

## **Avaliação da sustentabilidade da Casa Alvorada considerando diferentes sistemas construtivos e utilizando como ferramenta o Selo Casa Azul**

### ***Casa Alvorada sustainability assessment considering different building systems and using as a tool the Seal Casa Azul***

**Juliana Montenegro Matos, Doutoranda do PósArq –UFSC.**

jmontenegro.arq@gmail.com

**Lisiane Ilha Librelotto, Doutora, UFSC.**

lisiane.librelotto@gmail.com

#### **Resumo**

Este artigo apresenta os resultados da avaliação da sustentabilidade da Casa Alvorada, um projeto de habitação social com enfoque na sustentabilidade, desenvolvida pelo Núcleo Orientado Para Inovação da Edificação (NORIE). Foi utilizado como ferramenta de análise o Selo Casa Azul da Caixa econômica Federal (CEF, 2010). Primeiramente considerou-se o projeto original, com vedações em tijolos cerâmicos aparentes e estrutura em concreto armado. Posteriormente, foram atribuídos outros sistemas construtivos de vedação, com as devidas adaptações, no intuito de verificar o impacto que cada um teria na classificação da residência e no orçamento, sendo eles: a) concreto moldado in loco; b) bloco estrutural em concreto; c) *steel frame*; d) *wood frame* e; e) blocos de solo-cimento. Por se tratar de um instrumento recente e ainda pouco testado no âmbito acadêmico, teve-se como objetivo maior estudá-la enquanto ferramenta de auxílio ao projeto capaz de contribuir para a melhoria da qualidade de projetos habitacionais.

**Palavras-chave:** Avaliação de sustentabilidade; sistemas construtivos; Selo Casa Azul

#### **Abstract**

*This article presents the results of the evaluation of the sustainability of Casa Alvorada, a social housing with a focus on sustainability, designed by the Núcleo Orientado Para Inovação da Edificação (NORIE). It was used as an analysis tool the Selo Casa Azul of Caixa Econômica Federal (CEF, 2010). First it was considered the original design, with seals in apparent ceramic brick and reinforced concrete structure. They were later assigned other constructive sealing systems to the same project, in order to check the impact that each one would have on the final classification of the residence and on its budget, as follows: a) concrete cast on site; b) Structural concrete block; c) steel frame; d) wood frame and; e) soil-cement blocks. Considering that this is a recent tool and not thoroughly tested in the academy, the primary objective was to study it as a design support tool so as to contribute to improving the quality of housing projects.*

**Keywords:** Sustainability Assessment, building systems, Selo Casa Azul Caixa.

## 1. Introdução

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu em resposta à discussão em torno da questão ambiental, tendo como definição “aquele que atende às necessidades dos presentes sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades” (CMMAD, 1988). Este conceito foi gradativamente incorporado nas diversas áreas do conhecimento, entre elas, a arquitetura e a construção civil. A partir de então, passou-se a perceber uma resposta mais sensível e efetiva para uma mudança de perspectiva de projeto do ambiente construído, com destaque para a adoção de estratégias de conforto ambiental, eficiência energética e uso mais racional dos recursos naturais. Apesar disso, os impactos relacionados à construção civil ainda são os mais significativos dentre as cadeias produtivas, correspondendo a aproximadamente metade da energia consumida e 70% dos materiais extraídos hoje. (CORBELLA E YANNAS, 2003).

Embora nesse processo de mudança de paradigma tenha-se dado ênfase às questões relacionadas à dimensão ambiental, hoje, é consenso entre os autores da área, que a abordagem relacionada à sustentabilidade arquitetônica deve ser mais ampla, incluindo critérios relacionados às dimensões social e econômica (GONÇALVES & DUARTE, 2006). Esta abordagem abrangente, no entanto, implica em um processo de projeto mais complexo e multidisciplinar, o que, muitas vezes, dificulta a sua incorporação pelo mercado. De acordo com Veloso (2013), há uma grande disposição dos projetistas em incrementar a qualidade (principalmente ambiental) de suas obras. Boa parte dos arquitetos contemporâneos inclusive justifica seus projetos sob aspectos relacionados à sustentabilidade. Por outro lado, muitas vezes estes termos são empregados arbitrariamente ou apenas com enfoque na valorização mercadológica, sem que de fato reflitam um desempenho superior.

Uma das formas de aproximar os projetistas inseridos no mercado de trabalho aos aportes teóricos da sustentabilidade é o fornecimento de ferramentas que os auxiliem em suas decisões projetuais. Os sistemas para avaliação da sustentabilidade podem servir a este propósito, embora a maioria dos métodos existentes sejam voltados exclusivamente para a dimensão ambiental. Segundo Santos e Souza (2008), estas ferramentas podem existir na forma de códigos, tais como, guias, normas, leis, protocolos, provisões, recomendações e regulamentos ou na forma de classificações, como as certificações e sistemas de etiquetagem (BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method, GBTool - Green Building Challenge, LEED - Leadership in Energy and Environmental Design e HQE - NF Bâtiments Tertiaires: Démarche HQE® Bureau ET Enseignement).

Nos últimos anos o Brasil tem avançado no desenvolvimento destas ferramentas. Além de adaptar métodos de avaliação ambiental estrangeiros como o LEED e o HQE (este deu origem ao método Aqua), foram desenvolvidos o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) em 2009 e o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R) em 2010 (voltados especificamente para a eficiência energética); e o Selo Casa Azul Caixa lançado em 2010, voltado para empreendimentos residenciais. Este último foi desenvolvido especificamente para o contexto brasileiro, a partir de uma iniciativa conjunta entre a Caixa Econômica Federal, a Universidade Federal de Santa Catarina, a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e Universidade Estadual de Campinas.

Diferentemente dos demais métodos citados, este inclui parâmetros para avaliação social, além de critérios ambientais.

Se faz necessário, no entanto, que os profissionais da área estejam familiarizados com estas ferramentas, bem como com as estratégias projetuais específicas para a realidade local, evitando a cópia de soluções inadequadas (SANTOS & SOUZA, 2008). O presente artigo visa contribuir nesse sentido, na medida em que introduz o tema a estudantes de graduação e avalia e compara diferentes sistemas construtivos em relação à sustentabilidade.

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos a partir do trabalho realizado junto aos discentes da disciplina Tecnologia da Edificação IV (ARQ5664) do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina no semestre 2015.1, na qual a primeira autora, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, fez o seu estágio em docência, tendo a segunda autora como professora da disciplina.

A disciplina tem como enfoque os materiais, equipamentos, técnicas construtivas em instalações e acabamentos, discriminações, quantificação, custos, orçamentos e cronogramas de obras. O tema da tese a ser desenvolvida no referido doutorado, por sua vez, tem como objeto de estudo a sustentabilidade em edificações. Buscando integrar os dois temas, o trabalho proposto aos alunos teve como objetivo analisar o rebatimento da utilização de diferentes sistemas construtivos na quantificação e orçamentação de materiais, bem como no nível de sustentabilidade em uma habitação de interesse social, utilizando como ferramenta o Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal (CEF, 2010).

## **2. O Projeto Alvorada**

A edificação selecionada para a realização do estudo foi a “Casa Alvorada”, um modelo de habitação unifamiliar de interesse social desenvolvido a partir de ideias constantes em propostas premiadas no Concurso Internacional de Ideias de Projeto, apoiado pela ANTAC e pela PLEA 95, Design Ideas Competition Sustainable Housing for Poor. Desenvolvida por uma equipe composta por alunos e professores do NORIE (Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), idealizou um projeto de habitação de baixo custo e baixo impacto ambiental para a cidade de Alvorada, atendendo a uma demanda estabelecida em um convênio firmado com a Prefeitura desse município (SATTLER, 2007).

Esse processo, posteriormente, passou a integrar um trabalho maior, de desenvolvimento do projeto de pesquisa CETHS (Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis), financiado pela FINEP e pela Caixa Econômica Federal, visando o desenvolvimento de um projeto executivo para um conjunto habitacional para a cidade de Nova Hartz, RS, tendo em vista a desistência do poder municipal de Alvorada. A edificação em questão, com 50,51m<sup>2</sup> de área construída e 44,17m<sup>2</sup> de área útil, possui dois dormitórios, sala e cozinha conjugados, banheiro, área de serviço e varanda.

A casa foi projetada com vedações em tijolos cerâmicos maciços de produção local e estrutura em concreto armado. Foram utilizados materiais reciclados em vários de seus componentes como na fundação (blocos de granito) e isolamento do telhado (chapas

metálicas residuais de gráficas), além de argamassas, rejantes e tratamento para madeira alternativos e atóxicos produzidos in loco (KUNH, 2007). Além dessas, destacam-se diversas estratégias de sustentabilidade como o reaproveitamento de águas pluviais, o aquecimento solar da água, a utilização da vegetação para melhoramento do desempenho térmico, a previsão de hortas e composteiras, entre outras (figura 1).



**Figura 1: maquete eletrônica do Protótipo Alvorada. Fonte: Kuhn, 2006.**

Foram realizados alguns estudos para a implantação do empreendimento, a princípio no município de Alvorada e, posteriormente, em Nova Hartz. Os primeiros estudos incluíam estratégias de qualificação urbanística do empreendimento como o todo, que foram reduzidas na implantação final. Foram construídas oito casas conforme o projeto e poucas medidas referentes à implantação foram realmente executadas (Figura 2).



**Figura 2: implantação final proposta para o município de Nova Hartz/RS. Fonte: Kuhn, 2006.**

### 3. O Método

#### 3.1 Seleção do projeto e dos sistemas construtivos

A escolha da Casa Alvorada foi feita a partir de um levantamento prévio feito pelas autoras entre diversos empreendimentos habitacionais de interesse social projetados com enfoque na sustentabilidade. A escolha se deu em função das estratégias empregadas para assegurar a sustentabilidade habitacional. Esperava-se, assim, que as avaliações resultassem em uma classificação mais alta do nível de sustentabilidade. Os alunos da disciplina foram, então, divididos em grupos e foram escolhidos os sistemas de vedação. A escolha dos sistemas de vedação foi resultado de outra pesquisa, conduzida em caráter de iniciação científica, que busca avaliar os sistemas construtivos para a construção de edificações HIS. Um dos grupos permaneceu com o sistema original para fins de comparação. Cada grupo deveria seguir o projeto original na medida do possível, fazendo as alterações mínimas para adaptar à modulação dos novos sistemas.

O trabalho final da disciplina deveria ser constituído pelo memorial descritivo, planilhas de quantitativos, discriminação orçamentária, curva ABC Global e relatório referente ao atendimento dos critérios de avaliação do Selo Casa Azul, conforme a NBR 12721/1992, manual Selo Casa Azul – Boa Práticas para Habitação Mais Sustentável (CEF, 2010), bem como os demais conteúdo ministrado em aulas. O objetivo foi proporcionar a compreensão, de forma integrada, das relações entre os diversos sistemas que compõe a edificação e a relação entre os materiais empregados e os custos da obra, sobretudo aqueles relacionados ao emprego de estratégias de sustentabilidade, bem como introduzir o método proposto pelo Selo Casa Azul.

### **3.2 O método do Selo Casa Azul**

O Selo Casa Azul é uma certificação para a classificação socioambiental de projetos habitacionais. Diferencia-se dos demais sistemas em uso no Brasil por ter sido concebido especificamente para essa realidade, considerando aspectos regionais. Tem como objetivo reconhecer empreendimentos que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção, proporcionando autonomia e estimulando as responsabilidades do empreendedor, além de valorizar soluções para resultados efetivos, respeitando as especificidades de cada projeto e local (CEF, 2010).

O selo exige como pré-requisitos, o atendimento às regras dos programas operacionalizados pela CAIXA de acordo com a linha de financiamento ou produto de repasse; a apresentação dos documentos obrigatórios à legalização do empreendimento nas prefeituras; o atendimento às regras da Ação Madeira Legal; o atendimento à NBR 9050 e ao percentual mínimo de unidades habitacionais adaptadas, conforme legislação municipal ou estadual e o atendimento às normas técnicas vigentes.

O método utilizado pela CAIXA para a concessão do Selo consiste em verificar, durante a análise de viabilidade técnica, o atendimento aos critérios estabelecidos pelo instrumento. A adequação da execução é feita através de vistorias durante a execução, podendo haver penalidades quando não atendido os requisitos (CEF, 2010). São 53 critérios no total divididos em 6 categorias, sendo 19 critérios obrigatórios. O atendimento aos itens obrigatórios resulta na classificação no nível bronze. Ao atender mais seis critérios, classifica-se no nível prata e mais 12, no nível ouro. Os critérios não obrigatórios não são de livre escolha (Figura 3).



Figura 3: Categorias de análise e níveis de classificação do Selo Casa Azul. Fonte: CEF, 2010.

## 4. Resultados

Neste item serão apresentados os resultados da avaliação do empreendimento, de acordo com as categorias de análise do Selo. Segundo o método, os itens devem ser demonstrados através do projeto arquitetônico e memoriais. Não foram analisados os critérios relacionados à categoria Práticas Sociais devido à indisponibilidade de informações.

### 4.1 Qualidade urbana

Esta categoria possui cinco critérios de análise, sendo dois obrigatórios. O primeiro, Qualidade do Entorno – Infraestrutura, avalia a disponibilidade de infraestrutura básica e a proximidade com equipamentos urbanos. Por estar localizado fora do perímetro urbano, o empreendimento não atende à maioria das distâncias mínimas exigidas em relação a equipamentos urbanos (escola, equipamento de lazer, comercio e equipamento de saúde). O segundo critério, Qualidade do Entorno – Impactos, estabelece a distância mínima de 2,5km para fatores prejudiciais à saúde, como rodovias, indústrias, ETEs e aterros sanitários. O item não foi atendido devido à proximidade com BR101 (Figura 4).

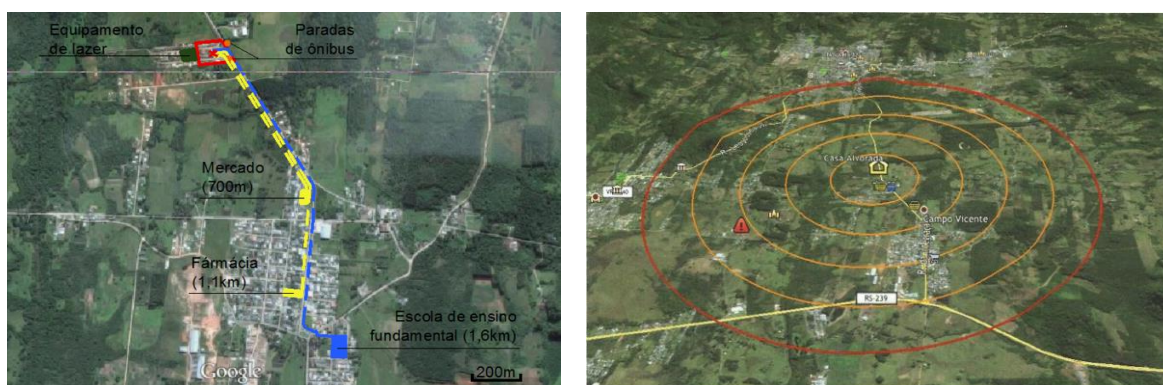


Figura 4: Análise da proximidade de equipamentos urbanos e de fontes geradoras de impactos sobre foto aérea de Nova Hartz. Fonte: Elaboração dos autores.

Os demais critérios: Melhorias no Entorno, Recuperação de Áreas Degradadas e Reabilitação de Imóveis (edifícios ou vazios urbanos) não são obrigatórios e tampouco foram atendidos, pois não foram previstas iniciativas neste sentido. Ressalta-se que a visão da sustentabilidade aplicada aos edifícios vêm sofrendo evoluções e que talvez, este argumento aliado às condições políticas de implementação do empreendimento Alvorada tenham levado ao não atendimento destes itens (na época de proposição do empreendimento, o Selo Azul não existia).

## **1.1 Projeto e Conforto**

Esta segunda categoria possui onze critérios. O primeiro, de caráter obrigatório, diz respeito à utilização do paisagismo para melhoramento do desempenho térmico da edificação e foi considerado atendido, já que há a presença de pergolados com plantas e árvores para sombreamento da edificação (Figura 1).

O critério flexibilidade de projeto, também foi considerado atendido, já que no projeto foi prevista a ampliação futura para adição de um ambiente para atividades comerciais. O terceiro critério, relação com a vizinhança, diz respeito à adoção de medidas que minimizem os impactos negativos do empreendimento sobre a vizinhança. Apesar de não terem sido previstas estratégias específicas nesse sentido, como o empreendimento está numa área isolada, não se verificam tais impactos em relação ao entorno.

O critério seguinte, Solução Alternativa de Transporte, também foi considerado atendido, já que o projeto conta com ciclovias e possui paradas de ônibus nas proximidades. O critério obrigatório Local Para Coleta Seletiva não foi atendido, pois não foi prevista nenhum ambiente para separação de recicláveis. Já o critério Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos, também obrigatório, foi considerado atendido, devido à existência de praça com quadra, playground e espaço para educação ambiental.

No que se refere ao critério obrigatório Desempenho Térmico – Vedações, os sistemas construtivos estudados foram analisados de acordo com as exigências do Selo para a Zona Bioclimática 2, onde o Projeto Alvorada foi executado. O Selo segue as especificações para vedações externas e cobertura da NBR 15575 sendo, para vedações externas: transmitância térmica ( $U \leq 2,5$ ; capacidade térmica ( $CT) = \geq 130$ ; e para cobertura:  $U \leq 2,30$ . Foi considerada a mesma cobertura para todos os casos, composta por telhas cerâmicas, colchão de ar, placa metálica de off-set (reciclada da indústria gráfica) e forro em madeira cedrinho vermelho. O valor da transmitância térmica adotado para a cobertura foi de  $1,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , de acordo com o estudo feito por Morello (2005), atendendo ao valor máximo exigido.

Os dados termofísicos adotados para os sistemas construtivos de vedação estudados foram obtidos a partir do próprio Selo Casa Azul, quando existentes, ou de outras pesquisas. Estes dados são apresentados na Tabela 1, juntamente das respectivas fontes. No caso do sistema original em tijolos cerâmicos maciços, foram considerados dois valores, um referente às paredes com reboco interno e o outro, às paredes sem reboco existentes no projeto. Nos sistemas em Steel e Wood Frame, bem como no sistema composto por blocos estruturais em concreto, foram adotadas faixas de valores para transmitância e capacidade térmica em função das diferentes composições de isolamento e acabamento analisadas nas pesquisas consultadas. Observa-se que, dos sistemas analisados, apenas o Steel Frame

atendeu a ambas as exigências para transmitância e capacidade térmica. Outra opção adequada, segundo o selo, seria a parede externa em tijolos de furados com argamassa e pintura externas e internas. Ainda referente a esse critério, o percentual mínimo de abertura para ventilação e iluminação de 7% na sala, cozinha e dormitórios (após última alteração do Selo) foi devidamente atendido.

O critério seguinte, Desempenho Térmico – Orientação a Sol e Ventos (obrigatório), também foi alterado recentemente, ficando exigido para a ZB2 apenas a inexistência de ambientes de permanência prolongada voltados para a face Sul. Embora os primeiros estudos, ainda para o município de Alvorada, tenham previsto uma implantação cujas residências fossem orientadas de forma semelhante, no projeto de implantação para o município de Nova Hartz, em questão, houve o rebatimento de unidades, fazendo com que parte das casas tivessem a abertura da sala voltada para o Sul, não atendendo, portanto, a este item.

O critério Iluminação Natural de Áreas Comuns não se aplica, pois se refere à habitações multifamiliares. Já o critério Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros não foi atendido pois o percentual de abertura nesse ambiente ficou abaixo dos 12,5% exigidos. O último critério dessa categoria, Adequação às Condições Físicas do Terreno, foi considerado atendido, pois o projeto não previu grandes movimentações de terra.

Sistema construtivo da vedação externa	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	CT [KJ/m <sup>2</sup> K]	Fonte
Tijolos cerâmicos maciços	<b>3,13 ou 3,7</b>	149,0 a 255,0	UFSC, 2011
Concreto moldado <i>in loco</i>	<b>4,4</b>	149,0	UFSC, 2011
<i>Steel Frame</i> com camada em material isolante	0,59 a 1,72	135,23 a 142,27	Palácio, 2013
<i>Wood Frame</i> com camada em material isolante e/ou câmara de ar	0,75 a 1,55	<b>21,0 a 55,0</b>	Giglio, 2005
Painéis em PVC preenchidos com concreto	<b>4,34</b>	249	Lopes, Goulart e Lamberts, 2010
Tijolos em solo-cimento aparentes	<b>2,77</b>	162,2	Ferreira, 2003
Bloco estrutural em concreto	<b>2,7 a 2,95</b>	157 a 2,95	UFSC, 2011

**Tabela 1 – Dados termossísicos adotados para os sistemas construtivos estudados. Fonte: UFSC, 2011; Palácio, 2013; Giglio, 2005; Lopes *et al*, 2010 e Ferreira, 2013.**

## 1.2 Eficiência energética

O critério Lâmpadas de Baixo Consumo – Áreas Privativas foi considerado atendido pois há projeto de iluminação artificial com especificação lâmpadas capazes de reduzir de 10 a 15% o consumo de energia (SATTLER, 2007). Já o critério seguinte, Dispositivos Economizadores – Áreas Comuns, é obrigatório mas não foi atendido, pois não foi feita a previsão de sensores, minuteiras ou lâmpadas eficientes nestas áreas.

Quanto ao critério Sistema de Aquecimento Solar, apesar de ter sido previsto equipamento para aquecimento solar de água, foi considerado não atendido, pois o mesmo não obedece a todas as especificações exigidas.

Os critérios Sistema de Aquecimentos a Gás, Eletrodomésticos Eficientes e Fontes Alternativas de Energia não foram considerados atendidos, pois não houve previsão de equipamentos necessários para tal. Já os critérios Elevadores Eficientes e Medição



Individualizada - Gás não se aplicam, pois, o empreendimento é horizontal e o fornecimento de gás é apenas para cocção e através de botijões individuais.

### **1.3 Conservação de recursos materiais**

O primeiro critério dessa categoria é Coordenação Modular, que foi considerado atendido tanto para o sistema construtivo original, cujo projeto adotou medidas múltiplas das medidas do tijolo utilizado, quanto para os demais métodos selecionados, considerando que os alunos fizeram os devidos ajustes nas medidas do para adequação.

Quanto ao segundo critério, Qualidade de Materiais e Componentes, apenas o grupo que trabalhou com o Steel Frame conseguiu especificar no memorial descritivo produtos fabricados por três empresas classificadas como “qualificadas” pelo Ministério das Cidades no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Hábitat (PBQP-H), conforme exigido.

O critério Componentes Industrializados ou Pré-fabricados foi considerado atendido apenas para os sistemas Steel Frame, Wood Frame e Concreto moldado in loco. O critério Formas e Escoras Reutilizados, por sua vez, não foi considerado atendido para o sistema original, já que não havia especificação quanto a esses elementos no projeto original. O critério foi considerado atendido para os demais sistemas.

Os critérios Gestão de Resíduos de Construção e Demolição; Concreto em Dosagem Otimizada e Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CPIV) foram considerados não atendidos para o sistema original em tijolos maciços, já que não foram feitas especificações que atendessem às exigências desses critérios, e considerados atendidos para os demais sistemas, pois foi considerado que em uma situação hipotética, essas especificações poderiam ser consideradas. Os critérios Madeira Plantada ou Certificada e Facilidade de Manutenção da fachada foram considerados atendidos para todos os sistemas, inclusive o original, face especificações em projeto.

### **1.4 Gestão da água**

No que se refere a essa categoria, foram considerados atendidos os seguintes itens mediante previsão em projeto: Medição Individualizada Água (obrigatório); Aproveitamento de Águas Pluviais, pois há projeto de sistema de captação de água da chuva com telhado, calhas e reservatórios; e Áreas Permeáveis, já que o empreendimento dispõe de área não pavimentada em um percentual muito acima dos 10% a mais exigido pelo Selo em relação às exigências da legislação local.

Já os critérios Dispositivos Economizadores – Bacia Sanitária; Dispositivos Economizadores – Arejadores; Dispositivos Economizadores – Registro Regulador da Vazão; Retenção de Águas Pluviais e Infiltração de Águas Pluviais, foram considerados não atendidos pois não se verificou a especificação de tais equipamentos, nem do projeto de reservatório para águas pluviais com escoamento para o sistema de drenagem urbano e com sistema de infiltração natural no projeto.

A Tabela 2, abaixo, apresenta um quadro resumo dos critérios de avaliação do Selo Casa Azul agrupados por categoria, indicando quais foram ou não atendidos para o sistema construtivo original. Observa-se que, dos 16 critérios obrigatórios relacionados às categorias da dimensão ambiental, apenas quatro foram contemplados e dos 42 critérios referentes a estas categorias, apenas 13 foram atendidos.

A categoria Qualidade Urbana foi a mais comprometida, sem nenhum critério atendido. De fato, a implantação do empreendimento se deu em uma região fora do perímetro urbano e sem intenções de melhoria do entorno. Já as questões relacionadas ao conforto ambiental, foram profundamente estudadas no projeto, conforme explica Sattler (2007) e, inclusive, foram alvo de diversos estudos acadêmicos posteriores que atestaram o seu desempenho elevado. A maioria desses estudos, no entanto, se refere ao protótipo da Casa Alvorada construído no Campus da UFRGS. Já na implantação em Nova Hartz, as modificações adotadas comprometeram o atendimento a esses critérios.

Observou-se que as categorias Eficiência Energética, Conservação de Recursos Materiais e Gestão da Água, por sua vez, poderiam ter sido melhor atendidas mediante a especificação de equipamentos relativamente acessíveis. É importante ressaltar, no entanto, que esse projeto foi desenvolvido no final da década de 1990 e de lá para cá os conceitos e tecnologias evoluíram consideravelmente.

### **1.1 Considerações sobre a sustentabilidade econômica**

Conforme visto anteriormente, o sistema em Steel Frame foi o único que atendeu aos requisitos de desempenho térmico, poder-se-ia concluir que esta seria a melhor opção dentre as estudadas. As análises orçamentárias, no entanto, indicaram que este sistema teria um custo mais elevado em comparação aos demais, com mais de 40 mil reais de diferença em relação à opção mais econômica (*wood frame*) (Figura 5). Apesar de não existir uma categoria específica para avaliação das questões econômicas, é importante ressaltar que numa situação prática, esse seria um fator primordial. Cabe destacar ainda que o orçamento foi realizado tendo-se como base a cotação de fornecedores regionais. Tanto a cotação quanto a disponibilidade do produto na região são itens que influenciam na avaliação do custo de construção.

## **2. Considerações Finais**

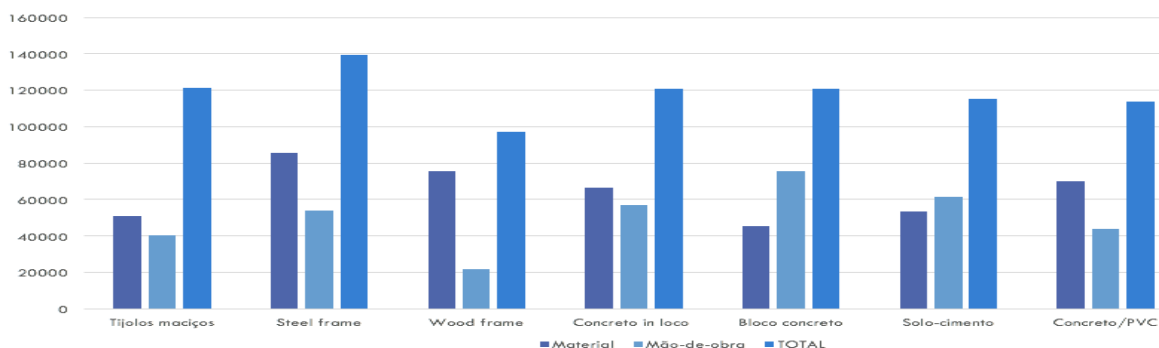
A tema sustentabilidade exige uma abordagem abrangente, tornando o processo de projeto mais complexo. Na maioria das vezes, percebe-se a ênfase em determinados aspectos em detrimento a outros, como no caso do estudo em questão. Apesar de ter sido concebido com enfoque na sustentabilidade, o Projeto Alvorada não obteria nem a classificação bronze do Selo Casa Azul.

Os resultados obtidos demonstram o potencial de utilização dos sistemas de certificação, como o Selo Casa Azul, enquanto ferramenta de auxílio ao projeto, para impulsionar uma visão mais abrangente e completa da sustentabilidade.

A experiência do estágio docente foi extremamente positiva na medida em que introduziu o tema sustentabilidade aos alunos em um contexto prático, onde foi possível verificar o rebatimento da adoção de estratégias de sustentabilidade na questão orçamentária, além de promover a familiarização com Selo.

1. QUALIDADE URBANA		BRONZE	4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS		BRONZE
1.1	Qualidade do Entorno - Infraestrutura	obrigatório	4.5	Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	obrigatório
1.2	Qualidade do Entorno - Impactos	obrigatório	4.6	Concreto com Dosagem Otimizada	
1.3	Melhorias no Entorno		4.7	Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)	
1.4	Recuperação de Áreas Degradadas		4.8	Pavimentação com RCD	
1.5	Reabilitação de Imóveis		4.9	Facilidade de Manutenção da Fachada	
2. PROJETO E CONFORTO			4.10	Madeira Plantada ou Certificada	
2.1	Paisagismo	obrigatório	5. GESTÃO DA ÁGUA		
2.2	Flexibilidade de Projeto		5.1	Medição Individualizada - Água	obrigatório
2.3	Relação com a Vizinhança		5.2	Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	obrigatório
2.4	Solução Alternativa de Transporte		5.3	Dispositivos Economizadores - Arejadores	
2.5	Local para Coleta Seletiva	obrigatório	5.4	Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão	
2.6	Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	obrigatório	5.5	Aproveitamento de Águas Pluviais	
2.7	Desempenho Térmico - Vedações	obrigatório	5.6	Retenção de Águas Pluviais	
2.8	Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	obrigatório	5.7	Infiltração de Águas Pluviais	
2.9	Iluminação Natural de Áreas Comuns		5.8	Áreas Permeáveis	obrigatório
2.10	Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros		6. PRÁTICAS SOCIAIS		
2.11	Adequação às Condições Físicas do Terreno		6.1	Educação para a Gestão de RCD	obrigatório
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			6.2	Educação Ambiental dos Empregados	obrigatório
3.1	Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	obrigatório p/ HIS - até 3 s.m.	6.3	Desenvolvimento Pessoal dos Empregados	
3.2	Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	obrigatório	6.4	Capacitação Profissional dos Empregados	
3.3	Sistema de Aquecimento Solar		6.5	Inclusão de trabalhadores locais	
3.4	Sistemas de Aquecimento à Gás		6.6	Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto	
3.5	Medição Individualizada - Gás	obrigatório	6.7	Orientação aos Moradores	obrigatório
3.6	Elevadores Eficientes		6.8	Educação Ambiental dos Moradores	
3.7	Eletrodomésticos Eficientes		6.9	Capacitação para Gestão do Empreendimento	
3.8	Fontes Alternativas de Energia		6.10	Ações para Mitigação de Riscos Sociais	
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			6.11	Ações para a Geração de Emprego e Renda	
4.1	Coordenação Modular				
4.2	Qualidade de Materiais e Componentes	obrigatório			
4.3	Componentes Industrializados ou Pré-fabricados				
4.4	Formas e Escoras Reutilizáveis	obrigatório			

**TABELA 2 – Critérios de avaliação do Selo, com indicação na cor verde dos itens atendidos pelo sistema construtivo original. Em vermelho critérios não atingidos ou não avaliados. O item práticas sócias não foi considerado nesta avaliação. Fonte - Elaboração das autoras (2015).**



**FIGURA 5 – Comparação dos custos entre os sistemas construtivos estudados. Fonte - Elaboração das autoras com base nos trabalhos entregues na disciplina em questão (2015).**

## Referências

CMMAD. **Nosso Futuro Comum**: relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

FERREIRA, R. C. **Desempenho físico-mecânico e propriedades termofísicas de tijolos e minipainéis de terra crua tratada com aditivos químicos**. 204 f. Tese (Doutorado em Construções Rurais) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

GIGLIO, T. G. F. **Avaliação do desempenho térmico de painéis de vedação em madeira para o clima de Londrina – PR**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

GONÇALVES, J.C. S.; DUARTE, D.H.S. (2006) **Arquitetura Sustentável**: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino.

KUHN, E. A. **Avaliação Ambiental do Protótipo de Habitação de Interesse Social Alvorada**. 2006. 187p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

LOPES, T.; GOULART, S.; LAMBERTS, R. **Desempenho térmico de habitações de interesse social com diferentes sistemas construtivos em Santa Catarina**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. Anais... Canela: ANTAC, 2010.

MORISHITA, C. et al. **Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes e Coberturas** (v.5). Florianópolis: UFSC, 2011.

PALACIO, C. D. U. **Energia incorporada de vedações para habitações de interesse social considerando-se o desempenho térmico**: Estudo de caso com utilização do Light steel frame no entorno do DF. 2013. 123p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Brasília.

SATTLER, M. A. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis**: a Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis. Coleção Habitare, v. 8. 488 p. Porto Alegre, ANTAC, 2007. Disponível em: <http://www.habitare.org.br>

Selo Casa Azul: **Boas práticas para habitação mais sustentável**. Coordenadores Vanderley Moacyr John, Racine Tadeu Araújo Prado. São Paulo: Páginas & Letras. Editora e Gráfica, 2010. Disponível em: [http://downloads.caixa.gov.br/\\_arquivos/desenvolvimento\\_urbano/gestao\\_ambiental/SELO\\_CASA\\_AZUL\\_CAIXA\\_versaoweb.pdf](http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/desenvolvimento_urbano/gestao_ambiental/SELO_CASA_AZUL_CAIXA_versaoweb.pdf)

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

SANTOS, I. G.; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de. **Revisão de regulamentações em eficiência energética**: uma atualização das últimas décadas. Revista Forum Patrimônio. UFMG. 2008. Disponível em: [http://www.forumpatrimonio.com.br/view\\_abstract.php?articleID=109&modo=1](http://www.forumpatrimonio.com.br/view_abstract.php?articleID=109&modo=1). Acesso em agosto 04 jul. 2010.