

# ESTUDO DA APLICAÇÃO DOS REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE PREVISTOS NO REFERENCIAL GBC BRASIL CASA, PARA UMA RESIDÊNCIA R1-A EM CRICIÚMA - SC.

Paulo Henrique Garbelotto da Silva (1), Mônica Elizabeth Daré (2)  
UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
*paulogarbelotto@gmail.com (1), dare@terra.com.br (2)*

## RESUMO

O cenário atual exige cada vez mais novas políticas, atitudes, métodos que minimizem os danos causados pelo setor ao meio ambiente. O objetivo geral do estudo foi estudar a aplicação dos requisitos de sustentabilidade previstos no Referencial GBC Brasil Casa, para uma residência R1-A em Criciúma, SC. A residência do estudo, denominada casa 01, é a primeira casa do estado de Santa Catarina apta a receber o selo do órgão certificador *Green Building Council*. Foi vencedora do Prêmio Saint-Gobain de Arquitetura – Habitat Sustentável nas categorias Destaque Sustentabilidade e Profissional Modalidade Residência, comprovando a eficácia das soluções adotadas para uso racional de recursos naturais. A metodologia aplicada neste estudo de caso constituiu-se de observações diretas na execução da obra, análise documental e reuniões com a equipe auditora, engenheiro da obra, e participantes da equipe de obra. Os resultados apontam que para a fase de execução ou obra 95% dos requisitos ou créditos previstos no referencial atingiram pontuação máxima. Mesmo sem a finalização do processo de certificação, até o presente momento, a Casa 01 atingiu 89 pontos dos 110 máximos. Caso o processo de certificação seja finalizado com essa pontuação, a Casa 01 atingirá o nível Platina, o mais alto do Referencial GBC Brasil Casa.

*Palavras-Chave: Sustentabilidade, Certificação Ambiental, Construção Civil, Green Building Council*

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Agopyan (2012), a construção civil consome hoje de 40 a 75% de todos os materiais da sociedade, sendo que o cimento é o segundo material mais consumido do mundo, só perdendo para a água. Já o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS diz que a construção civil é responsável por 50% do consumo de energia elétrica do Brasil. Para Bruntland (1987), Desenvolvimento sustentável significa suprir as necessidades do presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as próprias necessidades. Esse conceito, apresentado pela Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, quebrou paradigmas e fez com que o mundo inteiro conhecesse realmente o intuito da sustentabilidade. Entretanto, esse conceito ainda é pouco difundido no âmbito da construção civil. Segundo o Centro de Tecnologias de Edificações e a Criactive (2015), em 2014

foram executados no Brasil 32.725.559m<sup>2</sup> de obras, sendo que apenas 2.738,706m<sup>2</sup> representam obras sustentáveis, apenas 7,3% do total. No entanto, esse valor já é 780% maior que os 269.678m<sup>2</sup> sustentáveis que foram construídos no ano de 2009. Com as premissas de desenvolver empreendimentos que levassem em consideração desempenho ambiental, englobando eficiência energética, uso racional da água, saúde e bem-estar dos ocupantes e a diminuição dos danos ao meio ambiente, surge o conceito dos *green buildings*, os edifícios verdes, ideal que disseminou o conceito de sustentabilidade na construção civil. Em 1993, após uma reunião no Instituto Americanos de Arquitetos, Rick Fedrizzi, David Gottfried e Michael Italiano fundaram o *United States Green Building Council – USGBC* -, órgão responsável por fomentar a construção sustentável no mundo todo. Em 2000, esse conselho cria o selo LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*, regulamentando atributos necessários para que a obra seja enquadrada como sustentável. Esse modelo de certificação é o mais difundido no mundo inteiro, tendo uma filial em praticamente todos os países. Ao se planejar uma obra sustentável, a partir dos preceitos descritos pelos selos, é pensado desde planejamento até a demolição da obra, ou seja, todo seu ciclo de vida. Por isso, os projetistas, arquitetos, engenheiros e todos os outros envolvidos nessa cadeia produtiva, devem trabalhar com excelência, escolhendo os materiais corretos para cada finalidade, pois uma escolha errada implicará em um conceito não atendido, prejudicando todo o empreendimento.

No Brasil desde 2007, representado pelo *Green Building Council Brasil - GBC Brasil* -, existem 1.149 projetos registrados de construções sustentáveis, enquanto 380 foram certificados (GBC Brasil, 2016) sendo o destaque São Paulo, com 612 registros, 52,9% do total nacional. A filial brasileira foi responsável pela criação do Referencial GBC Brasil Casa, método de avaliação especificamente criado para fornecer ferramentas para projetar, construir e operar edifícios residenciais com práticas sustentáveis. Consideramos que a NBR 15575:2013 Edificações Habitacionais – Desempenho surge como uma aliada aos selos de certificações. Segundo Menezes (2015) dos 14 atributos considerados necessários para uma obra ser classificada como sustentável pelo selo LEED, 12 são abrangidos como obrigatórios dentro da nova norma de desempenho, sendo que assim as construções que adotarem o padrão da NBR, automaticamente vão se enquadrar

nos selos sustentáveis, não sendo necessárias alterações em projeto ou execução. Marques (2015) ressalta que a NBR 15575:2013 ainda é pouco descritiva sobre os variados climas encontrados no Brasil, com isso, os parâmetros adotados nos estudos realizados pelos selos de certificação podem ser adotados em uma revisão de norma, para que assim ela fica mais completa e englobe todos os pontos necessários nas diversas regiões brasileiras.

Tendo esses conceitos aplicados na obra do estudo, o objetivo geral é estudar a aplicação dos requisitos de sustentabilidade previstos no Referencial GBC Brasil Casa, para uma residência R1-A em Criciúma, SC. Os objetivos específicos são: a) estudar as referências bibliográficas sobre certificação ambiental e sustentabilidade na construção civil ; b) estudar os requisitos da certificação Referencial GBC Brasil Casa e o processo de auditoria; c) identificar os atributos de sustentabilidade dos projetos da residência ; d) identificar e estudar os processos de execução da obra implantados para atendimento dos requisitos de certificação; e) identificar e estudar os materiais aplicados para o atendimento dos requisitos da certificação. ; f) Identificar e estudar as ações e providências quanto aos recursos humanos da equipe de execução para o atendimento a certificação.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 PERÍODO DE PESQUISA**

O estudo iniciou nos meses de julho e agosto de 2016, com a busca e leituras das referências bibliográficas como artigos e teses relacionadas às construções sustentáveis e sobre a metodologia aplicada pelo GBC Brasil na certificação das obras. Em setembro de 2016, iniciou-se o acompanhamento da obra do presente estudo de caso. O prosseguimento da pesquisa ocorreu no segundo semestre de 2017, com a apresentação e análise dos resultados.

### **2.2 LOCALIZAÇÃO DA OBRA**

A residência deste estudo de caso, denominada Casa 01, localiza-se na cidade de Criciúma, sul do estado de Santa Catarina, conforme figura 01.

Figura 01 – Localização Casa 01



Fonte: Do autor, 2016

### 2.3 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

A obra do presente estudo encontra-se em processo final de certificação do selo Referencial GBC Brasil Casa. A figura 02 mostra as características gerais da obra.

Figura 02: Características gerais da Obra

Caraterísticas da Obra	
Finalidade	Residência Unifamiliar
Área da Construção	1421,49m <sup>2</sup>
Local da Obra	Criciúma, SC, Bairro 1ª Linha
Nº Pavimentos	1
Tipologia	R1-A
Estrutura	Concreto Armado
Vedações	Paredes de concreto maciço e outras com blocos de concreto
Cobertura	Laje de concreto com 40cm de espessura e manta impermeabilizadora com telhado verde instalado
Contratado	Construtora Local
Início da Obra	Dezembro 2014
Conclusão da Obra	Dezembro 2016

Fonte: Do Autor, 2016

### 2.4 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

Para a realização da pesquisa considerou-se a seguinte documentação técnica:

- Contrato firmado entre o GBC Brasil e o proprietário; Projeto Arquitetônico; Plano de Gerenciamento de Resíduos que a contratada deve seguir para obtenção da pontuação necessária; Relação de fornecedores contratados para os diversos itens da residência; Avaliação do desempenho energético da obra; Relatório –

Conformidade da auditoria GBC; Laudos e ensaios de desempenhos dos materiais e estruturas; Registro de treinamentos dos recursos humanos; Registros fotográficos da construtora executora, da equipe de obra e do pesquisador.

Além destes, analisou-se os documentos referentes ao GBC Brasil, como: Check-List para novas construções residenciais; Guia Prático: Porque e Como Certificar seu Projeto; Guia Rápido: Referencial GBC Brasil Casa.

## 2.5 OBTENÇÃO E APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Realizou-se acompanhamento *in loco*, durante o período de execução com o engenheiro responsável para estudo de todas as características da obra que a classificam como sustentável. Aliado a pesquisa de campo, também se realizou reuniões com a auditora do GBC Brasil. Para a apresentação dos resultados elaborou-se fluxogramas, tabelas, registros fotográficos. Descreveu-se os resultados dentro do contexto dos requisitos de sustentabilidades previstos no Referencial GBC Brasil Casa.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 PROCESSO DE AUDITORIA

O GBC Brasil, por meio de auditores credenciados - Arquitetos e/ou Engenheiros com a devida carga horária - realiza esse processo de certificação em construções que pleiteiam o selo Referencial GBC Brasil Casa. A temática desta organização certificadora consiste em fomentar que é possível construir casas com práticas sustentáveis. O GBC Brasil estimula os candidatos a certificação a registrarem os projetos antes mesmo do início das construções, fazendo com que o auditor consiga planejar as visitas no local da obra. Caso o registro seja feito após um determinado estágio de obra, o órgão certificador pode rejeitá-lo em decorrência desse fato.

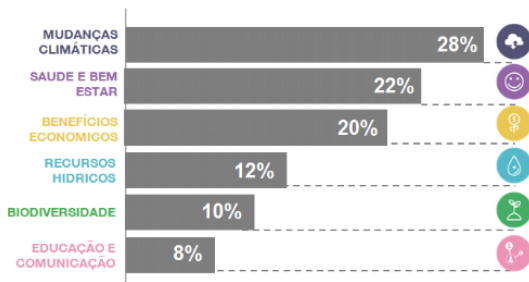
A certificação visa promover a transformação da construção civil, atingindo seis objetivos, que são:

- Mitigação dos impactos da mudança climática; Melhoria da saúde humana e bem-estar do ocupante; Proteção e restauração de recursos hídricos; Proteção e

restauração da biodiversidade e os serviços ecossistêmicos; Desenvolvimento da economia verde; Aumento da comunicação social, contribuindo para o aumento da equidade social, justiça ambiental, saúde comunitária e qualidade de vida

Para a certificação GBC Brasil Casa os objetivos acima recebem os pesos descrito na figura 03:

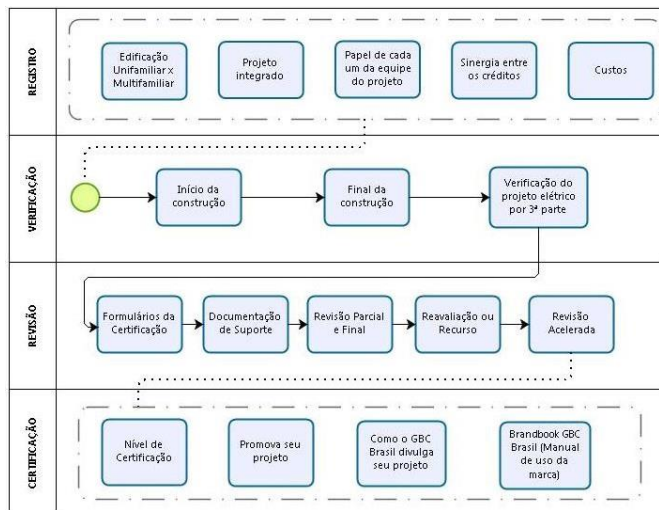
Figura 03: Impacto de ponderação dos objetos na classificação do Referencial



Fonte: Green Building Council Brasil, 2016

O cronograma do processo das auditorias e da certificação se divide em quatro macro tarefas, conforme fluxograma abaixo:

Figura 04 - Fluxograma de processo de auditoria



Fonte: Do autor, 2017

O principal quesito analisado durante esse processo de certificação, é o atendimento aos créditos previstos no Check-List para novas construções residenciais padrão do órgão certificador. Para o GBC Brasil, crédito simula uma característica ou requisito

de projeto, obra ou medição conforme identificado dentro do sistema de classificação. Cada crédito é locado em uma das 8 categorias de sustentabilidade e recebem pontuações distintas, por isso o atendimento de um pode influenciar mais no resultado final de certificação.

Após a entrega da obra, a auditora credenciada executou a última auditoria *in loco*, determinando as pontuações atingidas por cada crédito. A figura 5 representa a categoria Uso Racional de Água – URA, e mostra como funciona o sistema de pontuação utilizado pelo GBC Brasil.

Figura 05 – Sistema de Pontuação GBC Brasil

Sim	?	Não			
12	0	0	<b>Uso Racional da Água (URA)</b>		<b>12 Pontos</b>
5			Pre-Requisito 1	Uso Racional da Água - Básico	Obrigatório
5			Pre-Requisito 2	Medição Única do Consumo de Água	Obrigatório
5			Crédito 1	Uso Racional da Água - Otimizado	Máx.5
			<input checked="" type="checkbox"/>	Bacias Sanitárias e Sistemas de Descarga	1
			<input checked="" type="checkbox"/>	Torneiras e Misturados para Lavatórios	1
			<input checked="" type="checkbox"/>	Torneiras de uso geral	1
			<input checked="" type="checkbox"/>	Chuveiros	1 a 2
			<input type="checkbox"/>	Desempenho Exemplar: Projetos que contratarem empresas instaladoras certificadas no escopo de Instalações Hidrossanitárias e Águas Pluviais (QUALINSTAL e ABRINSTAL)	
2			Crédito 2	Medição Setorizada do Consumo de Água	Máx.2
			<input checked="" type="checkbox"/>	Áreas Complementares e Externas	1
			<input checked="" type="checkbox"/>	Fontes Alternativas	1
5	0		Crédito 3	Sistemas de Irrigação Eficiente	Máx.5
			<input checked="" type="checkbox"/>	Sistema de Irrigação com alta eficiência	1 a 2
			<input checked="" type="checkbox"/>	Reduzir a demanda de água potável utilizada para fins de irrigação em pelo menos 35%	1 a 3
			<input type="checkbox"/>	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.	

Fonte: Auditora Credenciada GBC Brasil, 2017

A figura 06 mostra a distribuição dos requisitos ou créditos para obra e projeto, conforme as 8 categorias de sustentabilidade, segundo a classificação do GBC Brasil.

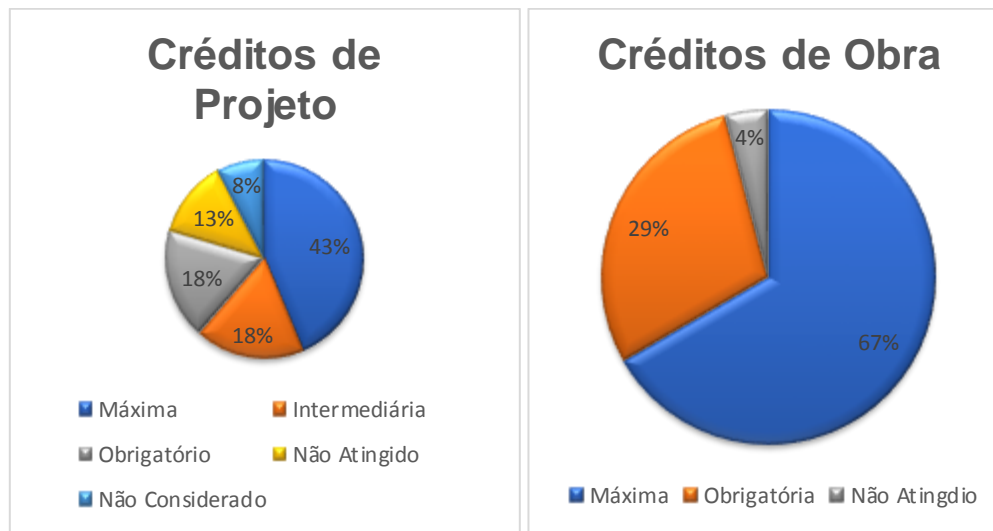
Figura 06– Quantidade de créditos por divisão

Categoria	Referencial GBC Brasil Casa			
	Quantidade de Requisitos			
	Pré-Requisitos	Projeto	Obra	Total
Implantação (IMP)	3	11	2	13
Uso Racional da Água (URA)	2	2	1	3
Energia e Atmosfera (EA)	4	4	6	10
Materiais e Recursos (MR)	2	6	1	7
Qualidade Ambiental Interna (QAI)	2	4	3	7
Requisitos Sociais (RS)	1	1	2	3
Inovação e Projeto (IP)	0	3	2	5
Créditos Regionais (CR)	0	1	0	1
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>49</b>

Fonte: Do Autor, 2017

A partir da figura 07, se elaborou dois gráficos com o impacto dos créditos de obra e projeto, conforme a avaliação recebida e classificada em nota máxima, intermediária, não atingidos e não considerados.

Figuras 07 – Gráficos com a avaliação dos créditos



Fonte: Do autor, 2017

Dos 32 créditos projeto, 47% atingiram a nota máxima, que demonstra que o planejamento integrado entre as áreas foi feito de maneira eficiente, maximizando os resultados que refletirão numa nota mais alta de certificação.

Considerando os créditos de obra, nota-se um resultado excelente, refletindo a presença de planejamento da obra e o cumprimento deste pela equipe de obra. Dos 17 requisitos analisados, 16 deles obtiveram nota máxima, com um percentual de quase 95% dos créditos totais para obra.

Ressaltamos que esses resultados se referem até o último documento disponibilizado pela equipe auditora. A auditoria final para definir o nível de certificação atingida até a presente data não foi realizada, o que não permite neste estudo analisar até a fase final da certificação.

Todavia, o Check-List final realizado até o momento, aponta que a Casa 01 atingiu 89 pontos dos 110 possíveis. Caso o processo de certificação seja finalizado com essa pontuação, a Casa 01 atingirá o nível Platina, o mais alto do Referencial GBC Brasil Casa. A figura 08 apresenta os níveis de certificação e as respectivas quantidade de pontos necessária para atingir cada nível.

Figura 08 – Níveis de certificação – Referencial GBC Brasil Casa



Fonte: *Green Building Council* Brasil, 2016

### 3.2 CRÉDITOS ESTUDADOS E ANALISADOS

Por meio de observações diretas, registros e documentação técnica listada no item 2.4, este estudo contemplou todos os créditos do Referencial GBC Brasil Casa. Considerando o formato de artigo científico, que limitou a apresentação de todos os créditos estudados, optou-se por escolher os mais relevantes das seguintes categorias de sustentabilidade previstas no Referencial GBC Brasil Casa. Os requisitos das seguintes categorias não foram considerados neste estudo: Inovação e Projeto, por não ser esse o foco da pesquisa, Créditos Regionais, pois esses créditos já estão inseridos nas outras categorias. O critério para definir os requisitos a serem discutidos no artigo consistiu em adotar os mais inovadores comparados às técnicas construtivas convencionais. Assim os próximos itens discutem, por categoria de sustentabilidade, alguns dos requisitos considerados no processo de certificação.

### 3.3 – CATEGORIA – IMPLANTAÇÃO

#### 3.3.1 – ADMINISTRAÇÃO DE CANTEIRO

Na página 35 do Referencial, o GBC Brasil pede que “A administração do canteiro vise minimizar os danos ambientais ao edifício, em longo prazo, durante o processo de construção”. O grande desafio para a equipe de execução foi planejar um layout de canteiro que se apresentasse funcional à equipe de obra, para o armazenamento de materiais com contribuições para a otimização do tempo de cada atividade de execução da obra. Para a obra deste estudo, foi elaborado um projeto, específico para o canteiro de obras. Não se observa com frequência a adoção de projeto prévio

para canteiro de obras, ocorrendo em alguns casos a definição dos arranjos físicos apenas in loco.

Á área do terreno, de 1,5 hectares foi um fator facilitador para o projeto do canteiro de obras, permitindo a contemplação de itens de difícil execução de canteiros em terreno de menores dimensões, como um espaço dedicado a lavagem dos pneus dos caminhões que acessavam à obra, evitando assim que eles poluíssem as vias logo após deixarem o local. Observa-se aqui que normas internas do condomínio, onde se localiza o terreno, também exigem que caminhões não deixem os resíduos retidos nos pneus nas ruas internas.

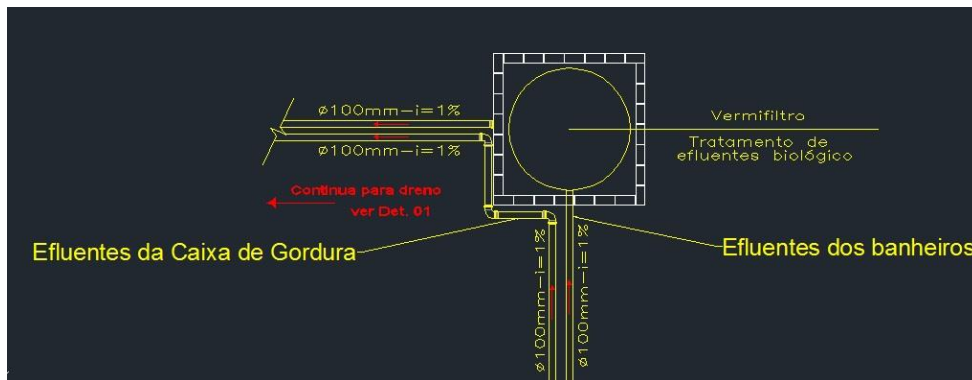
### 3.4 – CATEGORIA - INFRAESTRUTURA DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO

#### 3.4.1 - SISTEMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES

O sistema de tratamento de esgoto da residência possui duas etapas. Existe o tratamento de efluentes biológicos, vindos dos banheiros, onde o volume é direcionado para o Vermifiltro, conforme figura 09.

Esse sistema é de um fornecedor do estado do Rio Grande do Sul, mesmo fabricante do telhado verde utilizado na Casa 01. O tratamento separa a parte sólida da líquida. A parte sólida é digerida por minhocas, deixando somente a parte líquida ser direcionada para a *wetland*, que segundo Sousa (2005), *Wetlands* Construídos são sistemas artificiais que utilizam macrófitas em substratos (como areia, solo ou cascalho), onde ocorre a proliferação de biofilmes que agregam populações variadas de microrganismos que, através de processos biológicos, químicos e físicos, tratam águas residuárias. Primeiramente o efluente passa por um tratamento primário, e posteriormente encaminhado através de uma tubulação à região onde estão as raízes das macrófitas.

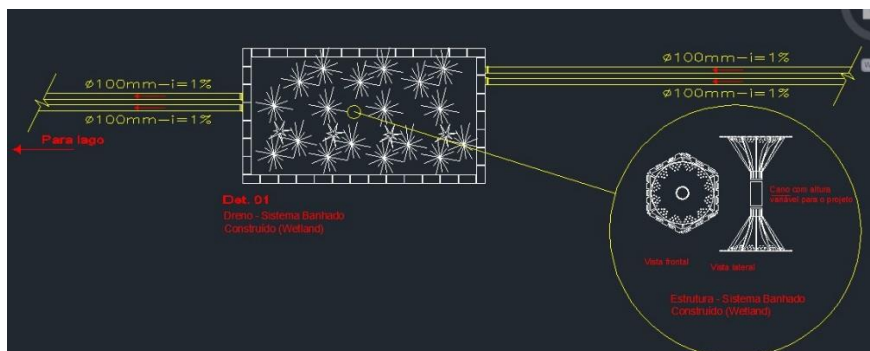
Figura 09 – Projeto do sistema Integrado de esgoto – Vermifiltro



Fonte: Construtora Local, 2017

Conforme figura 10, constata-se que a parte líquida dos efluentes é direcionada para as *wetlands*. Após o tratamento, a água tratada é direcionada para o lago da Casa 01.

Figura 10 - Projeto do sistema Integrado de esgoto – *Wetland*



Fonte: Construtora Local, 2017

### 3.5 - CATEGORIA USO RACIONAL DA ÁGUA

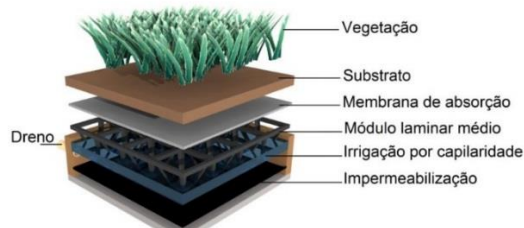
#### 3.5.1 – SISTEMA DE IRRIGAÇÃO EFICIENTE

Toda a captação de água proveniente da chuva ocorre na cobertura. O sistema Laminar Médio, foi o instalado visando uma reserva de água da chuva de aproximadamente 50l/m<sup>2</sup> de área de telhado verde. O crédito prevê uma redução de 35% da demanda de água potável para fins de irrigação, o que foi atingido com a utilização desse sistema. A figura 11 representa o modulo laminar médio, responsável pelo armazenamento da lamina de água e um corte com todas os componentes do sistema.

Figura 11a e 11b – Módulo laminar médio do telhado verde e Esquemático do sistema



o Esquemático Sistema Laminar Médio:

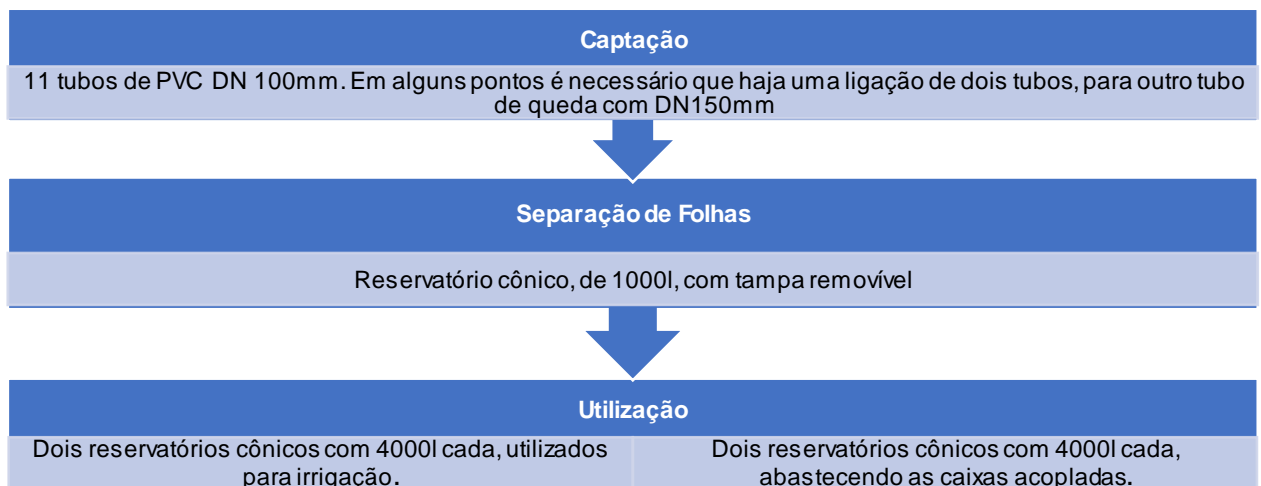


Fonte: Do Autor, 2016

O sistema Laminar Médio exerce uma carga extra de 110kg/m<sup>2</sup>, considerando uma lamina de água de cinco centímetros na laje onde será instalado. A figura 16 esquematiza quais os componentes do telhado verde.

Para o esgotamento das águas pluviais recebidas no telhado verde, se assentou na laje onze pontos de coleta, com tubos de PVC DN 100mm, que conduzem as águas pluviais para o sistema de reservação da residência, onde depois será direcionado para a irrigação, para o lago e para as caixas de descargas acopladas. A figura 12 mostra o fluxo dessa água a partir da coleta no telhado verde

Figura 12 – Fluxo de uso da água pluvial



Fonte: Do autor, 2017

Ressalta-se que nos reservatórios de uso de irrigação, caso haja um volume excedente, ele é direcionado para o lago existente na propriedade. Para os reservatórios que abastecem as caixas acopladas, caso a reservação seja menor do

que um terço volume total, eles serão abastecidos pela água proveniente da concessionária local.

### 3.6 – CATEGORIA - ENERGIA E ATMOSFERA

#### 3.6.1 - DESEMPENHO DE ENVOLTÓRIA

O GBC Brasil descreve esse requisito em seu referencial como “Possuir mínima eficiência da envoltória da edificação, para determinação de sua eficiência, considerando a obrigação de zelar pela eficiência energética das edificações residências, n. 18, do dia 16 de janeiro de 2012, pelo INMETRO – Instituto de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.

Para atendimento deste crédito, a residência deveria ser concebida respeitando todos os pré-requisitos do selo PBE Edifica (Programa Brasileiro de Etiquetagem), atendendo as condições previstas pelo RTQ-R – Regulamento Técnico da Qualidade para os seguintes itens:

- Transmitância Térmica, capacidade térmica e de absorvância solar das superfícies; Ventilação Natural; Iluminação Natural

Para a comprovação destes itens, foi usado o Método da Simulação, utilizando as especificações técnicas descritas no projeto arquitetônico, com a utilização do Software DesignBuilder. Os resultados obtidos pelo método de simulação estão apresentados nas figuras 13,14 e 16

Figura 13 – Índices de Transmitância térmica nos ambientes da residência.

AMBIENTE	SUPERFÍCIE	Absortância Solar	Transmitância Térmica	Capacidade Térmica
		$\alpha$	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ct [kJ/(m <sup>2</sup> K)]
ESTAR/JANTAR/CINEMA	Paredes externas	sem exigência	0,774	157,829
SUÍTE MASTER			0,756	162,579
SUÍTE 01			-	-
SUÍTE 02			0,756	162,579
ESCRITÓRIO			1,647	213,92
DORMITÓRIO SERVIÇO			0,756	157,829
-	Cobertura		1,705	sem exigência

Fonte: Mitsidi, 2016

Figura 14 – Índices de sobre a ventilação e iluminação provenientes das aberturas.

AMBIENTE	ÁREA PISO [m <sup>2</sup> ]	ÁREA JANELA [m <sup>2</sup> ]	% ILUM.	% VENT.	% ÁREA ILUM.	% ÁREA VENT.
ESTAR/JANTAR CINEMA/COZINHA	191,31	65,28	0,75	0,6	81,03%	46,14%
		25,12	0,75	0,6		
		32,96	0,75	0,6		
		30,08	0,9	0		
		14,56	0,75	0,6		
		16,32	0,9	0		
		12,28	0,8	0,45		
SUÍTE MASTER	49,43	23,2	0,75	0,6	116,00%	92,80%
SUÍTE 01	21,82	13,76	0,75	0,6	68,80%	55,04%
SUÍTE 02	21,82	13,76	0,75	0,6	68,80%	55,04%
ESCRITÓRIO	24,54	21,76	0,75	0,6	66,50%	53,20%
DORMITÓRIO SERVIÇO	11,06	2,8	0,75	0,4	18,99%	10,13%
BANHEIRO MASTER	12,98	9,6	0,8	0,45	59,17%	33,28%
BANHEIRO 01	5,98				0,00%	0,00%
BANHEIRO 02	5,98				0,00%	0,00%
BANHO VARANDA	4,24				0,00%	0,00%
BANHEIRO SERVIÇO	3,92	0,7	0,8	0,8	14,29%	14,29%

Fonte: Mitsidi, 2016

A tabela da figura 14 mostra um percentual de 0,00% nos banheiros. Isso ocorre, pois, esses ambientes não foram contemplados com aberturas. Em substituição as aberturas foram instalados equipamentos de iluminação Zenital na cobertura, que proporcionam tanto iluminação quanto ventilação de forma natural, contribuindo também no conforto térmico do ambiente. A figura 15 mostra a solução de projeto para as aberturas zenitais.

Figura 15 – Iluminação zenital



Fonte: Construtora Local, 2016

Figura 16– Índices de sobre a ventilação cruzada.

FACHADA	AMBIENTE	ÁREA JANELA [m <sup>2</sup> ]	TOTAL [m <sup>2</sup> ]	% RELAÇÃO	
OESTE	ESTAR/JANTAR	65,28	87,04	224,20%	
	ESCRITÓRIO	21,76			
OUTRAS		23,2	195,14		
		32,96			
	CINEMA/COZINHA				30,08
					14,56
					16,32
					12,28
	SUÍTE 01	13,76			
	SUÍTE 02	13,76			
	DORMITÓRIO SERVIÇO	2,8			
	BANHEIRO MASTER	9,6			
BANHEIRO SERVIÇO	0,7				

Fonte: Mitsidi, 2016

### 3.6.2 - FONTES DE AQUECIMENTO E PRODUÇÃO DE ENERGIA ALTERNATIVA

Em aproximadamente 90m<sup>2</sup> da laje de cobertura foram instaladas 26 placas fotovoltaicas de captação de energia solar, com dimensões de 2m x 1m, capacidade de produção de 310Wp de energia. Estas placas são para o aquecimento de água e produção de energia elétrica, totalizando uma produção de 15.463 kWh/ano, com uma potência de 16,12 kWp. A carga estimada deste sistema cálculo da laje foi de 20kg/m<sup>2</sup>. A figura 17 mostra as placas fotovoltaicas instaladas.

Figura 17 – Placas fotovoltaicas instaladas na cobertura da residência



Fonte: Do autor, 2017

A empresa responsável pelo fornecimento, instalação e atual manutenção deste sistema, está situada no estado de Santa Catarina e apresenta certificação de sustentabilidade.

Além das placas fotovoltaicas, é necessário se instalar o inversor, que é o equipamento que transforma a energia captada em corrente alternada, que é a

encontrada nas tomadas. Assim que essa transformação de corrente ocorre, a energia é direcionada à caixa de distribuição elétrica, assim o sistema está pronto para oferecer energia para a residência.

O sistema foi dimensionado para gerar 100% da energia que será consumida na residência, porém ainda existem fatores que impedem esse percentual. Segundo a página 67 do Referencial GBC Brasil Casa, esse percentual de energia classifica como Desempenho Exemplar esse requisito, já que o percentual de geração é maior que 90%. Assim que a estimativa de projeto se confirmar, a casa pode gerar inclusive energia em excesso, o que será destinado a rede da concessionária local, e transformado em créditos na concessionária para o proprietário.

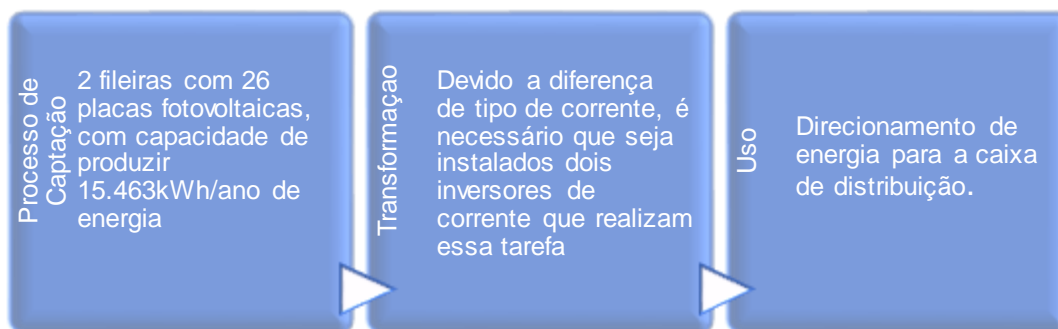
Ressalta-se que por meio de um software que já vem integrado ao sistema solar, o proprietário consegue, a partir de qualquer dispositivo móvel ou computador, monitorar o quanto de energia está sendo produzida, inclusive gerando gráficos e relatórios para análise, o que acaba sendo primordial para atendimento da norma do GBC Brasil.

Para valores de referência de dimensionamento, a equipe técnica utilizou a média do consumo de energia da antiga residência do proprietário, dobrou esse percentual, estimando todos os novos equipamentos na construção nova.

Esse tipo de sistema não pode ser comparado com o aquecimento solar. O aquecimento modifica todo o sistema hidráulico de uma residência, mas não atua no sistema elétrico. Nesse caso específico, a energia gerada abastece os boilers, que armazenam a água quente, usada em alguns pontos da residência.

A figura 18 detalha o processo de geração de energia via captação solar.

Figura 18 – Fluxo de geração de energia



Fonte: Do autor, 2017

### **3.6.3 VIDA ÚTIL DO SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA**

O fornecedor estima que o seu sistema com placas fotovoltaicas tem capacidade de produzir energia por no mínimo 25 anos. Entretanto ao longo de período o mesmo sofre uma degradação devido a exposição constante a raios solares, o que pode implicar numa redução de 0,5% por ano de geração de energia.

Em questão de operação e manutenção, o custo é mínimo, pois assim que o sistema iniciou, todo processo passa a ser automatizado. A limpeza dos painéis acaba sendo realizada pela água da chuva, que remove as impurezas que poderiam diminuir o desempenho dos mesmos.

## **3.7 – CATEGORIA - MATERIAIS E RECURSOS**

### **3.7.1 USO DE MADEIRAS CERTIFICADAS**

Nesse crédito, a casa atingiu nota um de no máximo nota 2. De acordo com a página 76 do Guia Rápido, para tal pontuação a equipe de obra teve de usar 70% da madeira, provisória e/ou definitiva certificada por selos ambientais. Para comprovar tal situação, a figura 19 mostra que a FEPAM – Fundação Ambiental de Proteção Ambiental certificou o fornecedor das madeiras utilizadas em obra. Para obtenção de nota máxima, a equipe de obra deveria ter usado 90% das madeiras certificadas.

## **3.8 – CATEGORIA - QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA**

### **3.8.1 – PROTEÇÃO CONTRA POLUENTES DA GARAGEM**

Dentro da garagem de 81,84m<sup>2</sup>, existem três fatores que praticamente eliminam a existência de partículas que possam prejudicar a saúde dos ocupantes da residência.

Assim que os veículos entram na garagem, automaticamente o sistema de exaustão é acionado, filtrando o ar, conforme ilustrado na figura 20. Da garagem para o interior da casa só existe um acesso através de uma porta com vedação hermética,

com um tipo de borracha que impede a passagem do ar, o portão da garagem é vazado com a aplicação de bambus, possibilitando a entrada e saída de ar.

Esses itens estão descritos na página 89 do Referencial, sendo que o projeto previa mais do que o necessário para atingir a pontuação máxima, pois só o sistema de exaustão garantiria a proteção contra poluentes da garagem.

Figura 20 – Sistema de Exaustão presente na garagem



Fonte: Construtora Local, 2016

### 3.8.2 – CONTROLE DE PARTICULAS CONTAMINANTES

O destaque de inovação presente na residência foi a adição do dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) no concreto utilizado, pois esse componente tem como propriedade a purificação do ar do ambiente. A incidência de raios ultravioletas nas paredes, faz com que as paredes de concreto liberem radicais livres que decompõe partículas poluentes, principalmente o  $\text{CO}_2$ . Pesquisadores da Universidade de Tecnologia de Eindhoven cobriram aproximadamente  $1000\text{m}^2$  de asfalto com esse componente, e realizaram a comparação com os outros  $1000\text{m}^2$  com pavimentação normal. Na área com a adição do componente, foi constatado uma redução entre 25% a 45% do Nitrato de Oxigênio ( $\text{NO}_x$ ), um dos principais poluentes provenientes do sistema de exaustão dos automóveis.

Para comprovação de que o acréscimo do dióxido de titânio não prejudicaria a resistência estimada de projeto do concreto, foram solicitados laudos a concreteira responsável, todavia, esse documento não foi obtido para os resultados da pesquisa.

### 3.9 – CATEGORIA - REQUISITOS SOCIAIS

À página 95 do Referencial GBC Brasil Casa no item “Boas práticas sociais para Projeto e Obra” solicita que pelo menos três itens sejam aplicados sobre os trabalhadores da construção. O mais impactante, é o de educação sobre a gestão dos resíduos da construção.

Durante a fase de construção, foi convidado um engenheiro químico da região, especialista no tema para treinar a equipe de obra quanto aos procedimentos de gestão dos resíduos da construção. A figura 21 mostra um dos momentos de treinamento.

Figura 21 – Treinamento para RCD



Fonte: Construtora Local, 2016

## 4 CONCLUSÃO

A metodologia aplicada neste estudo de caso demonstrou-se eficaz e proporcionou apresentação de resultados para o alcance dos objetivos propostos. Estudou-se o processo de auditoria, elucidando-se quais as responsabilidades de cada parte no processo de certificação. Os resultados revelam que do total de 49 créditos previstos no referencial GBC casa seis créditos não foram contemplados na residência deste estudo de caso, sendo um requisito de obra e cinco requisitos de projeto, evidenciando que é possível construir uma residência de alto padrão com premissas sustentáveis. Os resultados apontam que para a fase de projeto, 13% dos requisitos do referencial GBC Brasil Casa não foram atingidos. Enquanto que para a fase de obra 95% dos requisitos ou créditos previstos no referencial atingiram pontuação

máxima. Mesmo sem a finalização do processo de certificação, até o presente momento, a Casa 01 atingiu 89 pontos dos 110 máximos. Caso o processo de certificação seja finalizado com essa pontuação, a Casa 01 atingirá o nível Platina, o mais alto do Referencial GBC Brasil Casa.

Para estudos futuros sobre atributos de sustentabilidades previstos no Referencial GBC Brasil Casa, sugere-se:

- Análise dos requisitos ou créditos não contemplados neste artigo;
- Determinação da eficácia da produção de energia solar por painéis solares, demonstrando se a energia gerada corresponde a em projeto.
- Aplicar a mesma metodologia de pesquisa em um outro tipo de construção que está em processo de certificação pelo GBC Brasil, comparando-se os resultados.

## 5 REFERÊNCIAS

AGOPYAN, USP **Conference of Engineering**, Disponível em: <<http://www.usp.br/aun/exibir.php?id=4848>>. Acesso em: 19 de setembro 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 15575/2014. **Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios**: procedimento. 2. ed Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

BRUNDTLAND, **Comissão. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: o nosso futuro comum**. Universidade de Oxford. Nova Iorque, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>. Acesso em: 19 agosto 2016

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES; CRIATIVE INFORMAÇÃO INTELIGENTE NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO. **Sustentabilidade**: Tendências na construção brasileira 2015. São Paulo, 2015

ECOTELHADO, **Sistema de tratamento Integrado**, Disponível em: <<https://ecotelhado.com/produto/sistema-integrado-eco ESGOTO/>>, acessado em 19 de setembro de 2017

EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, **Road surface purifies air by removing nitrogen oxides**, disponível em <https://phys.org/wire-news/39867512/road-surface-purifies-air-by-removing-nitrogen-oxides.html>. Acesso em: 05 novembro 2017.

GBC BRASIL, **Check-List Para Novas Construções Residenciais**, Disponível em < <http://www.gbcbrasil.org.br/documentosDownload.php>>. Acesso em: 15 agosto 2016

GBC BRASIL, **Empreendimentos Certificados**, Disponível em:  
<<http://www.gbcbrasil.org.br/graficos-empreendimentos.php>>. Acesso em: 15 agosto 2016

GBC BRASIL, **Guia Prático: Porque e Como Certificar seu Projeto**, Disponível em  
< <http://www.gbcbrasil.org.br/documentosDownload.php>>. Acesso em: 15 agosto 2016

GBC BRASIL, **Guia Rápido: Referencial GBC Brasil Casa**, Disponível em <  
<http://www.gbcbrasil.org.br/documentosDownload.php>>. Acesso em: 15 agosto 2016

MENEZES, Márcia.; MARQUES, Tássia, Sustentabilidade vira aliada da Norma de Desempenho. **Expo GBC**, 2016. Disponível em:  
<<http://www.cimentoitambe.com.br/sustentabilidade-aliada-norma-de-desempenho/>> Acesso em: 17 outubro 2016

SOUSA, José. T.; HAANDEL, ADRIANUS. V. C. Van; CAVALCANTI, Paula. F. F.; FIGUEIREDO, Anna. M. F. **Tratamento de esgoto para uso na agricultura do semi-árido nordestino. Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, n. 3, 2005.