Crédito 79					
Crédito 80					
Crédito 81					
Crédito 82					
Crédito 83					
Crédito 84					
Crédito 85					
Crédito 86					
Crédito 87					
Crédito 88					
Crédito 89					
Crédito 90					
Crédito 91					
Crédito 92					
Crédito 93					
Crédito 94					
Crédito 95					
Crédito 96					
Crédito 97					
Crédito 98					
Crédito 99					
Crédito 100					
Crédito 101					
Crédito 102					
Crédito 103					
Crédito 104					
Crédito 105					
Crédito 106					
Crédito 107					
Crédito 108					
Crédito 109					
Crédito 110					
Crédito 111					
Crédito 112					
Crédito 113					
Crédito 114					
Crédito 115					
Crédito 116					
Crédito 117					
Crédito 118					
Crédito 119					
Crédito 120					
Crédito 121					
Crédito 122					
Crédito 123					
Crédito 124					
Crédito 125					
Crédito 126					
Crédito 127					
Crédito 128					
Crédito 129					
Crédito 130					
Crédito 131					
Crédito 132					
Crédito 133					
Crédito 134					
Crédito 135					
Crédito 136					
Crédito 137					
Crédito 138					
Crédito 139					
Crédito 140					
Crédito 141					
Crédito 142					
Crédito 143					
Crédito 144					
Crédito 145					
Crédito 146					
Crédito 147					
Crédito 148					
Crédito 149					
Crédito 150					
Crédito 151					
Crédito 152					
Crédito 153					
Crédito 154					
Crédito 155					
Crédito 156					
Crédito 157					
Crédito 158					
Crédito 159					
Crédito 160					
Crédito 161					
Crédito 162					
Crédito 163					
Crédito 164					
Crédito 165					
Crédito 166					
Crédito 167					
Crédito 168					
Crédito 169					
Crédito 170					
Crédito 171					
Crédito 172					
Crédito 173					
Crédito 174					
Crédito 175					
Crédito 176					
Crédito 177					
Crédito 178					
Crédito 179					
Crédito 180					
Crédito 181					
Crédito 182					
Crédito 183					
Crédito 184					
Crédito 185					
Crédito 186					
Crédito 187					
Crédito 188					
Crédito 189					
Crédito 190					
Crédito 191					
Crédito 192					
Crédito 193					
Crédito 194					
Crédito 195					
Crédito 196					
Crédito 197					
Crédito 198					
Crédito 199					
Crédito 200					
Crédito 201					
Crédito 202					
Crédito 203					
Crédito 204					
Crédito 205					
Crédito 206					
Crédito 207					
Crédito 208					
Crédito 209					
Crédito 210					
Crédito 211					
Crédito 212					
Crédito 213					
Crédito 214					
Crédito 215					
Crédito 216					
Crédito 217					
Crédito 218					
Crédito 219					
Crédito 220					
Crédito 221					
Crédito 222					
Crédito 223					
Crédito 224					
Crédito 225					
Crédito 226					
Crédito 227					
Crédito 228					
Crédito 229					
Crédito 230					
Crédito 231					
Crédito 232					
Crédito 233					
Crédito 234					
Crédito 235					
Crédito 236					
Crédito 237					
Crédito 238					

ANEXO B



Green Building Council Brasil

Al. Rio Negro, 585
Edifício Jaçari - Conj.93 - Alphaville
Barueri - SP - 06455-020
Tel./fax: (11) 4191-7805
www.gbcbrazil.org.br

Comitê Residências
Qualidade Ambiental Interna (QAI)

Data: 14/07/14
Horário: 9h
Local: ABRVA
Avenida Rio Branco, 1492, São Paulo

1- Abertura da Reunião

A reunião foi aberta pela Maria Carolina Fujihara, do GBC Brasil, dando rapidamente um panorama geral sobre o Referencial, o andamento dos projetos pilotos e o formato que será adotado para o processo de auditoria e consultoria do Referencial após o lançamento.

2- Itens discutidos e analisados na reunião

Durante esta reunião foram abordados e discutidos individualmente todos os pré-requisitos e créditos da categoria de "Qualidade Ambiental Interna" do Referencial GBC Brasil Casa, para que eles fossem definidos para publicação final, utilizando-se da experiência obtida com os projetos pilotos.

Todos os pré-requisitos e créditos também foram discutidos para a adaptação para condomínios verticais (prédios residenciais), conforme definido pelos comitês do GBC Brasil.

Segue abaixo os comentários e conclusões definidas durante a reunião:

QAI PR1: Controle de Emissão de Gases de Combustão- Foram discutidas as definições de ventilação mecânica e natural e quais os critérios serão aceitos para que um ambiente seja considerado suficientemente ventilado a ponto de dispensar as medidas descritas pelo pré-requisito.

Concluiu-se que para casas horizontais, será considerado suficientemente ventilados espaços delimitados por cobertura e até 1 parede. Ambientes que possuam mais fechamentos precisarão obrigatoriamente realizar os cálculos de ventilação e dependendo do número de renovações de ar atendidos, deverão instalar o medidor de CO (Monóxido de Carbono) – somente para espaços que possuam churrasqueiras, fornos a lenha, lareiras ou outros equipamentos que produzam combustão por queima.

Para edifícios residenciais verticais deverão ser instalados exaustores com capacidade para atender a todos os andares ao mesmo tempo, caso contrário, deve ser instalado o medidor de CO.

QAI PR2: Exaustão Localizada- Básica- Este pré-requisito não foi modificado, e pode ser aplicado para edifícios verticais sem alterações.

QAI CR1: Conforto Ambiental Interno- Foi decidido em reunião que para o atendimento deste crédito serão aceitas e incentivadas a utilização das normas Brasileiras ABNT NBR 15220-3 e NBR 15575-1. Porém, a utilização de normas mais restritivas, como a ASHRAE 55, serão igualmente aceitas. Igualmente aceitos para edifícios residenciais.

QAI CR2- Controle da Umidade Local- Para residências horizontais este crédito permanecerá igual e para edifícios verticais este crédito se aplicará apenas para as áreas comuns (100% da áreas comuns) e devem ser adotadas medidas de orientação e incentivo aos moradores sobre este tema, através do manual de proprietário e boas práticas.

QAI CR3- Exaustão Localizada- Automatizada- Após diversas discussões concluiu-se em reunião que para atender a este crédito, as residências horizontais devem possuir cozinhas equipadas com sensor de fumaça automatizado para acionamento do exaustor e os banheiros equipados com exaustor acionado por sensor de presença, que deve ser instalado dentro do box.