

**Desempenho energético em unidades habitacionais de interesse social
certificadas pelo Selo Casa Azul: Caso do edifício HAB 2**

*Energy performance in low-income housing units certified by the selo casa azul: Case of
HAB 2 building.*

*Rendimiento energético en unidades de vivienda social certificadas por el sello azul:
Caso del edificio HAB 2*

Henriette da Silva Perbeils

Mestranda, UFRJ, Brasil
henriperbeils@hotmail.com



RESUMO

O Selo Casa Azul da Caixa econômica tem sido uma ferramenta importante na produção de habitação de interesse social sustentável, desde a sua criação em 2010, já certificou diversos empreendimentos voltados para habitação social em diferentes regiões do Brasil. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo a análise do desempenho energético que o selo pode atribuir a unidades habitacionais de um edifício destinado a habitação popular. O empreendimento escolhido é o edifício HAB 2, situado na comunidade do Morro da Babilônia, Rio de Janeiro, Brasil. Foi um dos resultados do programa Morar Carioca verde realizado na comunidade, e ganhou o Selo Casa Azul em nível ouro, tornando-se o primeiro empreendimento voltado para habitação popular a conquistar uma certificação ambiental, na cidade do Rio de Janeiro. Para analisar o desempenho energético, foram selecionadas duas unidades habitacionais do edifício, localizadas em condições mais desfavoráveis em termos de orientação solar das fachadas. Para avaliação, foi utilizado o método prescritivo RTQ-R do Procel. Os dados referentes aos resultados são sistematizados e apresentados em tabelas. Por meio deles, comprovou-se que as duas unidades habitacionais avaliadas obtiveram bom desempenho energético, atingindo o nível B de eficiência energética. Realizou-se também, de forma complementar, uma análise dos critérios alcançados pelo edifício HAB 2, visando detectar a distribuição da pontuação obtida nas categorias do Selo. Os resultados são expostos em gráficos e tabelas e revelam que o empreendimento contemplou todas as categorias estabelecidas, adotando inclusive a energia solar para aquecimento da água, na categoria de eficiência energética.

PALAVRAS-CHAVE: Certificações ambientais. Eficiência energética. Selo Casa Azul.

ABSTRACT

The certification Selo Casa Azul of the Caixa Economica bank has been an important tool in the production of sustainable low-income housing. Since its creation in 2010, it has already certified several projects about low-income housing in different regions of Brazil. This article aims to analyze the energy performance that the seal can attribute to housing units of a building intended for popular housing. The chosen building is the HAB 2 building and is located in the community of Morro da Babilônia, Rio de Janeiro, Brazil. It was one of the results of the Morar Carioca Verde program held in the community, and won the Selo Casa Azul on a gold level, becoming the first project aimed at popular housing to obtain an environmental certification in the city of Rio de Janeiro. In order to analyze the energy performance, two housing units were selected, located under the most unfavorable conditions in terms of solar orientation of the facades. Procel RTQ-R prescriptive method was used for evaluation. Data on the results are systematized and presented in tables. By means of them, it was verified that the two housing units evaluated obtained good energy performance, reaching the level B of energy efficiency. In addition, an analysis of the criteria achieved by the HAB 2 building was carried out, in order to detect the distribution of the score obtained in the categories of the Selo casa Azul. The results are shown in graphs and tables and reveal that the project contemplated all the established categories, including adopting solar energy for water heating, in the category of energy efficiency.

KEYWORDS: Environmental certifications. Energy performance. Selo Casa Azul.

RESUMEN

El Sello Casa Azul de la Caja económica ha sido una herramienta importante en la producción de vivienda de interés social sustentable, desde su creación en 2010, ya certificó diversos emprendimientos dirigidos a la vivienda social en diferentes regiones de Brasil. En este contexto, este artículo tiene como objetivo el análisis del desempeño energético que el sello puede atribuir a unidades habitacionales de un edificio destinado a la vivienda popular. El emprendimiento elegido es el edificio HAB 2 y se sitúa en la comunidad del Morro de Babilonia, Río de Janeiro, Brasil. Fue uno de los resultados del programa Morar Carioca verde realizado en la comunidad, y ganó el Sello Casa Azul a nivel oro, convirtiéndose en el primer emprendimiento volcado para vivienda popular a conquistar una certificación ambiental en la ciudad de Río de Janeiro. Para analizar el desempeño energético, fueron seleccionadas dos unidades habitacionales del edificio, localizadas en condiciones más desfavorables en términos de orientación solar de las fachadas. Para la evaluación se utilizó el método prescritivo RTQ-R de Procel. Los datos referentes a los resultados son sistematizados y presentados en tablas. Por medio de ellos, se comprobó que las dos unidades habitacionales evaluadas obtuvieron buen desempeño energético, alcanzando el nivel B de eficiencia energética. Se realizó también, de forma complementaria, un análisis de los criterios alcanzados por el edificio HAB 2, buscando detectar la distribución de la puntuación obtenida en las categorías del Sello. Los resultados se exponen en gráficos y tablas y

revelan que el emprendimiento contempló todas las categorías establecidas, adoptando incluso la energía solar para calefacción del agua, en la categoría de eficiencia energética.

PALABRAS CLAVE: *Certificaciones ambientales. Eficiencia energética. Sello Casa Azul.*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as questões relacionadas ao gasto de energia elétrica e suas consequências tanto sociais como econômicas, são constantes na sociedade e repercutem também no trabalho dos profissionais de engenharia e arquitetura. Nesse sentido, o uso de recursos naturais disponíveis no meio ambiente deve ser aproveitado nas edificações, como as energias eólica e solar, por exemplo, na implementação de sistemas de aquecimento da água, produção de energia elétrica, iluminação natural, dentre outros. As edificações concebidas devem, portanto, refletir essas questões, seja no partido arquitetônico adotado, nos tipos de materiais construtivos empregados, na execução da obra e nos sistemas operacionais das construções. Simultaneamente, a busca de maiores níveis de eficiência energética deve ser uma premissa, com intuito de gerar construções com qualidade ambiental e menor demanda de consumo energético. Em termos de edificações voltadas para habitação de interesse social, o uso de fontes energéticas renováveis, de caráter gratuito de uso, corrobora o alcance da qualidade ambiental e conservação da energia, tão necessária nessas construções. (BARROSO-KRAUSE et al, 2005). Romero (2006) também salienta que na habitação de interesse social, a melhora do desempenho energético das edificações pode fomentar o desenvolvimento socioeconômico e cultural da sociedade, bem como a melhoria e manutenção do meio ambiente.

A tendência de edificações mais eficientes e sustentáveis é ratificada pelo surgimento das certificações ambientais, que vêm ganhando força no mercado, configurando um novo panorama nas construções habitacionais. Paralelamente, observa-se também o surgimento dos regulamentos técnicos de avaliação do desempenho energético dos edifícios, como forma de classificar as construções em mais ou menos eficientes. Nessa perspectiva, este artigo abordará a questão do desempenho energético em unidades de habitação de interesse social certificadas, utilizando o método de avaliação energética vigente RTQ-R, num edifício selecionado para estudo de caso.

1.2 O Selo Casa Azul: Certificação sócio-ambiental da Caixa Econômica

A certificação foi criada em 2010 pelo banco brasileiro da Caixa Econômica Federal, visando reconhecer projetos habitacionais que colaboram com a redução de impactos ambientais. Também “reconhece os empreendimentos que utilizam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações, objetivando incentivar o uso racional de recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação de seu entorno” (Castro Filho, 2013). O selo é uma certificação com viés socioambiental voluntária e pode ser requerido por construtoras, incorporadoras, poder público, empresas públicas de habitação dentre outras.

O método de avaliação para a concessão da certificação consiste no cumprimento dos critérios determinados no Guia de Sustentabilidade Ambiental – Selo Azul – Boas práticas para a construção sustentável (Caixa, 2010). No referido guia, são estabelecidas as 6 categorias onde apresentam-se os princípios e critérios a serem atingidos pela edificação requerente. De acordo com o número de critérios alcançados, o empreendimento pode conquistar o selo em nível bronze, prata ou ouro. Para a concessão do Selo é necessário a entrega de documentos relativos ao empreendimento. Segundo John e Prado (2010), a verificação dos critérios será atribuída mediante análise de projeto, assim como o nível alcançado pelo empreendimento.

1.3 O morro da Babilônia: Programa Morar Carioca Verde e a construção do edifício HAB 2

A comunidade do morro da Babilônia localiza-se próximo a áreas nobres da cidade do Rio de Janeiro, inserida no bairro do Leme, próximo a Copacabana, na zona sul. As primeiras casas que surgiram no morro datam de 1915 e em 1934 já havia uma favela delimitada e consolidada. A comunidade passou por diversas intervenções governamentais de urbanização, ao longo do tempo. A mais recente foi o Programa “Morar Carioca verde”, implantado com o objetivo de adicionar diretrizes sustentáveis nas obras de urbanização. As principais diretrizes do programa foram: Adição de material reciclado proveniente da trituração de pneus nas coberturas asfálticas; Implementação de coleta de lixo seletiva nas comunidades; Promoção da utilização de energia solar nas comunidades; bem como a reutilização da água da chuva nas novas habitações construídas; Construção de unidades habitacionais sustentáveis e conscientização dos moradores, da importância de ações sustentáveis no meio ambiente, economia e sociedade (Prefeitura da cidade do rio de janeiro, 2012).

Ainda na comunidade da Babilônia, o programa previu a construção de alguns edifícios destinados a moradia popular, ou seja, para habitação de interesse social. Dentre eles, o prédio HAB 2, que teve sua construção financiada pela Caixa Econômica Federal (CEF) em 2011 e ganhou a certificação socioambiental do Selo Casa Azul em nível ouro em 2012. Foi o primeiro empreendimento voltado para habitação popular a conquistar uma certificação ambiental na cidade do Rio de Janeiro. No presente artigo, considera-se para estudo de caso, unidades habitacionais do edifício HAB 2, que conta no total com 16 apartamentos, todos de 2 quartos, divididos em dois blocos, cada um com 8 unidades habitacionais.

1.4 Método de avaliação energética RTQ-R - Procel para edificações residenciais

No Brasil, em 1985, por meio da Portaria Interministerial nº 1.877, dos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, foi instituído o PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, com o objetivo de promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica. O programa é constituído por diversos subprogramas, dentre os quais se destacam ações nas áreas de iluminação pública,

industrial, saneamento, educação, edificações, prédios públicos, dentre outros. Em termos de edificações, surgiu em 2003 o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações – Procel Edifica, cujo os principais objetivos são: promover o uso racional da energia elétrica em edificações desde sua fundação, incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais nas edificações, reduzindo os desperdícios e os impactos sobre o meio ambiente. O sistema adotado para buscar maior eficiência energética foi a etiquetagem. A etiqueta é um selo que evidencia o atendimento a requisitos de desempenho estabelecidos em normas e regulamentos técnicos. Com base no critério de desempenho avaliado, ela recebe nomes diferentes. Quando a principal informação é a eficiência energética do produto ou da edificação, chama-se Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). A etiqueta ENCE classifica o produto ou edificação em faixas coloridas que vão desde “A” até “E” do mais eficiente para o menos eficiente respectivamente (Brasil, 2001).

No contexto das edificações residenciais, As Etiquetas PBE Edifica podem ser obtidas 3 tipos distintos: Unidades habitacionais autônomas (casa), edificações multifamiliares (unidades habitacionais) e áreas de uso comum. Este artigo trabalhará com a etiquetagem de duas unidades habitacionais de um edifício multifamiliar, por isso será utilizado o método prescritivo RTQ-R (Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais). De acordo com este método, a avaliação se dá por equações, tabelas e parâmetros limites que resultam numa pontuação que indica o nível de eficiência parcial dos sistemas (envoltória, aquecimento da água e bonificações) e a pontuação total de cada unidade habitacional.

Segundo Brasileiro et al (2014), existe um aprendizado relativo à aplicação do Regulamento em questão, e sua aplicabilidade vai além de uma classificação e etiquetagem, ou seja, há uma relação direta entre a classificação obtida e a eficiência energética da edificação, pois os parâmetros estabelecidos no regulamento possibilitam uma avaliação confiável. Nesse sentido, este artigo busca utilizar o método prescritivo RTQ-R para avaliar duas unidades habitacionais do edifício HAB 2.

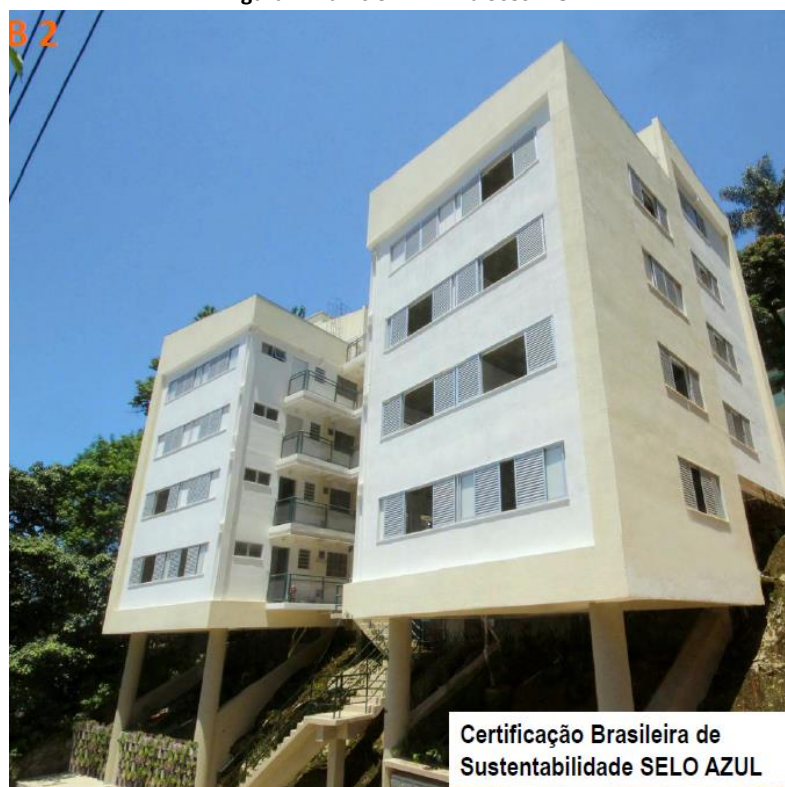
2. OBJETIVOS

Neste artigo, busca-se analisar o desempenho energético de unidades habitacionais de interesse social certificadas. Utiliza-se como estudo de caso o edifício HAB 2, construído, em 2011, na comunidade do Morro da Babilônia, no Rio de Janeiro, Brasil e certificado pelo Selo Casa Azul em nível ouro, em 2012. Para um estudo mais completo, inicialmente, analisa-se os critérios alcançados pelo edifício e sua pontuação, distribuídos nas categorias do Selo Casa Azul. Posteriormente, adotam-se 2 unidades habitacionais para aplicação do método prescritivo RTQ-R do Procel, com intuito de avaliar o desempenho energético de ambas.

3. METODOLOGIA

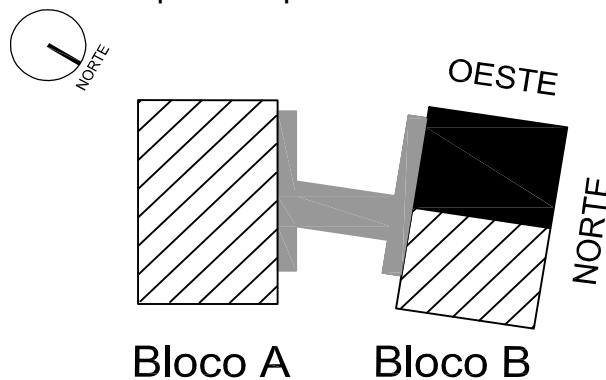
A adoção do edifício HAB 2 como estudo de caso justifica-se por ter sido a primeira edificação voltada para habitação de interesse social a ganhar uma certificação ambiental na cidade do Rio de Janeiro, a figura 1 mostra o edifício em questão. Inicialmente, analisam-se os critérios do Selo Casa Azul alcançados pela edificação, sistematizando-se os dados em forma de tabelas e gráficos. Posteriormente, escolhe-se duas unidades habitacionais, consideradas em pior localização, em termos de incidência solar nas fachadas. A figura 2, representa o desenho simplificado da implantação do edifício. O Bloco B é o mais desfavorável em aspectos de incidência solar, devido as fachadas voltadas para Oeste e Norte, por isso adotou-se dois apartamentos situados neste bloco, na posição destacada em preto, na figura 2 abaixo.

Figura 1: Edifício HAB 2: blocos A e B



Fonte: Arquitraço, 2018

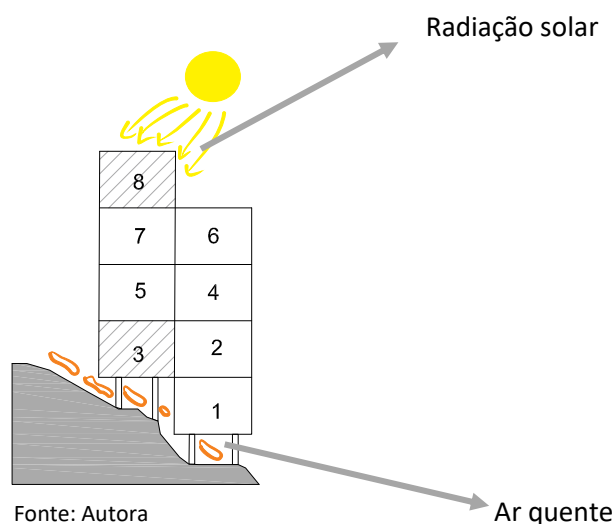
Figura 2: Visão esquemática superior dos blocos A e B do edifício HAB 2



Fonte: Autora

As duas unidades habitacionais adotadas para a avaliação energética foram o apartamento 8 (último andar), por ter mais paredes externas que os demais, conseqüentemente com maior exposição solar, além de possuir cobertura também exposta aos raios solares; e o apartamento 3 (segundo andar) por estar submetido ao ar quente que penetra no espaço de pilotis, proporcionando aumento no fluxo de calor que passa para a laje inferior da unidade habitacional. O corte esquemático do Bloco B, figura 3 abaixo, expressa essa situação.

Figura 3: Bloco B: corte esquemático e destaque dos apartamentos escolhidos



Fonte: Autora

A avaliação do desempenho energético dos apartamentos selecionados foi realizada com base no método prescritivo RTQ-R do Procel, utilizando as planilhas disponíveis no site PBE Edifica para edificações residenciais. Os dados de entrada imputados nas planilhas foram retirados do relatório técnico do empreendimento HAB 2 – candidato ao Selo Casa Azul, disponibilizado pelo

escritório Arquitraço. Os resultados são expressos em tabelas, para melhor sistematização e organização dos dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Critérios do selo casa azul alcançados pelo edifício HAB 2

O edifício conquistou o total 33 critérios dos 53 disponibilizados pelo Selo. Dentre os 33, 19 são de critérios obrigatórios, previamente estabelecidos pela certificação, essa pontuação é a mínima para as edificações que buscam qualquer nível do selo. Os dados do quadro 1 expressam os critérios obrigatórios, conquistados pelo HAB 2, organizados nas 6 categorias.

Quadro 1: Critérios obrigatórios organizados por categorias – HAB 2

Critérios Obrigatórios - Edifício HAB 2					
1. Qualidade Urbana	2. Projeto e Conforto	3. Eficiência Energética	4. Conservação de recursos materiais	5. Gestão da água	6. Práticas sociais
1.1 Entomo - Infraestrutura básica	2.1 Paisagismo	3.1 Lâmpadas de baixo consumo - áreas privativas	4.2 Qualidade de materiais e componentes	5.1 Medição individualizada - água	6.1 Educação para gestão de resíduos de construção e demolição - RCD
1.2 Entomo - Impactos	2.5 Local para coleta seletiva	3.2 Dispositivos economizadores - áreas comuns	4.4 Formas e escoras reutilizáveis	5.2 Dispositivos economizadores - bacia sanitária	6.2 Educação ambiental dos empregados
	2.6 Equipamentos de lazer, sociais e esportivos	3.5 Medição individualizada a gás	4.5 Gestão de resíduos da construção de demolição - RCD	5.8 Áreas permeáveis	6.7 Orientação aos moradores
	2.7 Desempenho térmico - vedações				
	2.8 Desempenho térmico - orientação solar e ventos				

Fonte: Autora

Quanto aos critérios de livre escolha disponíveis, estes somam 34 ao todo. Os empreendimentos dispostos a requerer o Selo devem conquistar o maior número possível, pois a medida que mais critérios são alcançados a possibilidade de obter um nível maior de pontuação aumenta: de bronze para prata e deste para ouro. Nos dados do quadro 2 abaixo, verificam-se os critérios de livre escolha atendidos pelo edifício HAB 2, que foram 14 no total. Somando-se aos critérios obrigatórios, o edifício conquistou 33 quesitos, ganhando o selo em nível ouro.

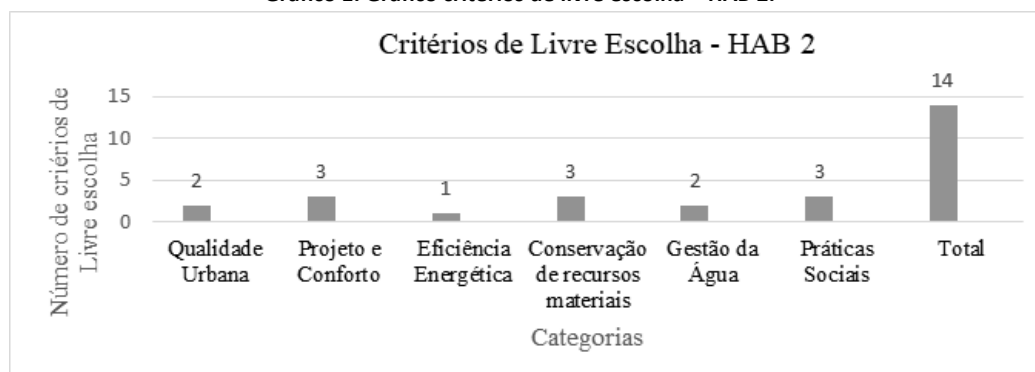
Quadro 2. Critérios de livre escolha organizadas por categorias – HAB 2

Critérios de Livre Escolha - Edifício HAB 2					
1. Qualidade Urbana	2. Projeto e Conforto	3. Eficiência Energética	4. Conservação de recursos materiais	5. Gestão da água	6. Práticas sociais
1.3 Melhorias no entorno	2.9 Iluminação natural de áreas comuns	3.3 Sistema de aquecimento solar	4.1 Coordenação modular	5.3 Dispositivos economizadores - arejadores	6.5 Inclusão de trabalhadores locais
1.4 Recuperação de áreas degradadas	2.10 Ventilação e iluminação natural de banheiros		4.3 Componentes industrializados ou Pré-fabricados	5.5 Aproveitamento de águas pluviais	6.8 Educação ambiental dos moradores
	2.11 Adequação as condições físicas do terreno		4.9 Madeira plantada ou certificada		6.9 Capacitação para gestão do empreendimento

Fonte: Autora

O gráfico 1, abaixo, compara o número de critérios de livre escolha que foram alcançados pelo empreendimento HAB 2. Nele, verifica-se que as 3 categorias mais contempladas são: *Conservação de Recursos Materiais*, *Projeto e Conforto* e *Práticas Sociais*, cada uma com 3 critérios de livre escolha alcançados. Em segundo lugar estão as categorias de: *Gestão da Água* e *Qualidade Urbana*, ambas com 2 critérios cumpridos. Desse modo, observa-se que o edifício HAB 2 contemplou todas as 6 categorias nos critérios de livre escolha e nenhuma categoria se sobressaiu individualmente sobre as outras. Porém, a categoria de *Eficiência Energética* foi a menos contemplada, com apenas 1 critério alcançado, que foi a implementação do sistema de solar de aquecimento da água (unicamente para os chuveiros) de todas as unidades habitacionais. Mesmo assim, observa-se uma uniformidade atingida pelo empreendimento, no esforço de considerar todas as 6 categorias dos critérios facultativos, que representam as variadas dimensões da sustentabilidade, instauradas pelo Selo Casa Azul.

Gráfico 1. Gráfico critérios de livre escolha – HAB 2.



Fonte: Autora

4.2 Aplicação do método prescritivo RTQ-R

Os valores de aberturas relativos as janelas, considerados nos cálculos das planilhas do método prescritivo RTQ-R estão dispostos na tabela 1 abaixo, e foram retirados de informações presentes nas plantas-baixas das unidades habitacionais do edifício HAB 2, fornecidas pelo escritório Arquiteirão, que concebeu e executou a obra do empreendimento.

Tabela 1: Dados relativos as aberturas de janelas do edifício HAB 2

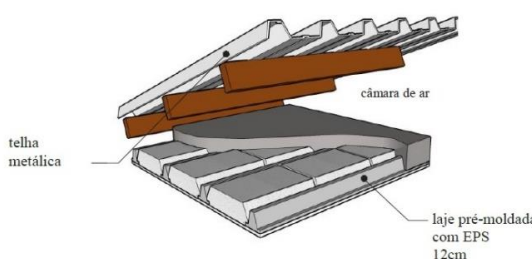
Aberturas	Local	Largura do vão (m)	Altura do vão (m ²)	Área do vão Aab (m ²)	Tipo	Área efetiva de ventilação (m ²)	% de ventilação efetiva no vão	Fvent - Fator de ventilação	Área efetiva de iluminação	% de iluminação efetiva do vão	Altura máx. de iluminação em relação
J1	Banheiro	0,6	0,8	0,48	Báscula	0,38	80%	0,8	0,38	80%	2,16
J2	Sala	1,2	0,6	0,72	Maxim ar	0,57	80%	0,8	0,57	80%	2,16
J3	Área de serviço	1,25	1	1,25	Cobogós	0,078	6,24%	0,0624	0,078	6,24%	2,14
J4	Quarto 2	1,2	1,15	1,38	Veneziana de correr	1,29	93,50%	0,935	1,29	0,935	2,15
J5	Sala e quarto 1	1,5	1,15	1,72	Veneziana de correr	1,62	94,18%	0,941	1,62	0,941	2,15

Fonte: Autora

Os principais dados imputados nas planilhas do RTQ-R relativos aos materiais construtivos estão correlacionados na tabela 2 abaixo, de ambos os apartamentos. A maioria dos dados foi retirada do relatório do empreendimento HAB 2 entregue ao Selo Casa Azul para avaliação e concessão da certificação. A única exceção foi a informação da capacidade térmica da cobertura, que não foi encontrada no relatório. Esse valor foi estipulado em 134 KJ/m² K, conforme figura 4, dado presente na portaria nº 50 do INMETRO. A escolha se deu não só pela semelhança no tipo de cobertura adotada pelo edifício HAB 2 (laje pré-moldada e telha metálica) como também pelo valor mais próximo ao da Transmitância térmica (Ucob) estabelecido no relatório do Empreendimento, que foi de 1,16.

Figura 4: Dados de CT cob adotados

ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/ 2013

	Descrição:	16						
	<p>Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm) Câmara de ar (> 5,0 cm) Telha metálica 0,06cm</p>							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th> <th>C_T</th> </tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th> <th>[kJ/m²K]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,54</td> <td>134</td> </tr> </tbody> </table>	U	C _T	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	1,54	134	
U	C _T							
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]							
1,54	134							

Fonte: Portaria nº 50, INMETRO, 2013

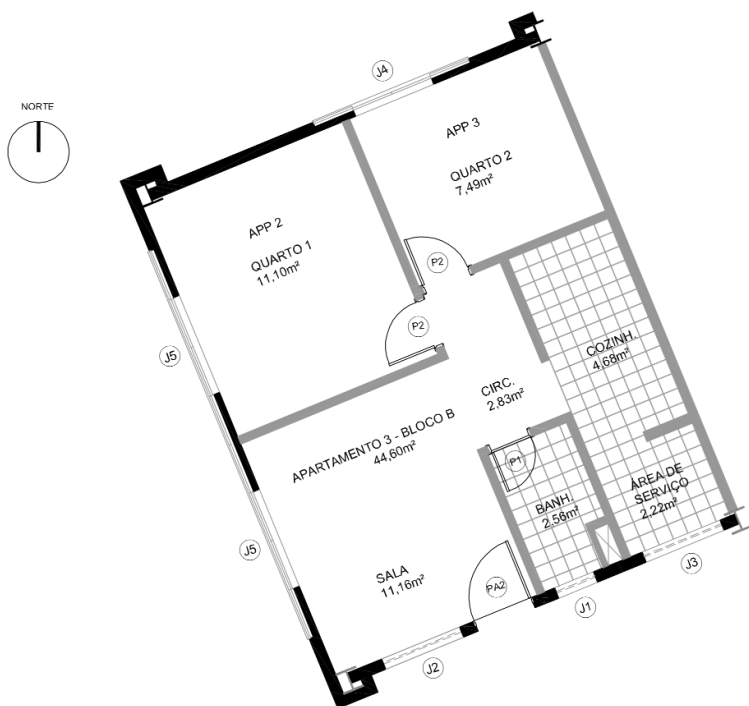
Tabela 2: Principais dados de entrada dos apartamentos

Dados de entrada - Apartamentos			
Dados	Unidade	Apartamento 3 - Bloco B	Apartamento 8 - bloco B
Zona Bioclimática	adimensional	8	8
Cobertura	adimensional	0	1
Sobre pilotis	adimensional	0	0
Contato com solo	adimensional	1	0
U _{par} - transmitância térmica das paredes externas	W/m²K	0,47	0,47
CT _{par} - Capacidade térmica das paredes externas	kJ/m².K	145	145
α _{par} - absortância externa das paredes externas	adimensional	0,68	0,68
CT baixa	Binário	0	0
CT alta		0	0
U _{cob} - Transmitância térmica da cobertura	W/m².K	0	1,16
CT _{cob} - Capacidade térmica da cobertura	kJ/m².K	1	134
α _{cob} - Absortância da superfície externa da cobertura	adimensional	0	0,05

Fonte: Autora

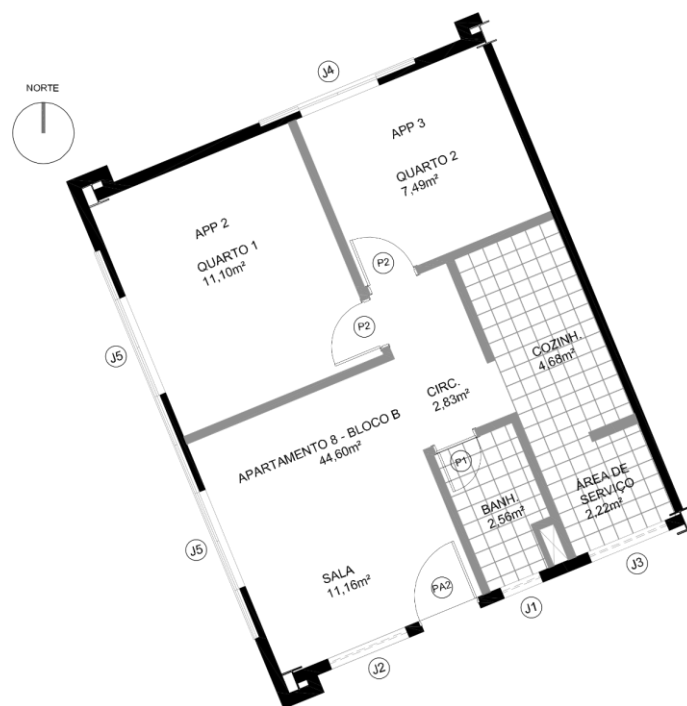
As figuras abaixo representam as plantas dos apartamentos 3-B e 8-B, ambos com 44,60m². Os apartamentos possuem 2 quartos, banheiro, área de serviço integrada à cozinha, circulação e sala também integradas a cozinha, pois não há portas separando esses ambientes.

Figura 5: Apartamento 3-B



Fonte: Autora

Figura 6. Apartamento 8-B



Fonte: Autora

Legenda:

- Paredes internas
- Paredes externas

Para a avaliação do desempenho energético da unidade habitacional, o manual do método prescritivo RTQ-R orienta a divisão do apartamento em APPs (áreas de permanência prolongada) que consistem em ambientes que sejam dormitórios e salas. No caso de ambientes integrados, considera-se os dois ou mais ambientes como um único APP. Essa situação ocorre no caso do edifício HAB 2, no qual possui o ambiente da sala integrado com os ambientes de circulação, cozinha e área de serviço, por não ter portas separando estes ambientes. Dessa maneira, os apartamentos 3-B e 8-B ficaram com 3 APPs diferentes, cada um:

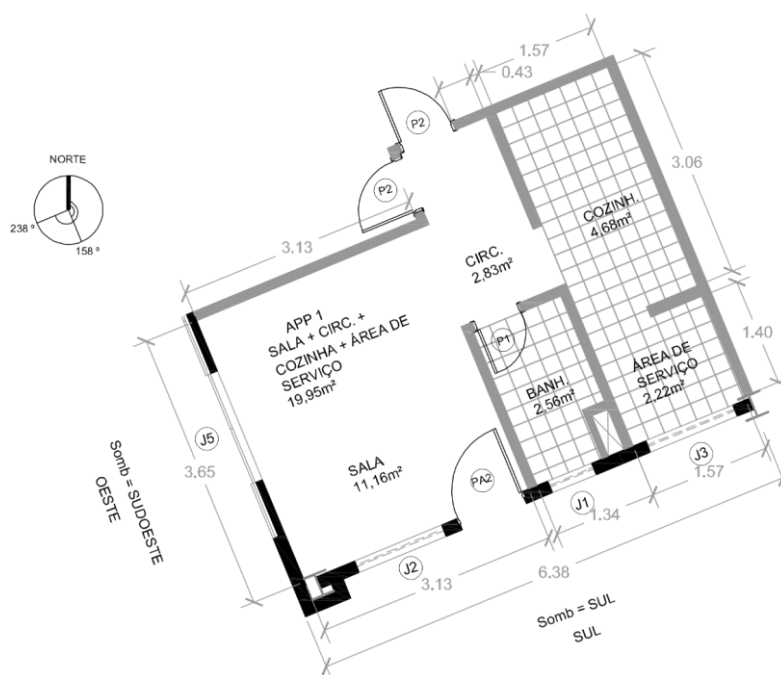
APP 1: Sala, circulação, cozinha e área de serviço

APP 2: Quarto 1

APP 3: Quarto 2

Nas Figuras abaixo, observa-se a divisão dos APPs dos apartamentos, inicialmente os APPs do apartamento 3-B, nas figuras 7, 8 e 9 e mais adiante os APPs do apartamento 8-B, nas figuras 10, 11 e 12.

Figura 7: Apartamento 3-B: APP 1: Sala, circulação, cozinha e área de serviço

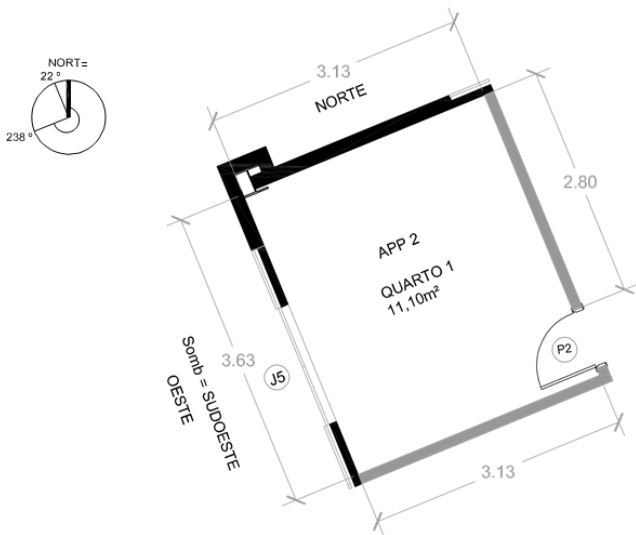


Fonte: Autora

Legenda:

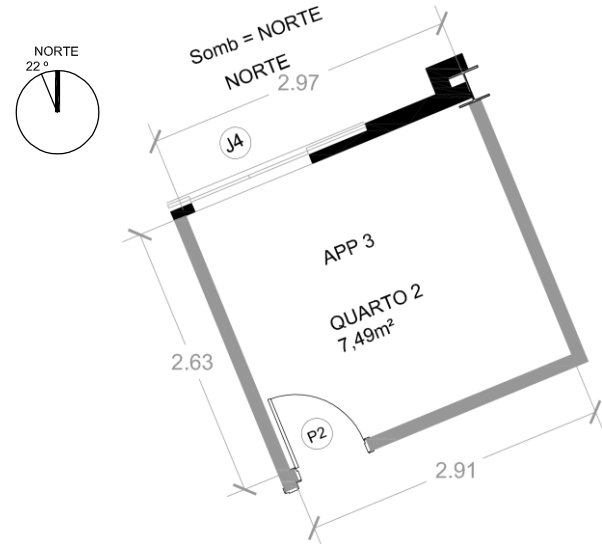
- Paredes internas
- Paredes externas

Figura 8: Apartamento 3-B - APP 2: Quarto 1



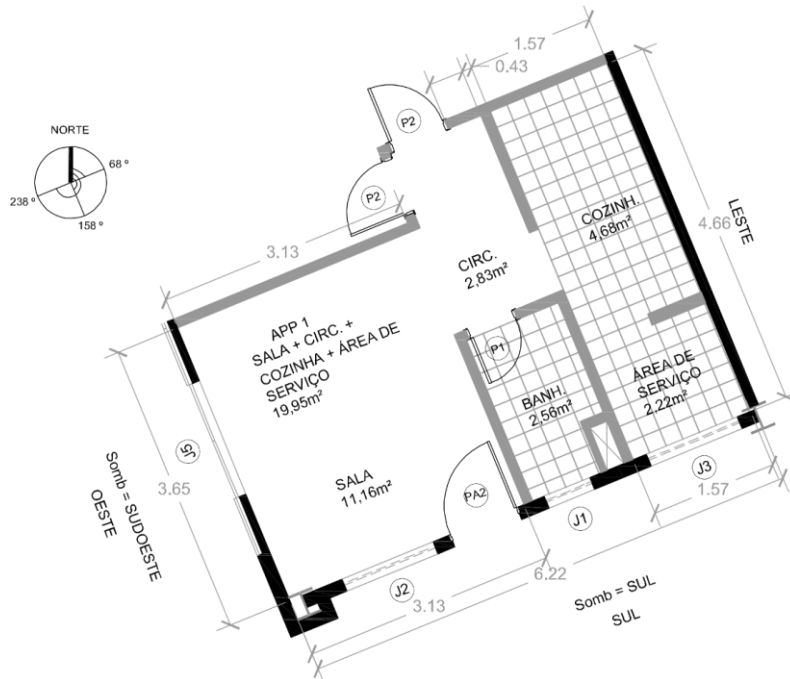
Fonte: Autora

Figura 9: Apartamento 3-B - APP 3: Quarto 2



Fonte: Atora

Figura 10. Apartamento 8-B - APP 1: Sala, circulação, cozinha e área de serviço

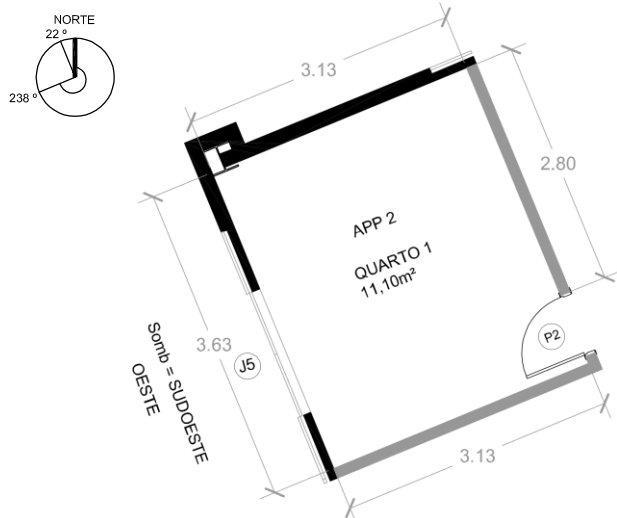


Fonte: Autora

Legenda:

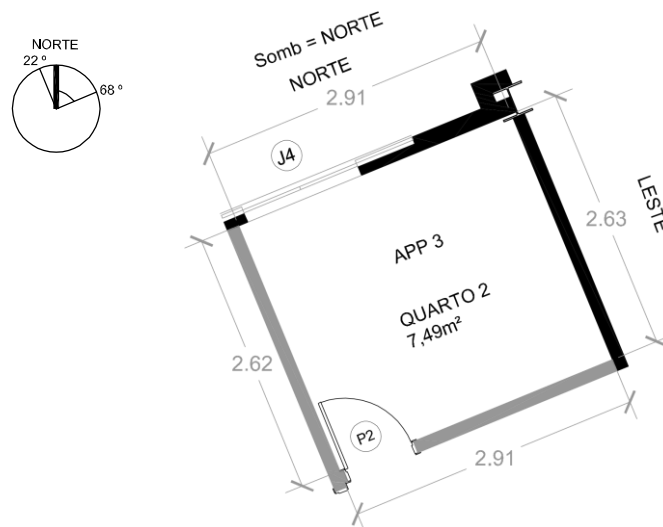
- Paredes internas
- Paredes externas

Figura 11. Apartamento 8-B - APP 2: Quarto 1



Fonte: Autora

Figura 12. Apartamento 8-B - APP 3: Quarto 2



Fonte: Autora

Legenda:

- Paredes internas
- Paredes externas

Na tabela 3 abaixo, foram dispostos os resultados provenientes das planilhas de cálculo do método prescritivo do RTQ-R. Com base nelas, observa-se que o apartamento 3-B obteve melhor pontuação total da U.H (Unidade habitacional), quando comparado ao apartamento 8-B. Com um aumento de 5,68% na nota final da Unidade Habitacional, o apartamento 3-B conquistou desempenho superior também na nota final da envoltória da U.H (nível B) que é composta pela avaliação da envoltória dos 3 APPs da unidade habitacional em questão.

Tabela 3: Resultado da avaliação dos apartamentos 3-B e 8-B, de acordo com a aplicação do método RTQ-R

Unidade Habitacional/ Bloco	APP	Envoltória		Pontuação da envoltória por APP		Pontuação final da envoltória da UH	Pontuação de Bonificações	Pontuação para Aquecimento de água	Pontuação Total da U.H
		Graus Hora Resfriamento °C.h	Consumo relativo para Refrigeração KWh/m².ano	Envoltória verão	Envoltória com refrigeração				
3 - B	APP 1	8133	não se aplica	4 (Nível B)	não se aplica	4 (Nível B)	0,79	2 (Nível D)	4,09 (Nível B)
	APP 2	8313	52,95	4 (Nível B)	2 (Nível D)				
	APP 3	5522	61,78	4 (Nível B)	2 (Nível D)				
8 - B	APP 1	9636	não se aplica	3 (Nível C)	não se aplica	3,47 (Nível C)	0,91	2 (Nível D)	3,87 (Nível B)
	APP 2	8193	50,08	4 (Nível B)	3 (Nível C)				
	APP 3	6998	59,59	4 (Nível B)	2 (Nível D)				

Fonte: Autora

Legenda:

- Nível B
- Nível C
- Nível D

Quando se analisa a quantidade de Graus Hora de resfriamento (GHR), percebe-se que os 3 APPs (da unidade habitacional 3-B) conquistaram nível B de eficiência, porém alguns detalhes devem ser considerados:

O APP 2 (quarto 1) do apartamento 3-B, teve maior quantidade de GHR. Mais até que o APP1 que possui maior área de paredes externas. Este ficou com um número inferior de GHR: 8133. Esse fato pode ser explicado devido a orientação das paredes de ambos os APPs. Enquanto o APP 1 é maior e com mais paredes voltadas para a exposição solar, o mesmo possui orientações a Sul e a Oeste. Já no caso do APP 2, mesmo sendo menor que o APP 1 e com menos área de parede externa, apresentou maior necessidade de refrigeração. O APP2 é menos eficiente devido a sua orientação das fachadas externas, que estão na direção Oeste e Norte, que são as posições que mais recebem incidência solar durante o dia. Também vale considerar o fato de que o APP 1 tem 2 aberturas na orientação sul (J2 e J3) que estão na direção dos ventos dominantes. O APP 2 possui uma abertura a Oeste (J5) que possibilita maior entrada de raios solares durante a tarde, assim como pouca penetração de vento.

O APP 3 (quarto 2) do apartamento 3-B, por sua vez, foi o que apresentou melhor eficiência e menor quantidade de GHR. Provavelmente isto ocorre por ser o ambiente, do apartamento, que possui menor área de parede externa, diminuindo a passagem de fluxo de calor do meio externo para o interno. É o APP menos exposto a incidência solar, embora a orientação de sua única parede externa seja a Norte.

Partindo para a análise do apartamento 8-B e considerando esta Unidade Habitacional em pior situação, em termos de recebimento de fluxo de calor, devido a exposição da cobertura e de

uma parede externa a mais também exposta aos raios solares, seria esperado um desempenho energético menor, dentre os demais apartamentos do edifício. O APP 1 que compreende a sala, circulação, cozinha e área de serviço foi o que obteve pior desempenho e configurou o principal motivo da queda na pontuação da envoltória da unidade habitacional (8-B), que conquistou nível C. O APP1 do apartamento 8-B, ficou com 9636 GHR, contra 8133 GHR do APP 1 do apartamento 3-B. Uma diferença de 1503 GHR a mais, ou seja, um aumento de 18,5%. Essa situação se deve principalmente ao fato de que o APP 1 (apartamento 8-B) ter uma parede externa a mais, na direção Leste, totalizando em mais área de exposição ao sol da envoltória, além de estar no último pavimento e submetido ao calor da cobertura.

O APP 2, do apartamento 8-B, ficou com 8193 GHR, entretanto, diferente dos demais obteve nível C em consumo relativo para refrigeração. Ainda no apartamento 8, observa-se que o APP 3 (quarto 2) teve 6998 GHR, quantidade consideravelmente superior ao APP 3 do apartamento 3-B, que ficou com 5522 GHR. Com uma diferença de 1476 GHR, equivalente a 26,73% de aumento. Esse resultado para o APP 3, do apartamento 8-B, também reflete a posição desfavorável da unidade habitacional, por estar no último pavimento do edifício, também possui uma parede externa a mais que o mesmo APP do apartamento 3. Essa condição, aliada ao fluxo de calor proveniente da cobertura, torna o ambiente mais desconfortável termicamente, aumentando a necessidade de horas de resfriamento.

Em suma, de acordo com a tabela 6 pode-se presumir que o apartamento 8-B possui desempenho menor que o 3-B devido a sua localização (último pavimento) que implica em mais área de sua envoltória exposta a incidência solar. Essa condição pode ser ratificada pela pontuação final da cada unidade habitacional analisada. Embora o apartamento 8-B tenha alcançado nível de desempenho B na pontuação total da Unidade Habitacional, como o apartamento 3-B, aquele teve a pontuação final da unidade habitacional um pouco mais baixa.

Na tabela 4, observa-se o ranking de todos os APPs analisados relativos aos apartamentos 3 e 8 do bloco B, de acordo com a menor quantidade de GHR (do mais eficiente para o menos eficiente):

Tabela 4: Ranking dos APPs dos apartamentos analisados

Ranking dos APPs - APT 3 e 8 -bloco B			
Posição	U.H / Bloco	APP	GHR
1º	3 - B	APP 3 (quarto 2)	5522
2º	8 - B	APP 3 (quarto 2)	6998
3º	3 - B	APP 1 (sala + circ. + área de serviço +	8133
4º	8 - B	APP 2 (quarto 1)	8193
5º	3 - B	APP 2 (quarto 1)	8313
6º	8 - B	APP 1 (sala + circ. + área de serviço + cozinha)	9336

Fonte: Autora

Como visto acima, o APP com melhor desempenho energético é o APP 3 (quarto 2) do apartamento 3-B, com menor quantidade de GHR e em primeira posição. Em contrapartida, o APP que apresenta pior desempenho energético é o APP 1 (sala, circulação, cozinha e área de serviço) do apartamento 8-B, que teve maior quantidade de GHR, sendo o único a receber nível C e em última posição.

Quando se analisa, detalhadamente, a pontuação relativa a bonificação das unidades habitacionais, percebe-se que o apartamento 8-B recebeu nota mais elevada que o apartamento 3-B. Na tabela 5, encontra-se a distribuição dos pontos por critério avaliado. Com base nela, depreende-se que a principal diferença de pontuação entre os apartamentos ocorre no item de ventilação natural, mais especificamente em porosidade. O critério porosidade é atendido, segundo o manual do método prescritivo do RTQ-R, quando pelo menos duas fachadas da unidade habitacional atendem determinada porcentagem estabelecida de porosidade, de acordo com o pavimento ao qual o apartamento avaliado se localiza. Esse percentual de porosidade a ser atendido diminui à medida que o pavimento da unidade habitacional aumenta. Como explicitado a seguir:

- Pavimento 1 ou 2: 20% de porosidade a atender
- Pavimento 3: 16 % de porosidade a atender
- Pavimento 4 ou 5: 14 % de porosidade a atender
- Pavimento 6, 7 ou 8: 12 % de porosidade a atender
- Pavimento 9 em diante: 10 % de porosidade a atender

Desse modo, compreende-se porque o apartamento 3-B não pontuou nesse item: Por estar situado no 2º pavimento, a unidade habitacional deve atender 20% de porosidade. Porém, não alcança esse valor. Já o apartamento 8-B, por estar localizado no 5º e último pavimento deve atender apenas 14% de porosidade. Neste caso a unidade habitacional alcança a pontuação do

item, ganhando 0,12 pontos e eleva a sua pontuação em bonificações, ultrapassando o apartamento 3-B, nesse quesito, como destacado em vermelho na tabela 5 abaixo.

Tabela 5: Discriminação dos itens de bonificações avaliados

U.H / Bloco	Bonificações												Total
	Ventilação Natural				Iluminação Natural			Outros					
	Porosidade	Dispositivos especiais	Centro geométrico	Permeabilidade	Profundidade	Refletância de teto	Uso racional da água	Condicionamento artificial de ar	Iluminação artificial	Ventilador de teto	Refrigerador	Medição individualizada de aquecimento de água	
3 - B	Não	Sim (0,16)	Não	Não	Sim (0,2)	Sim (0,1)	Sim (0,13)	Não	Sim (0,1)	Não	Não	Sim (0,1)	0,79
8 - B	Sim (0,12)	Sim (0,16)	Não	Não	Sim (0,2)	Sim (0,1)	Sim (0,13)	Não	Sim (0,1)	Não	Não	Sim (0,1)	0,91

Fonte: Autora

5. CONCLUSÃO

Considerando as principais características do edifício HAB 2, destacando-se dentre outras o fato de ser um empreendimento voltado para habitação de interesse social, localizado na comunidade do morro da Babilônia, no Rio de Janeiro, sendo o primeiro edifício destinado a habitação popular a receber uma certificação ambiental sustentável, o mesmo torna-se um parâmetro importante para avaliar as potencialidades em termos de desempenho energético que uma edificação nesse perfil pode atingir. Também abarca a possibilidade de avaliação da performance energética que a certificação do Selo Casa Azul em nível ouro pode atribuir as unidades habitacionais desse edifício. Quando se analisou a pontuação obtida na certificação Selo Casa Azul, pelo prédio HAB 2, constatou-se que o edifício obteve 33 pontos no total. A análise dos critérios de livre escolha revela uma certa equidade entre os critérios alcançados, já que o empreendimento contemplou as categorias disponibilizadas pelo Selo: Qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, gestão da água e práticas sociais. O HAB 2 pontuou em todas as categorias, e nenhuma se sobressaiu individualmente sobre a outra. Esse equilíbrio mostra a iniciativa de abarcar a sustentabilidade em suas variadas dimensões, representadas pelas seis categorias do selo. Destaca-se ainda, especialmente, a categoria de eficiência energética na qual o edifício pontuou pela adoção do sistema de aquecimento da água por meio de energia limpa e renovável: a solar, contribuindo para o aumento do seu desempenho energético.

A escolha da avaliação energética, pelo método prescritivo do RTQ-R, de duas unidades habitacionais mais desfavoráveis em aspectos de incidência e orientação solar indica que provavelmente nenhuma outra unidade terá desempenho inferior ao das unidades avaliadas neste artigo. Na avaliação do RTQ-R, embora o apartamento 8-B esteja localizado no último pavimento, recebendo maior quantidade de calor não só da cobertura, como também de uma parede externa a mais localizada a Leste, o mesmo obteve pontuação final da U.H em nível B. Vale salientar que o APP1 (que consiste em sala, cozinha, circulação e área de serviço) teve a classificação de sua envoltória em nível C, representado o pior ambiente avaliado, no ranking de

todos os APPs analisados. Uma simples solução para a melhora da pontuação do APP 1 seria a inclusão de uma porta, para separar a sala dos demais ambientes.

No caso do apartamento 3-B, o APP 3 (quarto 2) se destacou como o ambiente com melhor desempenho energético e mais confortável termicamente. Ficou em 1º lugar no ranking de todos os APPs analisados, provavelmente devido ao fato de ter apenas uma parede externa exposta a incidência solar.

Quando se analisa os apartamentos escolhidos pela pontuação em bonificações, nota-se que o apartamento 8-B que antes estava em desvantagem em relação a incidência solar nas fachadas, agora tira proveito de estar localizado no último pavimento do edifício, atendendo ao item de porosidade, no critério de avaliação da ventilação natural. Fato que não ocorre com o apartamento 3-B, que não pontuou nesse item, devido a sua baixa localização, no segundo pavimento.

Em síntese, nota-se que o edifício HAB 2 responde positivamente a avaliação do método prescritivo RTQ-R, já que ambos os apartamentos atingiram nível “B” de eficiência. O HAB 2, portanto, se mostra um bom exemplo de edificação de interesse social certificada e com bom desempenho energético. O Selo Casa Azul, por sua vez, revela-se como uma importante ferramenta para a inserção das famílias de baixa renda no novo contexto de habitação sustentável e eficiente.

6. AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

7. REFERÊNCIAS

ARQUITRAÇO - ESCRITÓRIO. **Intervenções em favelas - Babilônia e Chapéu Mangueira**. Disponível em: <http://www.arquitraco.com.br/#/projeto> Acesso em: 20 de dezembro de 2018.

BARROSO-KRAUSE, Claudia *et al.* **Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social**. Caderno Mcidades 9. Ministério das Cidades/Ministério de Minas e Energia, Brasil. 2005

BRASIL. Lei n. 10295, de 17 de outubro de 2001. **Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia**. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, 2001. Disponível em: www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf Acessado em 18 de janeiro de 2019.

BRASILEIRO, Alice *et al.* **Influência das esquadrias na classificação do nível de eficiência energética de habitações no RJ**. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - Maceió, ENTAC, p.580-590, 2014.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo. Editora: Páginas e Letras – Editora e Gráfica, 2010.

CASTRO FILHO, Hélio Antônio Rossi de. 2013. **Percepção de empresas construtoras em relação aos programas de classificação da sustentabilidade de projetos de construção habitacional: um estudo de caso Selo Casa Azul Caixa**. Porto Alegre/RS: UFRS, 2013.



JOHN, Vanderleu Moacyr; PRADO, Racine Araújo Tadeu. **Selo Casa Azul: boas práticas para habitação mais sustentável.** São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. 2012. *Secretaria Municipal de Habitação, Morar Carioca*, 2012. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smh/exibeconteudo?article-id=1451251> Acessado em: 12 de dezembro de 2018

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **O Desafio da Construção das Cidades.** AU Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, Janeiro. 2006.