

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2014 o consumo de eletricidade no Brasil cresceu 2,9% em relação a 2013 e devido às condições hidrológicas desfavoráveis, a geração de energia hidráulica caiu em 5,6% e foi suprida especialmente pela geração térmica. (EPE,2015).

Nesse mesmo ano o setor residencial representou 9,3% do consumo de energia no país, com um aumento de 5,7% em relação a 2013, ficando abaixo dos setores de indústrias e transportes, mas acima do setor de serviços. (EPE,2015).

Para tentar otimizar o uso de energia elétrica algumas medidas foram adotadas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e pelo governo. Com destaque para as campanhas de conscientização do consumo e implantação do sistema de Bandeiras Tarifárias nas contas de energia elétrica desde maio de 2015. Esse sistema consiste na taxaço de cobrança adicional de acordo com o consumo mensal em função das condições de geração de eletricidade. Na Bandeira Verde, as condições hidrológicas para geração de energia são adequadas e não há acréscimo na fatura. A Bandeira será Amarela se as condições forem menos favoráveis e, assim, haverá taxaço extra. E no caso de condições mais críticas na geração da energia, a Bandeira será Vermelha e o consumidor terá uma cobrança adicional maior e proporcional ao consumo (ANEEL, 2015).

Carlo e Lamberts (2010), descrevem que há dois tipos de políticas que podem ser aplicadas para buscar o uso racional da energia: limitar o nível de eficiência energética com o estabelecimento de índices de desempenho mínimos e as políticas que estabelecem classificações através de certificação por programas.

O INMETRO e Eletrobrás/PROCEL Edifica, em parceria, publicaram através da Portaria nº 163, de 08 de junho de 2009, no Brasil, o primeiro método para classificação do nível de eficiência energética de edificações, o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Logo após, em 25 de novembro de, 2010, através da Portaria nº 449, foi publicado também o Regulamento Técnico da Qualidade para o

Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Ambos foram elaborados considerando as condições bioclimáticas locais e estabelecem níveis de eficiência energética para a obtenção da ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) (INMETRO, 2012).

Para alcançar a Etiqueta é necessário encaminhar os dados de análise das edificações a um Organismo de Inspeção Acreditado (OIA). Esses organismos são constituídos de pessoas jurídicas, cuja competência para inspecionar é reconhecida pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro.

Na lista divulgada pelo PBE Edifica em 2 de dezembro de 2015, constam 26 (vinte e seis) unidades multifamiliares etiquetadas com a ENCE na fase de avaliação do projeto e dessas 5 também obtiveram a etiqueta de edificação construída. Em relação as unidades autônomas, a lista atualizada em 2 de maio de 2016, soma 2327 unidades etiquetadas em fase de projeto e 1588 construídas. Em comparação com a lista divulgada em 29 de janeiro de 2015, houve acréscimo de apenas uma edificação. O que representa uma baixa demanda no setor.

Hoje, no Brasil, a maior parte das habitações produzidas para as classes média e média baixa estão enquadradas no Programa Minha Casa Minha vida (MCMV). O programa foi criado pelo Governo Federal em março de 2009 com o objetivo de comercializar e construir residências para famílias com renda bruta, de até 10 salários mínimos. No último levantamento feito em março de 2015, o programa havia entregue, 2,169 milhões de moradias. (PORTAL BRASIL, 2015).

Dentro desse contexto de habitações, enquadradas no Programa MCMV, uma construtora de grande porte no país, tem desempenhado importante papel nesse setor.

A Construtora, que forneceu dados e autorizou a divulgação nesse trabalho, foi criada em 1979 e desde seu surgimento atua no mercado de construção de edificações multifamiliares. Ela, hoje, está presente em todas as regiões do país, e comercializa residências, em 140 cidades (CONSTRUTORA, 2016).

Em 36 anos de existência, a empresa já entregou mais de 300 mil unidades habitacionais. Na segunda fase do Programa MCMV, lançada em 2011 pelo governo, a Construtora somou 161.480 unidades contratadas até março de 2014. Isso corresponde a 7% do total ofertado pelo setor da construção e entre 2014 e 2015 ela entregou mais de 80 mil apartamentos (CONSTRUTORA, 2016).

Presente na Região Nordeste do país, dentre outras cidades, a Construtora atua também em Campina Grande, Paraíba. Nessa, há hoje, um projeto em fase de desenvolvimento e aprovação nos órgãos competentes. Esse empreendimento por localizar-se na Zona Bioclimática 8 (NBR15.220-3), zona de maior área de incidência no país que será objeto desse trabalho.

2. OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho foi avaliar um projeto habitacional de 12 Blocos de edifícios, para a classificação de suas Unidades Habitacionais e Multifamiliares junto ao PBE Edifica Residencial. Após a classificação inicial, foi verificado o potencial para melhorias das classificações obtidas, bem como, a viabilidade financeira para a obtenção dentro das propostas. Verificou-se ainda, como introduzir estas melhorias para eficiência energética, dentro do sistema e comercialização da Construtora.

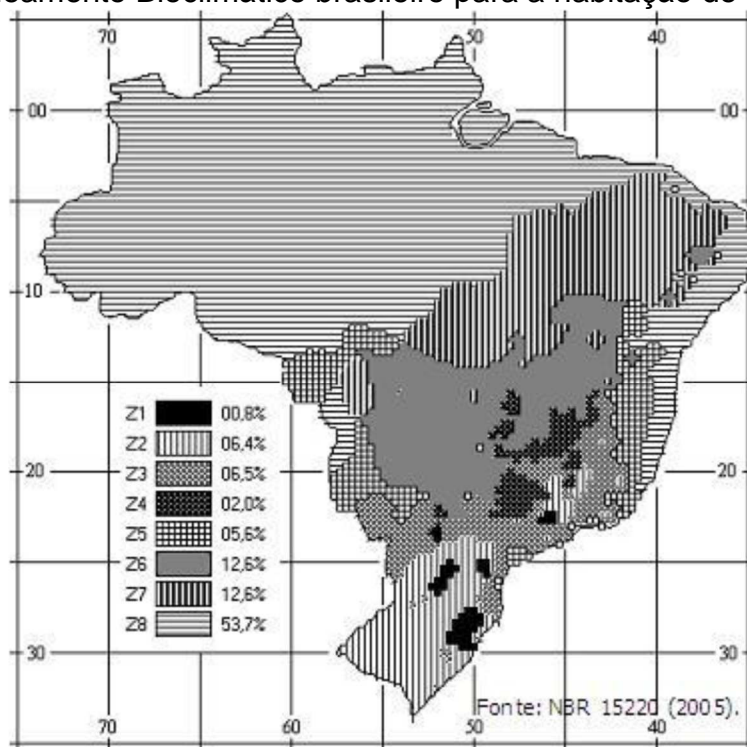
Nesse aspecto, associar a ENCE a Edificações Residenciais participantes do programa MCMV, construídas pela Construtora, teve como finalidade expandir o uso racional da energia elétrica no setor residencial. Além disso, como a ENCE adota parâmetros que visam melhorar o desempenho térmico da edificação, o produto não será apenas uma edificação com maior eficiência energética, como também, termicamente mais confortável, o que é de vital importância em climas quentes e úmidos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Zona Bioclimática 8:

As Zonas Bioclimáticas são regiões geográficas de características semelhantes quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre o ambiente construído e o conforto humano. A NBR 15220 – 3, estabelece um Zoneamento Bioclimático Brasileiro dividido em 8 diferentes zonas. Além disso, apresenta recomendações referentes ao desempenho térmico das habitações unifamiliares de interesse social que devem ser aplicadas na fase de projeto (ABNT, 2005).

Figura 1 – Zoneamento Bioclimático brasileiro para a habitação de interesse social.



Fonte: NBR-15220: parte 3, 2005.

A NBR 15220 – 3, formulou diretrizes construtivas para cada Zona Bioclimática Brasileira e estratégias de condicionamento térmico passivo. Para tais diretrizes foram considerados os seguintes parâmetros: tamanho das aberturas para ventilação, proteção das aberturas, vedações externas e estratégias de condicionamento térmico passivos (ABNT, 2005).

Para a Zona Bioclimática 8, em que Campina Grande está localizada, as diretrizes construtivas são:

- Grandes aberturas para ventilação;
- Sombreamento das aberturas;
- Paredes com características leves e refletoras;
- Coberturas com características leves e refletoras.

E como estratégia para condicionamento térmico passivo a diretriz para essa zona é adotar ventilação cruzada permanente na unidade habitacional. Dessa forma permite-se a renovação do ar interno pelo ar externo através da ventilação dos ambientes e a renovação do calor e umidade excessivos. (ABNT, 2005).

Nessa Zona Bioclimática o clima é predominantemente quente e úmido, pois abrange maior número de cidades na região Norte do País, como Manaus, por exemplo. (FERREIRA, *et al*, 2014). Em Campina Grande, Paraíba, a temperatura média anual, medida entre os anos de 2000 a 2010 pelo INMEP (Instituto Nacional de Meteorologia), é de 24, 51°C (RORIZ, 2012). As temperaturas mais baixas ocorrem no mês de julho que é também o mês mais chuvoso e as mais altas em fevereiro (INMEP, 2016).

3.2 Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais

O Regulamento Técnico da Qualidade – RTQ para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais descreve requisitos técnicos e os métodos para classificar edificações residenciais quanto à sua eficiência energética. Ele tem como objetivo oferecer condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética de edificações unifamiliares e multifamiliares (BRASIL, 2012).

O RTQ-R apresenta dois métodos para determinar os níveis de eficiência energética de um edifício: método prescritivo e método de simulação. O método prescritivo consiste em uma série de parâmetros predefinidos no regulamento ou que ainda precisam ser calculados através de equações e que indicam a eficiência do sistema.

Eles variam de acordo com a Zona Bioclimática em que a edificação se localiza. No método de simulação o regulamento define parâmetros para modelar e simular a unidade habitacional e obter os resultados usados para a classificação.

3.2.1 Pré-requisito geral

Para alcançar os níveis A ou B na classificação da edificação, no caso de haver mais de uma habitação no mesmo terreno, estas devem possuir medição individualizada de eletricidade e de água. Caso contrário, a classificação poderá obter no máximo, nível C (BRASIL, 2012).

3.2.2 Procedimento para determinação da eficiência

O regulamento especifica a classificação do nível de eficiência para edificações residenciais seja feita da seguinte forma:

- Unidades Habitacionais Autônomas: são avaliados os requisitos relativos ao desempenho térmico da envoltória, a eficiência do(s) sistema(s) de aquecimento de água proposto (s) e as possíveis bonificações. Aplica-se também esse mesmo procedimento descrito para a unidade unifamiliar.
- Edificações multifamiliares: o resultado da avaliação de todas as unidades autônomas de uma edificação, são ponderadas por sua área, e é obtida a classificação;
- Áreas de uso comum: são avaliados os requisitos relativos à eficiência do sistema de iluminação artificial, do (s) sistema (s) de aquecimento de água, dos elevadores, das bombas centrífugas, dos equipamentos que serão instalados e das eventuais bonificações obtidas. A Classificação de áreas de uso comum é um item independente da classificação das unidades habitacionais e recebe sua própria Etiqueta (BRASIL, 2012).

Para análise das Unidades Habitacionais Autônomas, é usada a Equação 1. Nela é possível obter a Pontuação total da unidade.

Equação 1 – Pontuação Total do nível de eficiência da UH

$$PT_{UH} = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + Bonificações$$

Fonte: Equação 2.1 do BRASIL, 2012

Onde, EqNumEnv, é o equivalente numérico da envoltória, EqNumAA, é o equivalente numérico do sistema de aquecimento de água e “a” é o coeficiente definido pela Tabela 1 adotado de acordo com a região geográfica na qual a edificação está localizada.

Tabela 1 – Coeficiente da Equação 1

Coeficiente	Região Geográfica				
	Norte	Nordeste	Centro Oeste	Sudeste	Sul
a	0,95	0,90	0,65	0,65	0,65

Fonte: BRASIL, 2012

Para as regiões Norte e Nordeste, sempre que houver um sistema de água projetado ou instalado o coeficiente “a” usado na equação será igual a 0,65.

Através da Equação 1 obtêm-se um número de pontos que é a classificação final da UH autônoma. Para a edificação multifamiliar pondera-se o resultado da avaliação de todas as UH autônomas da edificação por sua área. A esses valores encontrados é atribuído um nível de eficiência que varia de A, mais eficiente, ao E, menos eficiente. O nível de eficiência de cada requisito equivale a um número de pontos correspondente, atribuídos, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Equivalente Numérico para cada nível de eficiência

Nível de Eficiência	Equivalente numérico (EqNum)
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: BRASIL, 2012

Para os itens que há pontuação em escala, o nível de eficiência energética é obtido através da Tabela 3.

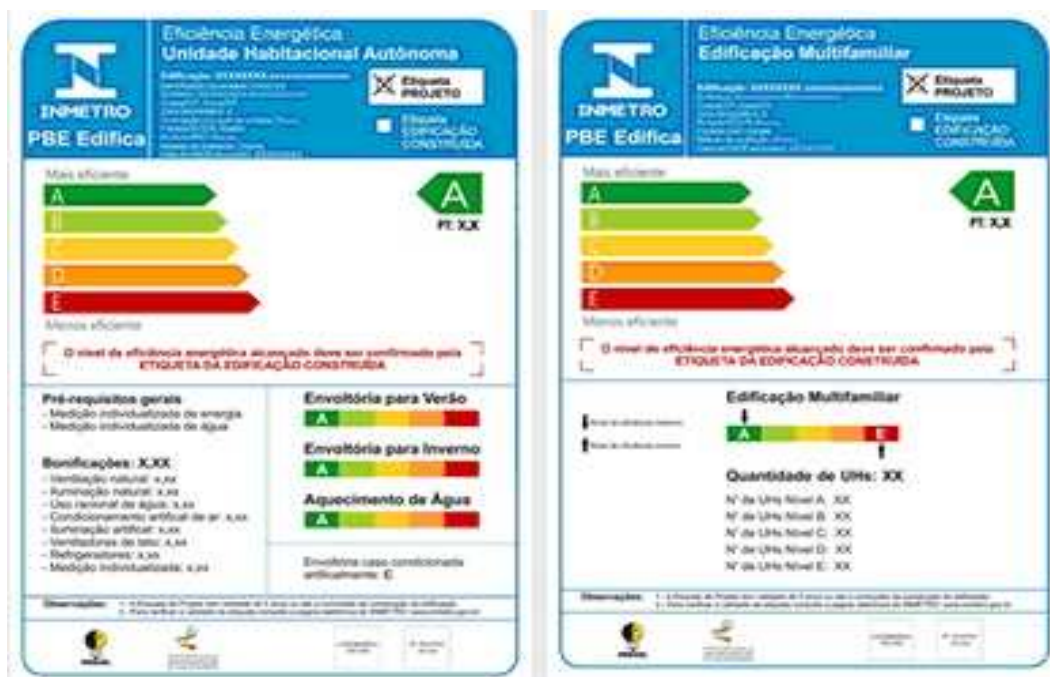
Tabela 3 – Classificação do nível de eficiência de acordo com a pontuação obtida.

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

Fonte: BRASIL, 2012

As etiquetas, portanto, são emitidas contendo o equivalente numérico total obtido após a avaliação da envoltória e do aquecimento de água da unidade mais a pontuação obtida pelas bonificações. A classificação também é identificada na etiqueta através dos níveis alcançados de acordo com a pontuação (PBE, 2016).

Figura 2 – Etiqueta Nacional de Consumo energético da UH



Fonte: PBE Edifica, 2016.

3.2.3 Envoltória

Envoltória é o conjunto de elementos de uma edificação que compõe uma superfície externa, ou seja, em contato com o meio exterior.

A envoltória é classificada através de um indicador de graus hora de resfriamento e de um indicador de consumo relativo para aquecimento e refrigeração. Esses indicadores são obtidos por equações em que se insere parâmetros relativos às características físicas e as propriedades térmicas dos materiais componentes da envoltória. Elas se diferenciam de acordo com a Zona Bioclimática e utilizam constantes indicadas no RTQ-R (BRASIL, 2012).

O indicador de graus – hora para resfriamento (GHR) é o indicador de desempenho térmico da envoltória da edificação ventilada naturalmente. O parâmetro Graus-hora de resfriamento é determinado pela somatória da diferença da temperatura operativa horária, que é o valor médio entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média do ambiente, nos ambientes de permanência prolongada, quando esta se encontra superior à temperatura de base. Essa temperatura de base equivale a 26°C para resfriamento. (BRASIL, 2012).

Os equivalentes numéricos da envoltória dos ambientes (EqNumEnvAmb) para resfriamento são obtidos através da Tabela 4, abaixo, no caso da Zona Bioclimática 8, em que se localiza a cidade de Campina Grande.

Tabela 4 – Equivalente numérico da envoltória do ambiente para resfriamento - Zona Bioclimática 8.

Eficiência	EqNumEnvAmb	Condição
A	5	$GHR \leq 5.209$
B	4	$5.209 < GHR \leq 8.365$
C	3	$8.365 < GHR \leq 11.520$
D	2	$11.520 < GHR \leq 14.676$
E	1	$GHR > 14.676$

Fonte: BRASIL, 2012

O consumo relativo para aquecimento (CA), dado em KWh/m², é o consumo anual de energia por metro quadrado necessário para aquecer o ambiente de permanência prolongada durante o período de 21h às 8h, com a temperatura mantida em 22°C. Da mesma forma que o indicador para resfriamento, o consumo para aquecimento é calculado em cada um dos ambientes de permanência prolongada através de equações que variam de acordo com a Zona Bioclimática em que a edificação se encontra (BRASIL, 2012).

Para as Zonas Bioclimáticas 5 a 8 não há equivalentes numéricos da envoltória dos ambientes (EqNumEnvAmb) para aquecimento, pois são cidades que não atingem baixas temperaturas e assim o aquecimento artificial não é avaliado. Dessa forma, a classificação da envoltória para as ZB5 a 8 é dada apenas para a situação de verão.

O nível de eficiência da envoltória quando condicionada artificialmente é apenas informativo, mas precisa ser calculado para qualquer edificação, mesmo que ela tenha ventilação natural. Calcula-se o consumo anual para refrigeração de cada dormitório, excluem-se os demais ambientes de permanência prolongada, através de equações específicas para a Zona Bioclimática em que se insere a edificação.

O equivalente numérico da envoltória do ambiente (EqNumEnvAmb) condicionado artificialmente (CR) é obtido pela Tabela 5 abaixo, para a Zona Bioclimática 8.

Tabela 5 – Equivalente numérico da envoltória do ambiente condicionado artificialmente para refrigeração - Zona Bioclimática 8.

Eficiência	EqNumEnvAmb	Condição (KWh/m² ano)
A	5	CR ≤ 24,138
B	4	24, 138 < CR ≤ 38,206
C	3	38,206 < CR ≤ 52,274
D	2	52,274 < CR ≤ 66,342
E	1	CR > 66, 342

Fonte: BRASIL, 2012

3.2.3.1 Pré-requisitos da Envoltória:

Os pré-requisitos para classificação da envoltória são: transmitância térmica, capacidade térmica, absorvância solar das superfícies, ventilação natural e iluminação natural.

a. Transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das superfícies:

Os parâmetros para a transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância são relativos a paredes externas e coberturas dos ambientes de permanência prolongada. Esses números usados como referência são dados em função da Zona Bioclimática em que a edificação se localiza e quando não atendidos a envoltória fica em no máximo nível C, que tem como equivalente numérico a pontuação 3 (BRASIL, 2012).

Para a Zona Bioclimática 8 temos os seguintes parâmetros, conforme Tabela 6 abaixo:

Tabela 6 – Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para a Zona Bioclimática 8.

Zona Bioclimática	Componente	Absorvância solar (adimensional)	Transmitância térmica [W/(m ² K)]	Capacidade térmica [kJ/(m ² K)]
ZB8	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	Sem exigência
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	Sem exigência
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,4$	$U \leq 1,50$	Sem exigência

Fonte: adaptação Tabela 3.1 do BRASIL, 2012

Para se obter o equivalente numérico da envoltória da UH para resfriamento deve-se fazer a ponderação dos Equivalentes Numéricos do Ambiente para Resfriamento pelas áreas úteis dos ambientes avaliados.

b. Ventilação natural:

As Unidade Habitacionais devem atender a dois pré-requisitos de ventilação natural: percentual de área mínima de abertura para ventilação em cada ambiente e ventilação cruzada na Unidade Habitacional.

Os ambientes de permanência prolongada devem possuir área mínima para ventilação em relação a área do seu respectivo piso. Para a Zona Bioclimática 8 esse percentual de área efetiva de abertura para ventilação é de 10% em relação a área útil do ambiente analisado.

Para se chegar a área efetiva para ventilação é necessário que os caixilhos das esquadrias sejam descontados. Além da porcentagem a ser atingida, para que a Unidade Habitacional alcance nível A, pelo menos 50% dos banheiros devem possuir ventilação natural. No caso de banheiros voltados para prismas ou poços de ventilação serão considerados como ventilados se atenderem ao mesmo percentual estipulado acima para os ambientes de permanência prolongada. O não atendimento desse pré-requisito implica em classificar a envoltória década ambiente em no máximo nível B (BRASIL, 2012).

A ventilação cruzada deve ser atendida nas Zonas Bioclimáticas 2 a 8, proporcionada por aberturas externas e internas. As portas de acesso a edificação e de serviço não são computadas como aberturas para ventilação. Devem haver aberturas em pelo menos duas fachadas, opostas ou adjacentes, que permitam que o ar flua atendendo condições de conforto e higiene. Essas devem atender a proporção, dada abaixo pela equação 2:

Equação 2 – Proporção das aberturas para ventilação natural

$$A2/A1 \geq 0,25$$

Fonte: Equação 3.5 do BRASIL, 2012

c. Iluminação natural:

A iluminação nos ambientes de permanência prolongada deve ser feita através de uma ou mais aberturas para o exterior. Em cada ambiente de permanência prolongada

analisado, deve-se ter área de abertura (s) na proporção de 12,5% da área útil do mesmo. Não atendendo a este pré-requisito, o nível máximo que a envoltória poderá atingir, será C. Esse parâmetro vale tanto para aquecimento e resfriamento quanto para refrigeração (BRASIL, 2012).

Assim como para ventilação, deve ser calculada a área efetiva que a esquadria possui para iluminação, descontando-se os caixilhos.

3.2.4 Sistema de aquecimento de água

Para que a avaliação dos sistemas de aquecimento de água seja realizada esses devem ser entregues instalados. Não são considerados, portanto, sistemas de espera para futuras instalações desses sistemas.

Como pré-requisito para alcançar dos níveis A e B, o projeto de instalações hidrossanitárias devem adotar para tubulações não metálicas para água quente isolamento de 1 cm para qualquer diâmetro. A condutividades térmica deve ficar entre 0,032 e 0,040 W/ mK.

Para o caso de tubulações metálicas para água quente deve-se comprovar que possuem isolamento térmico com espessura mínima de acordo com a Tabela 7. Essa espessura varia de acordo com o diâmetro nominal.

Tabela 7 – Espessura mínima de isolamento de tubulações para aquecimento de água

Temperatura da água (°C)	Condutividade térmica (W/mK)	Diâmetro nominal da tubulação (mm)	
		< 40	≥ 40
T ≥ 38	0,032 a 0,040	1,0 cm	2,5 cm

Fonte: BRASIL, 2012.

O RTQ-R descreve 5 sistemas de aquecimento de água os pré-requisitos deferentes a cada um deles: aquecimento solar, a gás, bombas de calor, elétrico e caldeiras de óleo.

Em todos os sistemas de aquecimento de água é possível se obter nível A na avaliação desses quando os critérios específicos de cada um forem atendidos, exceto no sistema elétrico. Nesses é possível que se atinja no máximo nível D quando instalados.

Nos chuveiros com potência menor ou igual a 4600 W, a classificação é D, mas em aparelhos com potência superior a esse valor a classificação é E. Os equipamentos que não possuem Selo Procel receberão classificação E.

Nas regiões Norte e Nordeste, caso não seja prevista a instalação de sistema de aquecimento de água na UH, deve-se adotar o equivalente numérico para igual a 2 ou nível D nesse quesito (BRASIL, 2012).

3.2.5 Bonificações

Os bônus do RTQ-R são ações que aumentem a eficiência da unidade habitacional e que podem ser somados em até 1 ponto na classificação final. Essas bonificações são independentes entre si, cada uma recebe um valor numérico e podem ser alcançadas parcialmente.

As bonificações são divididas em 8 itens com suas respectivas pontuações:

- Ventilação natural: sua pontuação pode variar de zero a 0,40 pontos;
- Iluminação natural: sua pontuação pode variar de zero a 0,30 pontos;
- Uso racional de água: sua pontuação varia de zero a 0,20 pontos;
- Condicionamento artificial de ar: sua pontuação varia de zero a 0,20 pontos;
- Iluminação artificial: sua pontuação varia de zero a 0,10 pontos;
- Ventiladores de teto instalados: sua pontuação varia de zero a 0,10 pontos;
- Refrigeradores instalados: sua pontuação varia de zero a 0,10 pontos;
- Medição individualizada de água: sua pontuação varia de zero a 0,10 pontos.

3.3 Construtora de grande porte

A construtora de grande porte, objeto desse trabalho, hoje, comercializa em média 40 mil apartamentos por ano (CONSTRUTORA, 2016) e por isso procura pensar na

construção civil como uma indústria. Esse modelo possibilita construções mais rápidas, eficientes e a um custo menor. Para que esse sistema industrial pudesse funcionar, a empresa adotou um sistema de tipologias padronizadas chamadas popularmente de “H”.

A tipologia “H”, nome ganho devido a forma do edifício semelhante a letra, é comum na construção civil. Isso se deve a sua facilidade de implantação no terreno, pela possibilidade de geminação de dois blocos e de se conseguir chegar a plantas de dimensões menores, em comparação com outras soluções. Na Construtora, essa tipologia tem no máximo 5 pavimentos, pois fica isenta de elevador, e os métodos construtivos adotados são alvenaria estrutural e parede de concreto.

Figura 3 – Exemplo de implantação utilizando a tipologia “H” isolada e geminada



Fonte: Construtora, 2016.

A grande maioria das obras da construtora é integrante do Programa Minha Casa Minha Vida do governo federal enquadradas nas faixas 02 e 03 que visam comercializar para famílias com renda entre 03 a 06 e de 06 a 10 salários mínimos respectivamente. O programa estabelece um valor de venda máximo para as edificações de acordo com a cidade em que o empreendimento se localiza e a faixa

em que se enquadra e cabe a construtora adotar medidas que viabilizem a comercialização das habitações.

O Programa MCMV possui uma Cartilha que estabelece parâmetros a serem respeitados em todos os projetos que dele participam. Dentre outros pré-requisitos, quando se refere a edificação, a Cartilha determina:

- Pé-direito superior a 2,20m nos banheiros, cozinhas e circulações com forro rebaixado e 2,40 m para os demais ambientes;
- 3% de vagas e unidades destinadas e adaptadas para portadores de necessidades especiais seguindo o que descreve a NBR 9050/ 2015;
- Acesso a todas as áreas de uso comum para todos os moradores, incluindo o portador de necessidades especiais garantindo o determinado na NBR 9050/ 2015;
- Plantas com área mínima de 42m² e/ou 37m² de área útil.

Dentro das diretrizes do programa, a Construtora desenvolveu plantas com a área mínima determinada de 42m². Essas sofrem variações nos cômodos, aberturas, áreas de uso frequente, entre outros, de acordo com as legislações urbanísticas das cidades. Mas de uma maneira geral foi possível agrupar as plantas em menos de 10 variações dentro de cada sistema construtivo adotado.

As plantas, portanto, podem ser replicadas garantindo maior eficiência e redução do tempo na construção, diminui-se a incidência de erros e de desperdício de materiais, dentre outros benefícios.

A Construtora comercializa as habitações com acabamentos padronizados, são eles: piso, soleira, bancada das pias, azulejos e louças. Esses materiais entram no custo da construção e assim no enquadramento do MCMV. Porém, a construtora não limita os clientes a obterem apenas os acabamentos padrões, de menor custo, ela oferece 3 tipos de KIT's que possibilitam variação dos tipos de materiais e o morador pode escolher entre eles. Esses KIT's vendidos separadamente não entram no valor de enquadramento do MCMV, eles embora diluídos no financiamento, são adquiridos a

parte, o que permite ao comprador adquirir uma melhoria em sua habitação a um baixo custo mensal, já que, este dividido nas parcelas no financiamento.

4. METODOLOGIA

4.1 Metodologia para Determinação da eficiência energética: aplicação do RTQ-R, 2012

4.1.1 Metodologia para classificar a envoltória:

Para a determinação do equivalente numérico da envoltória nesse trabalho, será utilizada a planilha de cálculo disponibilizada no site do PBE Edifica (PROCEL, 2016). Essa planilha foi desenvolvida pelo LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações e é uma ferramenta de apoio à classificação do nível de eficiência energética de edificações unifamiliares autônomas. Nela são inseridos dados referentes as propriedades da edificação e os cálculos e o equivalente numérico são obtidos através desse preenchimento (PROCEL, 2016).

Tabela 8 – Planilha de Classificação da UH – Envoltória e pré-requisitos dos ambientes

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	
Ambiente	Identificação	adimensional	
	Área útil do APP	m ²	
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	
	Contato com solo	adimensional	
	Sobre Pilotis	adimensional	
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	
	CTcob	kJ/m ² .K	
	αcob	adimensional	
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	
	CTpar	kJ/m ² .K	
	αpar	adimensional	
Característica construtiva	CTbaixa	binário	
	CTalta	binário	
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m ²	
	SUL	m ²	
	LESTE	m ²	
	OESTE	m ²	
	NORTE	m ²	

Áreas de Aberturas Externas	SUL	m ²	
	LESTE	m ²	
	OESTE	m ²	
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	
	Somb	adimensional	
Características Gerais	Área das Paredes Internas	m ²	
	Pé Direito	m	
	C altura	adimensional	
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	
	vid	binário	
	Uvid	W/m ² .K	
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	#
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	#
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	#

Pré-requisitos por ambiente				
Pré Requisitos da Envoltória	Paredes externas	Upar, Ctpar e qpar atendem?	Sim	
	Cobertura	Ucob, Ctcob e acob atendem?	Sim	
	Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório?		
		Há corredor no Ambiente?		
		Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste corredor?		
	Iluminação Natural	Área de abertura para iluminação [m ²]		
		Ai/Auamb (%)		
		Atende 12,5%?		
	Ventilação Natural	Área de abertura para ventilação		
		Av/Auamb (%)		
		Atende % mínima?		
		Tipo de abertura		
		Abertura passível de fechamento?		
		ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?		
	Atende?		Não	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente		
	Envoltória para Verão		#
			1,00
	Envoltória para Inverno		#
			Não se aplica
Envoltória se Refrigeração Artificialmente		#	
		1,00	

Fonte: PROCEL, 2016

Na Tabela 8, foram inseridos os dados de cada ambiente de permanência prolongada como: área útil, se a UH está em contato com solo ou cobertura, propriedades térmicas da cobertura e paredes, área das aberturas e das paredes, orientação solar, entre outros. As propriedades térmicas das paredes e cobertura foram retiradas do Anexo Geral V do RTQ-R. As áreas de abertura para iluminação e ventilação foram calculadas manualmente retirando-se os caixilhos para obter apenas as áreas efetivas no caso da ventilação e também as áreas envidraçadas no caso do cálculo das áreas efetivas de iluminação, para cada situação.

Após preenchidos os campos da Tabela 8, a classificação da envoltória para resfriamento e para envoltória refrigerada artificialmente foi obtida.

4.1.2 Metodologia para avaliar os Pré-requisitos da envoltória:

Os pré-requisitos para avaliação da envoltória também foram avaliados através da Planilha de Classificação desenvolvida pelo LABEEE. Nessa planilha há uma aba específica para preenchimento desses itens: medição individualizada de água, medição individualizada de energia, ventilação cruzada e ventilação natural nos banheiros.

No campo das medições individualizadas de água e energia o preenchimento deve ser feito com sim ou não. Na ventilação cruzada precisam ser preenchidas as áreas de abertura de ventilação de todas as fachadas, incluindo as aberturas de banheiro cozinha e área de serviço. Essas áreas de abertura foram calculadas excluindo-se os caixilhos. Na ventilação natural do banheiro deve-se inserir o número de banheiros da UH e quantos deles possuem ventilação natural.

Tabela 9 – Planilha de Classificação da UH – Pré-requisitos da UH

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?		
	Medição individual de energia?		
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	
		Área Aberturas orientação Sul	
Área Aberturas orientação Leste			

		Área Aberturas orientação Oeste	
		A2/A1	
		Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?	
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	
		Nº Banheiros com ventilação natural	
		Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
	Envoltória para Verão		
	Envoltória para Inverno		
	Envoltória se Refrigerada Artificialmente		

Equivalente numérico da envoltória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos restantes	Nota final da envoltória da UH
	Não preenchido	Não preenchido
	Não preenchido	Não preenchido

Fonte: PROCEL, 2016

4.1.3 Metodologia para determinação das bonificações:

Para obter a soma total das bonificações também há uma aba na planilha de classificação de eficiência.

Tabela 10 – Planilha de Classificação da UH – Bonificações

Bonificações			
Bonificação Ventilação Natural	Porosidade	ATAVN (m ²)	0
		AATVS (m ²)	0
		AATVL (m ²)	0
		AATVO (m ²)	0
		ATFN (m ²)	
		ATFS (m ²)	
		ATFL (m ²)	
		ATFNO (m ²)	
		Pavimento da UH	

		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	0,0%
		Porosidade Sul	0,0%
		Porosidade Leste	0,0%
		Porosidade Oeste	0,0%
		Atende pelo menos 2 fachadas?	Não
		Bonificação	0
	Dispositivos Especiais	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	
		Quais dispositivos?	
		Bonificação	0
	Centro Geométrico	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	
		Bonificação	0
Permeabilidade	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre $\geq 30\%$ da área da abertura?		
	Bonificação	0	
Bonificação Iluminação Natural	Profundidade	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_a$?	
		Bonificação	0
	Refletância Teto	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	
		Bonificação	0
Outras Bonificações	Uso Racional de Água	Bonificação de uso racional de água	
	Condicionamento Artificial de Ar	Bonificação de condicionamento artificial de ar	
	Iluminação Artificial	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)	
		Bonificação	0
	Ventiladores de Teto	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?	
		Bonificação	0
Refrigeradores	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel?		

		Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?	
		Bonificação	0
	Medição Individualizada de Aquecimento de Água	Apresenta medição individualizada de água quente?	
		Bonificação	0
Total de bonificações			0

Fonte: PROCEL, 2016

Na bonificação referente a ventilação natural foram preenchidas as áreas totais das fachadas para cada orientação solar. A planilha traz automaticamente da aba de pré-requisitos, preenchida anteriormente, as áreas de ventilação de cada fachada. Com esses campos é avaliada a porosidade que bonifica em 0,12 pontos.

Para pontuar em relação os dispositivos especiais, todos os ambientes de permanência prolongada devem fazer uso dos mesmos em suas aberturas, e a pontuação é de 0,16 pontos. Há também a pontuação referente ao centro geométrico das aberturas e a permeabilidade.

Na ZB8 as aberturas intermediárias precisam apresentar permeabilidade em relação a circulação do ar através de dispositivos que tenham área livre de 30% da abertura intermediária quando essa estiver fechada e deve ser passível de fechamento – pontuação de 0,06 (BRASIL, 2012).

Na bonificação de iluminação natural foi medida a profundidade dos ambientes de permanência prolongada, cozinha e área de serviço e para verificação do atendimento desse item, foi usada a Equação 4 (BRASIL, 2012).

Equação 4 – Cálculo de profundidade dos ambientes

$$P \geq 2,4 \times h$$

Fonte: PROCEL, 2016

Onde P é a profundidade do ambiente e h é a distância medida entre o piso e a altura máxima da abertura para iluminação excluindo-se os caixilhos. A profundidade quando atendida gera bônus de 0,20 pontos (BRASIL, 2012).

Os ambientes de permanência prolongada, cozinha e área de serviço terão que ter refletância menor que 0,6. Atender a esse item gera um bônus de 0,10 pontos.

4.1.4 Avaliação do sistema de aquecimento de água:

A última aba da planilha de classificação é referente ao sistema de aquecimento de água. Nela são colocados dados dos sistemas entregues instalados.

Tabela 11 – Planilha de Classificação da UH – Aquecimento de água

Pré-requisitos do sistema de aquecimento de água	As tubulações para água quente são apropriadas para a função de condução a que se destinam e atendem às normas técnicas de produtos aplicáveis?	
	A edificação apresenta sistema de aquecimento de água?	
	A edificação pertence a região Norte ou Nordeste?	
	O sistema apresenta aquecimento solar?	
	A estrutura do reservatório apresenta resistência térmica maior ou igual a 2,20 (m ² K)/W ?	
	Atende?	Sim
	As tubulações para água quente são metálicas?	
	A condutividade térmica da tubulação está entre 0,032 e 0,040 W/(mK)?	
	Diâmetro nominal da tubulação (cm)	
	Espessura do isolamento (cm)	
	Condutividade do material alternativo à temperatura média indicada para a temperatura da água (W/mK)	
	Atende?	
	A maior classificação que a UH pode atingir em aquecimento de água é:	
Sistema de aquecimento Solar	Os coletores solares possuem ENCE A ou B ou Selo Procel e os reservatórios apresentam Selo Procel?	

	Qual é o volume de armazenamento real do reservatório (litros)?	
	Qual é a área de coletores solares existente? (m ²)	
	Volume de reservatório por área de coletor (litros/m ²)	
	Sistemas de aquecimento solar com backup por resistência elétrica. Equivalente à fração solar anual.	
	Demanda	
	Classificação	

Sistema de aquecimento a Gás	Pré-requisito: os aquecedores a gás do tipo instantâneo e de acumulação possuem ENCE A ou B?	
	Potência do sistema de aquecimento e volume de armazenamento dentro da variação de + ou - 20%?	
	Demanda	
	Classificação	

Bombas de Calor	Insira o COP do Equipamento (W/W)	
	Demanda	
	Classificação	

Sistema de Aquecimento Elétrico		
Aquecedores elétricos de passagem, chuveiros elétricos e torneiras elétricas	Insira a Potência Máxima do Equipamento (W)	
	Demanda	
	Classificação	
Aquecedor elétrico de Hidromassagem	Insira a Potência Máxima do Equipamento (W)	
	Demanda	
	Classificação	
Aquecedores elétricos por acumulação (Boiler)	Escolha uma opção ao lado:	
	Demanda	
	Classificação	

Caldeiras a óleo	Apresenta Caldeira a óleo?	
	Demanda	
	Classificação	

Nota final para o aquecimento de água	
--	--

Fonte: PROCEL, 2016

Porém devido ao curto espaço de tempo para desenvolvimento desse trabalho, não haverá proposta de entrega desse item. Ela deverá ser estudada em outra ocasião e envolverá os custos que um sistema instalado irá significar para cada habitação em avaliação conjunta ao enquadramento no MCMV. Portanto, conforme sugere o RTQ-R, 2012 para a região Nordeste, caso não exista sistema de aquecimento de água instalado na unidade habitacional, foi dotado o equivalente numérico de aquecimento de água 2, nível D.

4.1.5 Classificação das UH's do empreendimento

A orientação solar das fachadas é fator de avaliação, peso e diferenciação dos apartamentos e por isso, foi feita uma planilha para cada situação diferente de implantação das edificações no terreno.

Foram também preenchidas planilhas diferenciadas em relação ao pavimento em que se encontra a UH e a tipologia do apartamento.

Há 186 habitações com 2 quartos, todas idênticas e com mesma área, e 9 são tipologias destinadas ao portador de mobilidade reduzida e possuem 1 quarto. Essa última, possui as adaptações necessárias ao atendimento da NBR 9050, e estas unidades possuem áreas iguais entre si.

Os itens da envoltória: características térmicas da parede e da cobertura, aberturas nas fachadas e áreas de parede são todos iguais. Isso se deve ao fato da Construtora utilizar uma tipologia padrão que foi replicada no empreendimento. Portanto, as UH's não precisarão ser analisadas separadamente nesse quesito.

A classificação das unidades habitacionais foi feita em três momentos:

- Classificação das unidades na situação em que se encontra o projeto atual;
- Classificação das unidades com modificações no projeto arquitetônico para melhorias de desempenho;
- Classificação das unidades com as melhorias do projeto mais proposta de comercialização de itens que podem aumentar o desempenho.

Em seguida, após todas as Unidades de um mesmo bloco serem avaliadas e sua pontuação total encontrada, foi feita a ponderação da classificação das unidades habitacionais autônomas pela área útil das mesmas. Dessa forma foi possível chegar ao nível de eficiência da edificação multifamiliar, ou seja, a classificação de cada bloco do empreendimento.

4.1.6 Verificação dos custos das melhorias

As propostas de melhorias para aumentar o desempenho das UH's deverão passar por uma análise de custos. Isso porque as habitações participantes do MCMV têm um valor máximo de avaliação para venda que não pode ser extrapolado ou a unidade poderá se desenquadrar do programa. Além disso, o aumento de custos não pode ser prejudicial para os lucros esperados pela Construtora ou será inviável aplicar a ENCE.

O valor total acrescido com as sugestões de modificação da UH foi diluído em cada apartamento para que se encontrasse o seu custo final de venda. Dentro desse, foi incluída a porcentagem de lucro que a Construtora espera alcançar e assim foi possível chegar ao valor final de venda de cada apartamento.

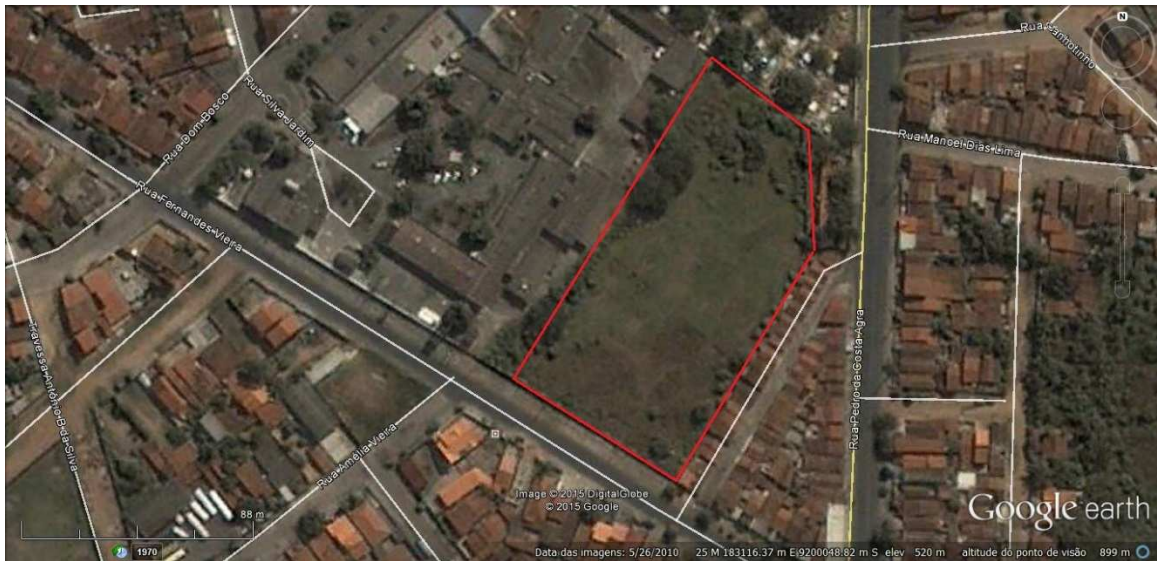
Feitos os levantamentos de custo, foi possível chegar a uma porcentagem de aumento no valor de venda da edificação. Essa porcentagem pode ser utilizada como parâmetro para entender o quanto as alterações em projeto arquitetônico, para se ter uma habitação eficiente energeticamente, podem crescer ao valor final da mesma.

5. ESTUDO DE CASO

5.1 Descrição do empreendimento

O empreendimento analisado nesse trabalho pertencente a Construtora, com um terreno de 9.628,95 m², localiza-se no Bairro José Pinheiro, na cidade de Campina Grande, Paraíba.

Figura 4 – Localização do terreno referente ao condomínio objeto de estudo

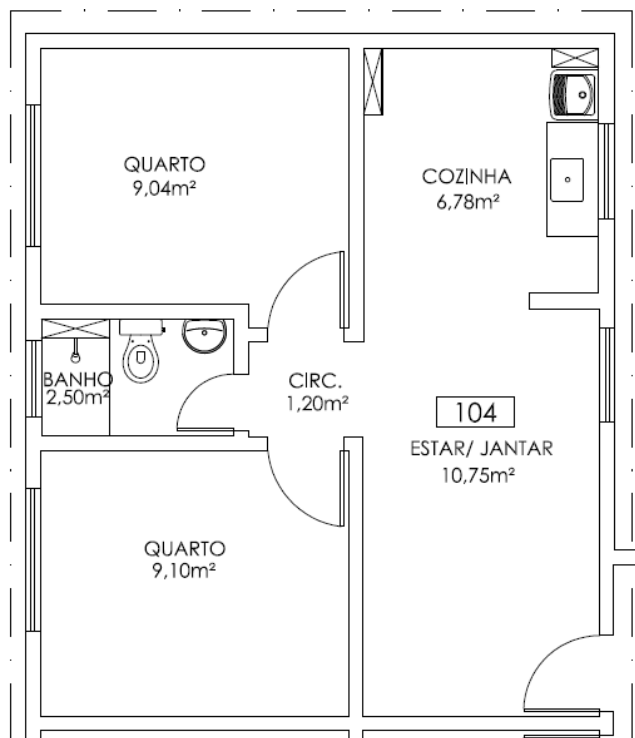


Fonte: Modificado – Google Earth, data: 03/03/2016

O projeto possui 12 blocos de edificações de 4 unidades habitacionais por andar e com 4 pavimentos. Eles se diferenciam em dois tipos de acordo com a tipologia, como pode ser visto nas figuras 5 e 6:

- Dois quartos, sala, cozinha, banheiro e área de serviço;

Figura 5 – Apartamento de 2 quartos do empreendimento objeto de estudo



Fonte: Construtora

- Um quarto, sala, cozinha, banheiro e área de serviço com adaptações para portador de mobilidade reduzida;

Figura 6 – Apartamento de 1 quarto adaptado para portador de mobilidade reduzida do empreendimento objeto de estudo



Fonte: Construtora

Não foi possível, agrupar esses blocos em apenas dois conjuntos, visto que, há orientações solares distintas dentro do condomínio.

Figura 7 – Implantação do empreendimento objeto de estudo

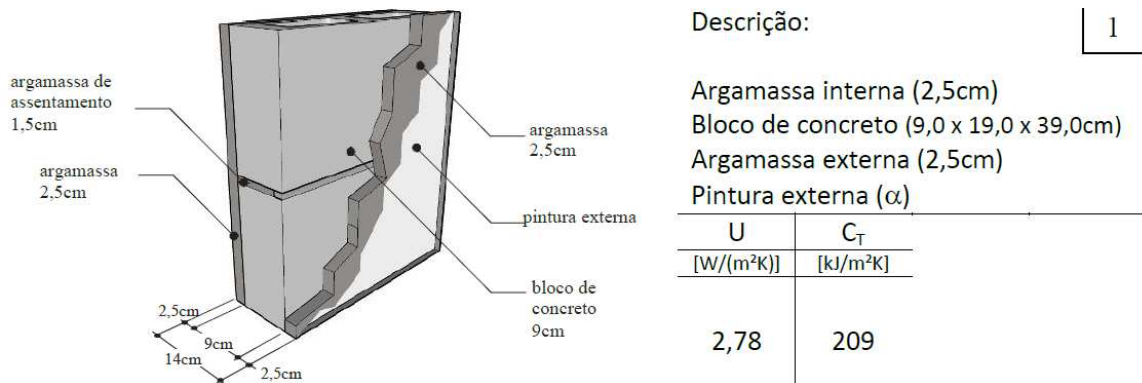


Fonte: Construtora

5.2 Descrição dos materiais construtivos e de acabamento das unidades habitacionais

Todas as unidades habitacionais do empreendimento são construídas no sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto. Esses têm dimensões de 9,0 x 19,0 x 39,0 cm. As paredes possuem argamassa interna e externa de 2,5cm e pintura, totalizando assim, 14cm no total. Para esse tipo de parede temos, segundo o Anexo Geral V do RTQ-R, 2012 os índices conforme Figura 8.

Figura 8 – Ilustração do sistema construtivo das unidades habitacionais do empreendimento em estudo



Fonte: Anexo Geral V do BRASIL, 2012.

A cor da tinta utilizada para pintura externa desses Blocos foi a cor areia e seu índice de absorção, utilizado nos cálculos da avaliação, será de 39,0, retirado do Anexo Geral V do RTQ-R, 2012 para tinta Látex PVA fosca.

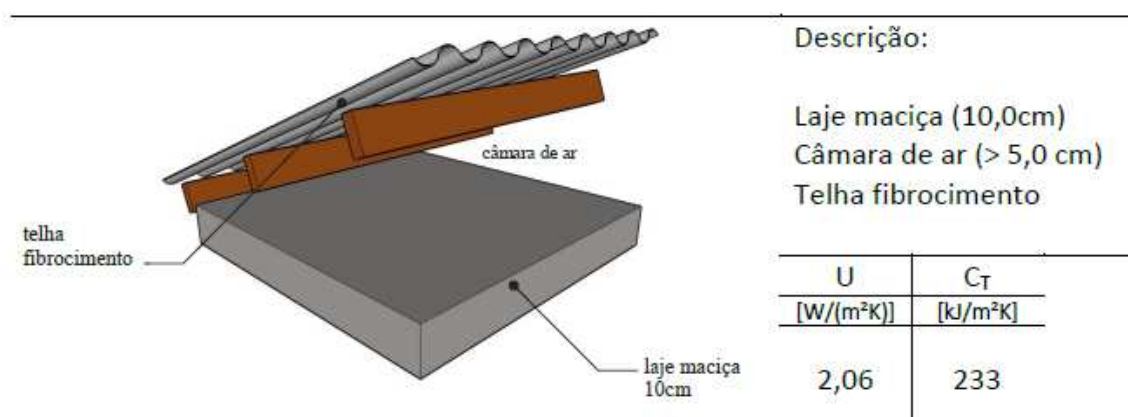
Figura 9 – Absortância da cor do revestimento das paredes das unidades habitacionais do empreendimento em estudo

	Tipo	Número	Cor	Nome	α
Látex PVA Fosca		34		Amarelo Canário	29,3
		35		Amarelo Terra	61,4
		36		Areia	39,0
		37		Azul angra	32,3
		38		Bianco Sereno	26,6
		39		Branco	11,1

Fonte: Anexo Geral V do BRASIL, 2012.

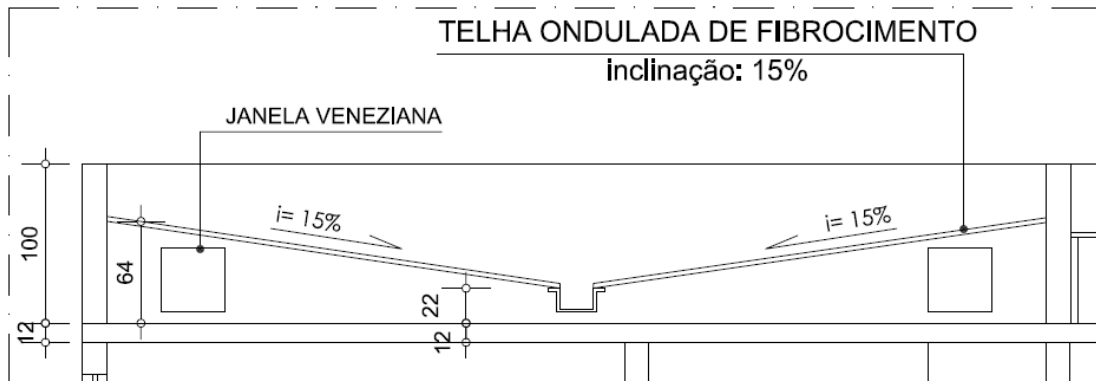
O sistema de cobertura das edificações é feito em telha fibrocimento, com inclinação de 15% e, portanto, câmara de ar maior que 5,0cm e laje maciça de 10cm. Para esse tipo de cobertura temos, segundo o Anexo Geral V do RTQ-R, 2012, os índices conforme Figura 10. A telha em fibrocimento é utilizada na cor natural de fabricação e por isso foi usada a absorção solar referente a cor Concreto do Anexo Geral V do RTQ-R, 2012, por ser a que mais se assemelha a esta.

Figura 10 – Ilustração do sistema de cobertura das unidades habitacionais do empreendimento em estudo



Fonte: Anexo Geral V BRASIL, 2012.

Figura 11 – Detalhamento em corte da cobertura



Fonte: Adaptado do detalhamento fornecido pela Construtora

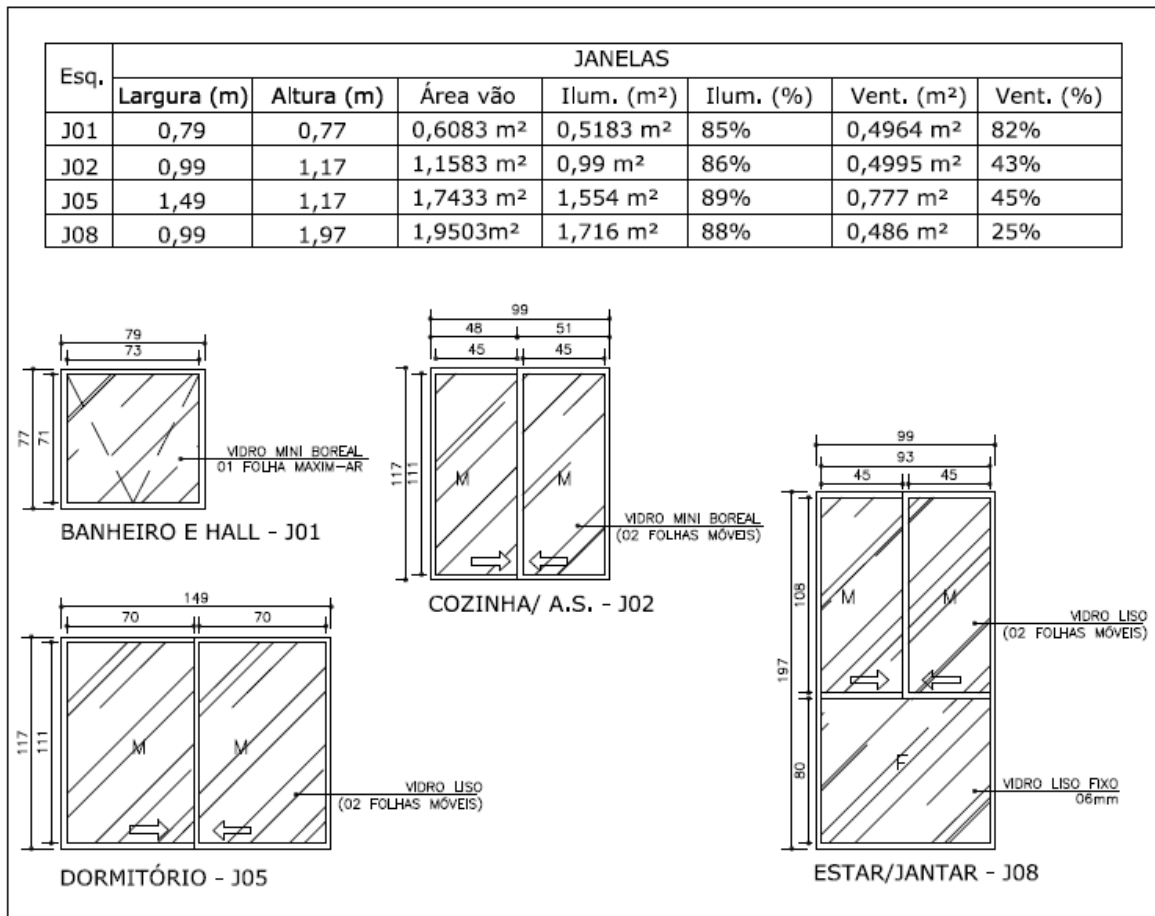
Figura 12 – Absortância da cor utilizada para a cobertura em telha de fibrocimento das unidades habitacionais do empreendimento em estudo

	Tipo	Número	Cor	Nome	α
Acrílica Fosca		52		Camurça	55,8
		53		Concreto	71,5
		54		Marfim	26,7
		55		Marrocos	54,7
		56		Mel	41,8
		57		Palha	27,2

Fonte: Anexo Geral V do BRASIL, 2012.

As janelas utilizadas nos apartamentos são em alumínio com vidro, sendo liso nos dormitórios e sala e do tipo Mini Boreal na cozinha e banheiro, e tem dimensões variadas de acordo com o ambiente em que se encontram. Nenhuma dessas janelas possui dispositivo de proteção solar e todas as instaladas nos ambientes de permanência prolongada são de correr. Abaixo, segue o detalhamento de cada uma delas e suas áreas efetivas de iluminação e ventilação.

Figura 13 – Detalhamento das janelas das unidades habitacionais autônomas



Fonte: Adaptado do detalhamento fornecido pela Construtora

Além dessas acima, será utilizada nos cálculos de iluminação e ventilação das unidades habitacionais autônomas, a porta de acesso ao quintal interno para os apartamentos que a possuírem. Ela possui dimensão de 1,0m x 2,10m em vidro liso. Tendo portanto, área de iluminação e ventilação de 2,10m².

Os banheiros das unidades possuem iluminação e ventilação natural através de uma janela máximo ar. Esse item permite com que os apartamentos atendam ao pré-requisito de 50% dos banheiros naturalmente ventilados. A bacia sanitária é de duplo acionamento e a torneira possui arejador de vazão, não só a torneira do banheiro como a da cozinha.

No que diz respeito a iluminação artificial a Construtora não entrega lâmpadas instaladas nas edificações.

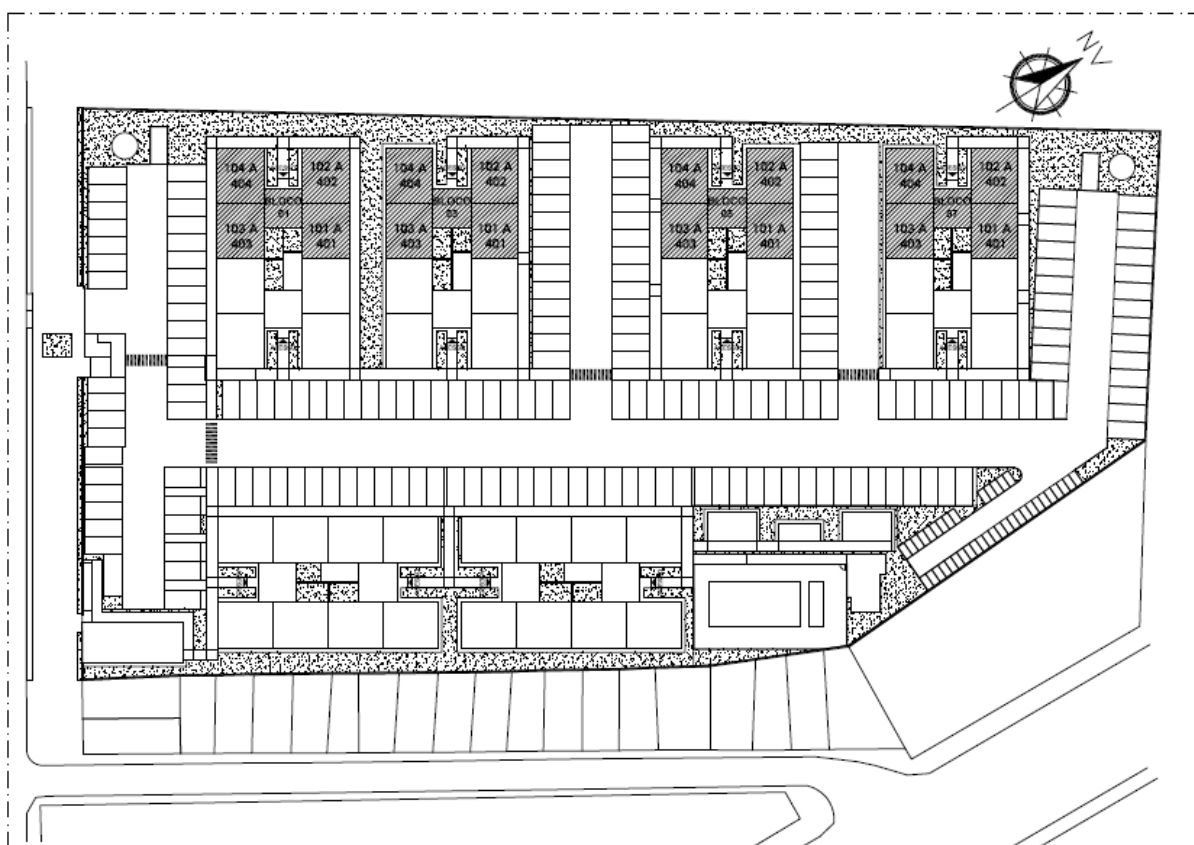
5.3 Descrição dos Blocos e agrupamento por semelhança

Os 12 Blocos do condomínio possuem 4 pavimentos e em todos os andares o pé-direito é de 2,60m.

Os Blocos 01, 03, 05 e 07 além de possuírem plantas iguais, com dois quartos, possuem a mesma orientação solar. Nesses os apartamentos:

- 101 a 401 possuem fachadas voltadas para Norte e Sul. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;
- 102 a 402 possuem fachadas voltadas para Norte, Oeste e Sul. Sendo que as aberturas para Norte e Sul;
- 103 a 403 possuem fachadas voltadas para Norte e Sul. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;
- 104 a 404 possuem fachadas voltadas para Norte, Oeste e Sul. Sendo que as aberturas para Norte e Sul;

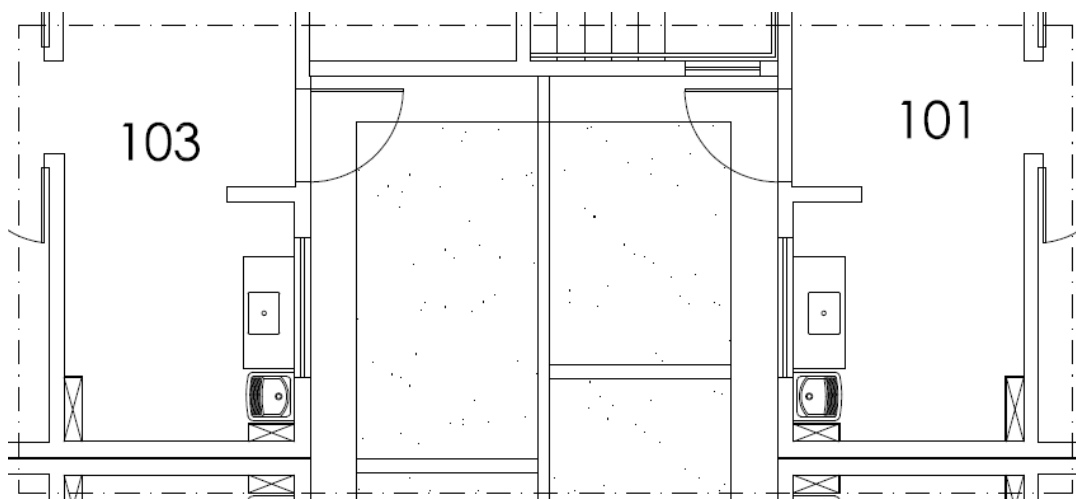
Figura 14 – Implantação dos Blocos 01, 03, 05 e 07



Fonte: Construtora

Nesses Blocos ainda, os apartamentos 101 e 103 possuem área de quintal dentro do átrio da edificação com acesso pela sala.

Figura 15 – Acesso área de quintal apartamentos 101 e 103

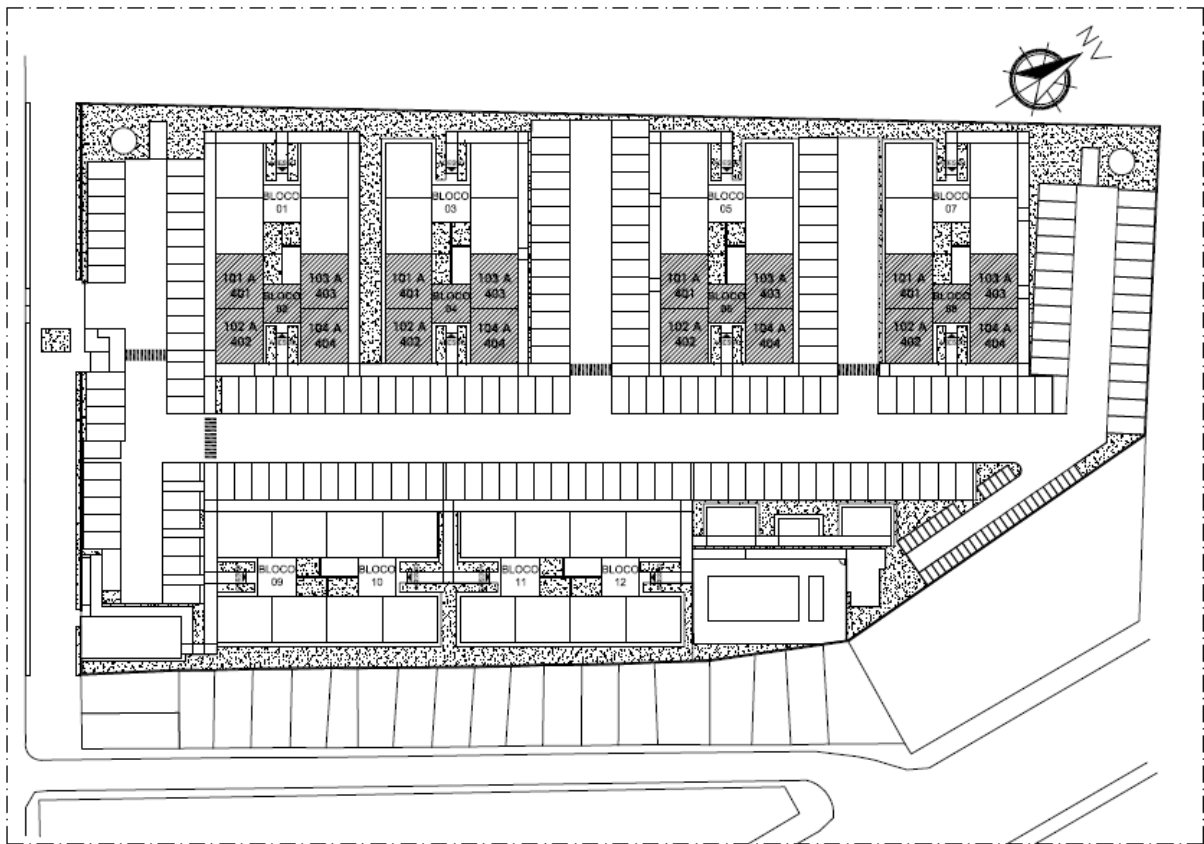


Fonte: Construtora

Os Blocos 02, 04, 06 e 08 também possuem plantas e orientação solar iguais e dois quartos. Nesses os apartamentos:

- 101 a 401 possuem fachadas voltadas para Norte e Sul. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;
- 102 a 402 possuem fachadas voltadas para Norte, Leste e Sul. Sendo que as aberturas para Norte e Sul;
- 103 a 403 possuem fachadas voltadas para Norte e Sul. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;
- 104 a 404 possuem fachadas voltadas para Norte, Leste e Sul. Sendo que as aberturas para Norte e Sul;

Figura 16 – Implantação dos Blocos 02, 04, 06 e 08



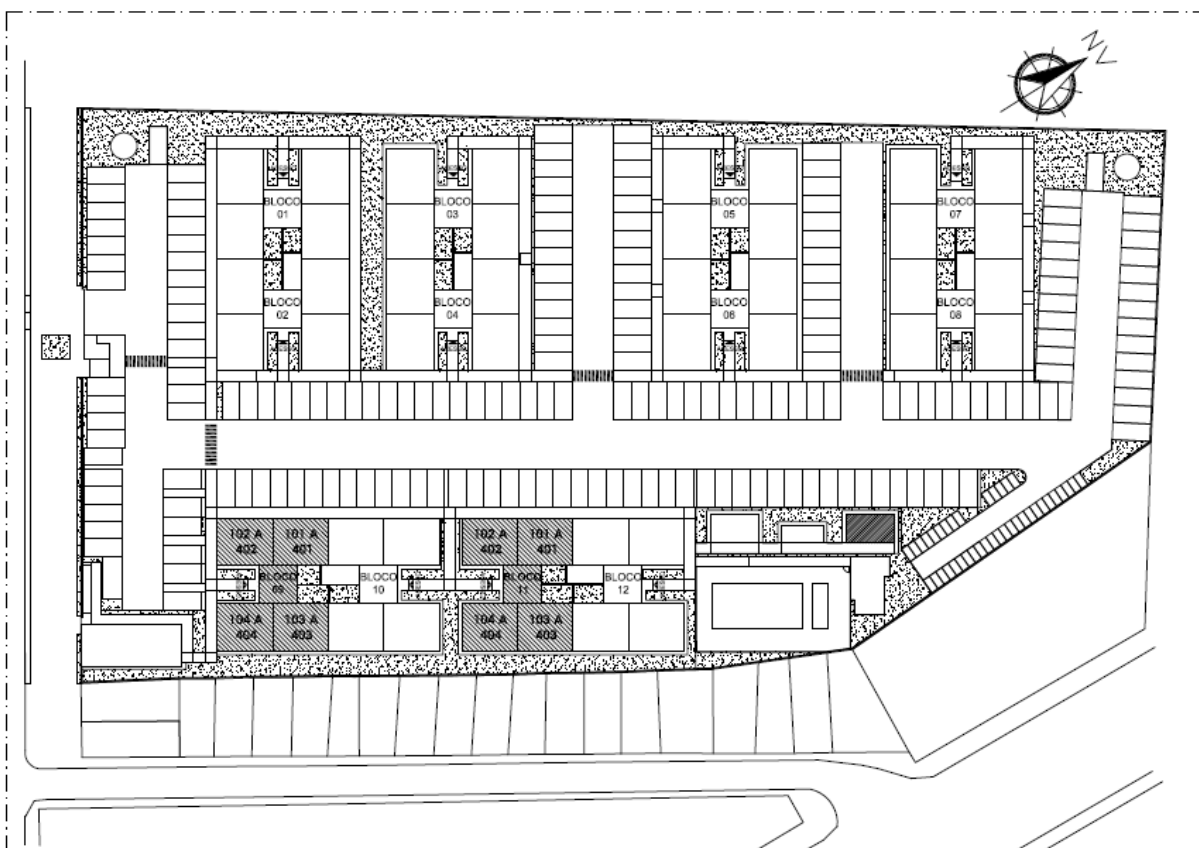
Fonte: Construtora

Nesses Blocos apenas o apartamento 101 possui área de quintal dentro do átrio da edificação com acesso pela sala.

Os Blocos 09 e 11 possuem plantas e orientação solar iguais. Eles possuem os apartamentos 102 e 104 destinados aos portadores de mobilidade reduzida. Os seus apartamentos:

- 101 a 401 possuem fachadas voltadas para Leste e Oeste. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;
- 102 a 402 possuem fachadas voltadas para Leste, Oeste e Sul. Sendo que as aberturas para Leste e Oeste;
- 103 a 403 possuem fachadas voltadas para Leste e Oeste. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;
- 104 a 404 possuem fachadas voltadas para Leste, Oeste e Sul. Sendo que as aberturas para Leste e Oeste;

Figura 17 – Implantação dos Blocos 09 e 11



Fonte: Construtora

Nesses Blocos os apartamentos 101 e 103 possuem área de quintal dentro do átrio da edificação com acesso pela sala.

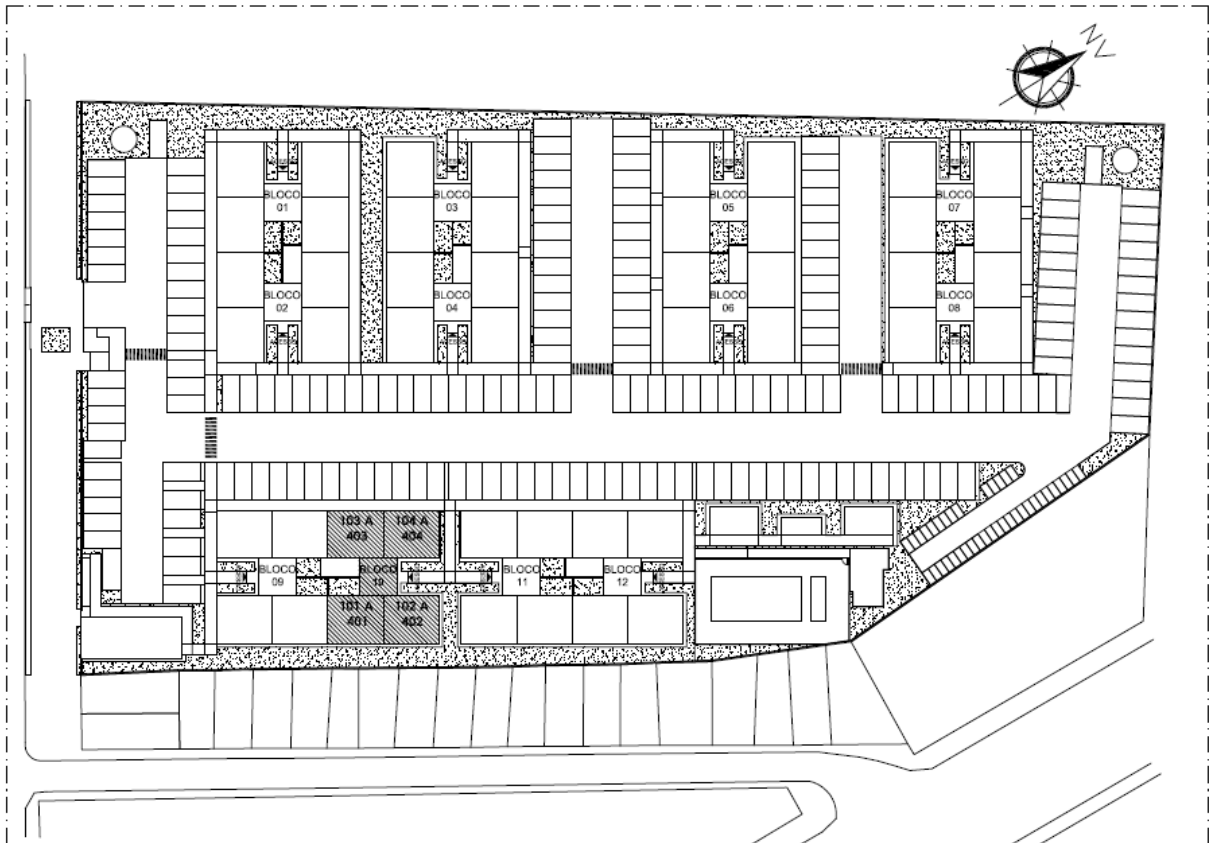
O Bloco 10 é diferente dos demais e não pôde ser agrupado com outros. Isso porquê, embora sua orientação solar seja igual à do Bloco 12, suas plantas não são iguais, e embora a planta seja igual à dos Blocos 09 e 11 a orientação solar é diferente.

Nele, os apartamentos podem ser descritos assim:

- 101 a 401 possuem fachadas voltadas para Leste e Oeste. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;
- 102 a 402 possuem fachadas voltadas para Leste, Oeste e Norte. Sendo que as aberturas para Leste e Oeste;
- 103 a 403 possuem fachadas voltadas para Leste e Oeste. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;

- 104 a 404 possuem fachadas voltadas para Leste, Oeste e Norte. Sendo que as aberturas para Leste e Oeste;

Figura 18 – Implantação do Bloco 10

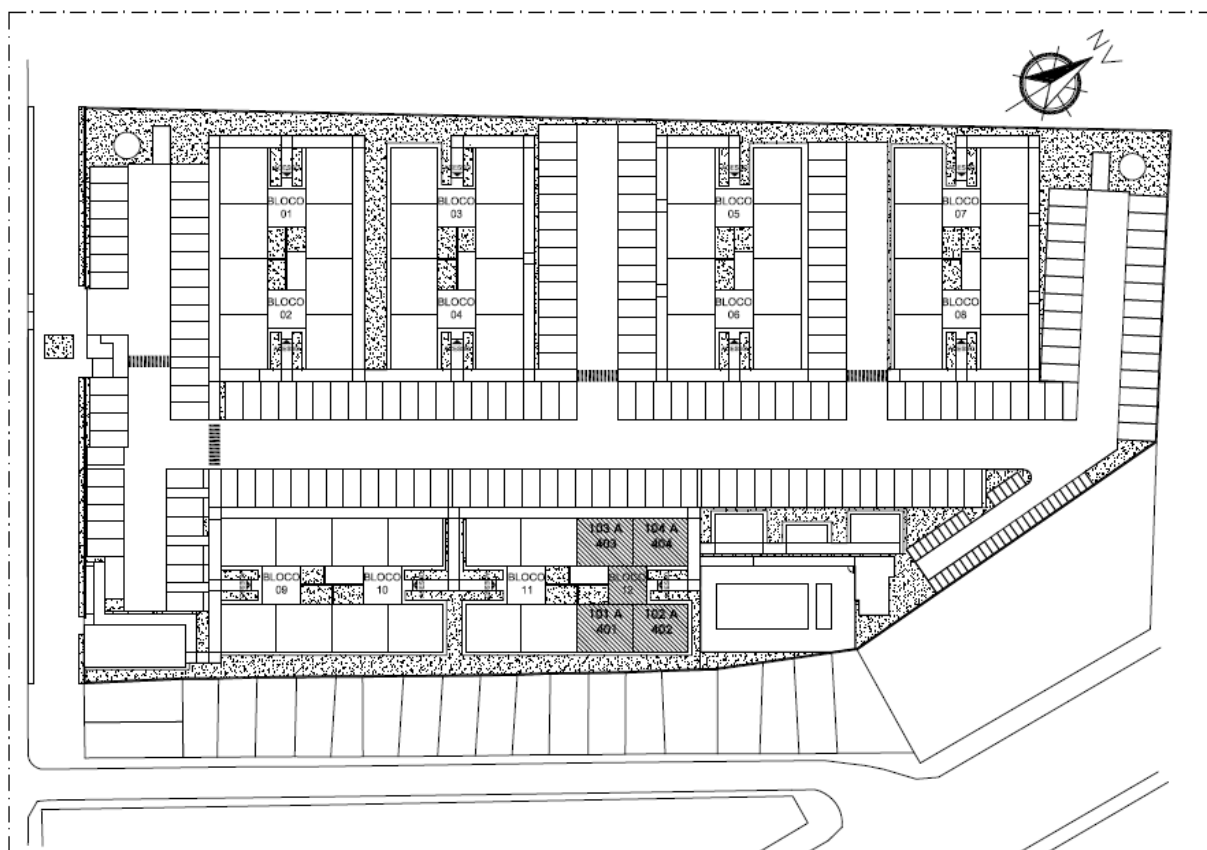


Fonte: Construtora

O Bloco 12 também precisou ser analisado isoladamente devido a sua orientação solar distinta dos demais. Os apartamentos estão descritos abaixo:

- 101 a 401 possuem fachadas voltadas para Leste e Oeste. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;
- 102 a 402 possuem fachadas voltadas para Leste, Oeste e Norte. Sendo que as aberturas para Leste e Oeste;
- 103 a 403 possuem fachadas voltadas para Leste e Oeste. Sendo que as aberturas estão nessas fachadas;
- 104 a 404 possuem fachadas voltadas para Leste, Oeste e Norte. Sendo que as aberturas para Leste e Oeste;

Figura 19 – Implantação do Bloco 12



Fonte: Construtora

No Bloco 12 apenas o apartamento 101 possui área de quintal dentro do átrio da edificação com acesso pela sala.

Dessa forma precisou ser gerada uma planilha para cada situação descrita acima. Além da divisão pelos blocos também foi necessário gerar uma planilha para cada pavimento em que o apartamento se encontra, pois o desempenho do mesmo muda quando está em contato com o solo, nos pavimentos intermediários ou em contato com a cobertura.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS:

6.1 Classificação na situação atual do projeto

6.1.1 Classificação da envoltória

Para demonstrar como a classificação da envoltória serão apresentadas abaixo algumas planilhas, como exemplificação. Lembrando que, como só há duas variações de tipologia, as demais planilhas que foram estudadas só terão diferença no que diz respeito a orientação solar. Portanto, apenas os níveis e os equivalentes numéricos totais serão listados para expor a classificação das unidades multifamiliares.

O primeiro exemplo trata da unidade autônoma 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07. São analisados os ambientes de permanência prolongada: quarto de solteiro com 9,04m², quarto de casal com 9,10 m² e sala/cozinha com 17,53 m².

Como em todas as edificações do condomínio o sistema estrutural é em alvenaria com índices de Transmitância (U) = 2,78 W/m²K, Capacidade Térmica (CT) = 209,00 KJ/m²K e como dito anteriormente a absorvância (α) será de 0,39 referente a cor areia.

Esse apartamento encontra-se em contato com o solo e portanto os as características térmicas da cobertura não precisaram ser preenchidos, pois não interferem no conforto do mesmo.

O quarto de solteiro possui abertura para a fachada Norte, assim como o de casal, porém ele também tem uma fachada, sem abertura voltada para Oeste. No caso da sala/ cozinha, a fachada com abertura está voltada para o Sul e uma face sem abertura para Oeste.

Ambos os quartos possuem, uma janela de correr nas dimensões 1,49m² por 1,17m², com área percentual de iluminação igual a 89% e de ventilação de 45%. A sala/ cozinha, possuem duas janelas, a da cozinha de correr com dimensões de 0,99 x 1,17m e a da sala com a parte superior de correr e a inferior fixa com 0,99 x 1,97m.

As porcentagens para iluminação e ventilação da janela da cozinha são de 83% e 43% e na sala de 88% e 25% respectivamente. Todas as janelas descritas atendem a iluminação natural de 12,5% da área do ambiente, porém nenhuma alcança o índice de ventilação de 10%. Nenhuma dessas janelas possui dispositivo de proteção solar e por isso o *somb* (variável que define a presença de dispositivos de proteção solar) foi considerado igual a 0.

Tabela 12 – Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 1, 3, 5 e 7 – Envoltória

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	Quarto Solteiro	Quarto Casal	Sala/ Cozinha
	Área útil do APP	m ²	9,04	9,10	17,53
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	0	0	0
	Contato com solo	adimensional	1	1	1
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0	0
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	0,00	0,00	0,00
	CTcob	kJ/m ² .K	1,00	1,00	1,00
	αcob	adimensional	0,00	0,00	0,00
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	2,78	2,78	2,78
	CTpar	kJ/m ² .K	209,00	209,00	209,00
	αpar	adimensional	0,39	0,39	0,39
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m ²	4,85	5,11	0,00
	SUL	m ²	0,00	0,00	6,66
	LESTE	m ²	0,00	0,00	0,00
	OESTE	m ²	8,45	0,00	6,45
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m ²	1,74	1,74	0,00
	SUL	m ²	0,00	0,00	3,11
	LESTE	m ²	0,00	0,00	0,00
	OESTE	m ²	0,00	0,00	0,00
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,45	0,45	0,34
	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,00
Características Gerais	Área das Paredes	m ²	28,39	27,61	42,14
	Pé Direito	m	2,60	2,60	2,60
	C altura	adimensional	0,288	0,286	0,148
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0	0	0
	vid	binário	0	0	0
	Uvid	W/m ² .K	0	0	0
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	D	C	C
			12180	9419	10204
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m ² .ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m ² .ano	D	D	Não se aplica 0,000
			62,580	60,691	

Pré-requisitos por ambiente					
Paredes externas	Upar, Ctpar e αpar atendem?		Sim	Sim	Sim
	Cobertura	Ucob, CTcob e αcob atendem?	Sim	Sim	Sim
		O ambiente é um dormitório?	Sim	Sim	Não
	Fatores para iluminação e ventilação natural	Há corredor no Ambiente?	Sim	Não	Não
Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste		8,775	Não	Não	
Iluminação Natural	Área de abertura para iluminação [m ²]	1,554	1,554	2,706	
	Av/Auamb (%)	17,71	17,08	15,44	
	Atende 12,5%?	Sim	Sim	Sim	
Pré Requisitos da Envoltória	Ventilação Natural	Área de abertura para ventilação	0,777	0,777	0,9855
		Av/Auamb (%)	8,85	8,54	5,62
		Atende % mínima?	Não	Não	Não
	Tipo de abertura	Correr	Correr	Correr	
	Abertura passível de fechamento?	Sim	Sim	Sim	
	ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?	Sim	Sim	Sim	
			Sim	Sim	Sim

Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente				
	Envoltória para Verão	C	D	C	C
	2,75	2,00	3,00	3,00	
Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	
	0,00	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	
Envoltória se Refrigeração Artificialmente	D	D	D	Não se aplica	
	2,00	2,00	2,00	0,00	

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

A classificação parcial da envoltória desses ambientes foi: nível D na envoltória para resfriamento no quarto de solteiro e C para o quarto de casal e para a sala/cozinha. Como os pré-requisitos de medição individualizada de água e energia, ventilação cruzada e banheiro com ventilação natural foram atendidos, o nível final da envoltória para resfriamento foi C com equivalente numérico de 2,75.

A envoltória se refrigerada artificialmente atingiu nível D nos quartos e na sala/cozinha não há avaliação desse item, conforme descreve o RTQ-R, 2012. Dessa forma a classificação final desse quesito foi D com equivalente numérico 2.

O próximo exemplo será do apartamento 104 dos Blocos 09 e 11. O que o diferencia do apartamento anterior é a tipologia com apenas um quarto e a orientação solar. São analisados os ambientes de permanência prolongada: quarto PNE (para portador de necessidades especiais) com 13,61m², quarto de casal com e sala/cozinha com 17,53 m².

O quarto possui abertura para a fachada Leste e na sala/ cozinha, a fachada com abertura está voltada para o Oeste e uma face sem abertura para Sul.

O quarto possui, duas janelas uma de correr nas dimensões 1,49m² por 1,17m², com área percentual de iluminação igual a 89% e de ventilação de 45% e uma do tipo máximo ar de 0,79 por 0,77m com ventilação de 82% e iluminação de 85%. Na sala/cozinha, há duas janelas, a da cozinha de correr com dimensões de 0,99 x 1,17m e a da sala com a parte superior de correr e a inferior em vidro fixo com 0,99 x 1,97m. As porcentagens para iluminação e ventilação da janela da cozinha são de 83% e 43% e na sala de 88% e 25% respectivamente. As janelas descritas atendem a iluminação natural de 12,5% da área do ambiente, porém não alcançam o índice de ventilação de 10%. Nenhuma dessas janelas possui dispositivo de proteção solar e por isso o *somb* (*variável que define a presença de dispositivos de proteção solar*) foi considerado igual a 0.

Tabela 13 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – Envoltória

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	Quarto PNE	Sala/ Cozinha
	Área útil do APP	m²	13,61	17,53
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	0	0
	Contato com solo	adimensional	1	1
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0
Cobertura	Ucob	W/m².K	0,00	0,00
	CTcob	kJ/m².K	1,00	1,00
	ocob	adimensional	0,00	0,00
Paredes Externas	Upar	W/m².K	2,78	2,78
	CTpar	kJ/m².K	209,00	209,00
	opar	adimensional	0,39	0,39
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0
	CTalta	binário	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m²	0,00	0,00
	SUL	m²	0,00	6,45
	LESTE	m²	8,52	0,00
	OESTE	m²	0,00	10,17
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m²	0,00	0,00
	SUL	m²	0,00	0,00
	LESTE	m²	2,51	0,00
	OESTE	m²	0,00	3,11
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,45	0,34
	Somb	adimensional	0,00	0,00
Características Gerais	Área das Paredes	m²	32,96	42,14
	Pé Direito	m	2,60	2,60
	C altura	adimensional	0,191	0,148
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0	0
	vid	binário	0	0
	Uvid	W/m².K	0	0
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	8555	12114
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	C 51,926	Não se aplica 0,000

Pré-requisitos por ambiente			
Pré Requisitos da Envoltória	Paredes externas	Upar, Ctpar e opar atendem?	Sim / Sim
	Cobertura	Ucob, Ctcob e ocob atendem?	Sim / Sim
	Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório?	Sim / Não
		Há corredor no Ambiente?	Não / Não
	Iluminação Natural	Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	Não / Não
		Área de abertura para iluminação [m²]	2,0723 / 2,706
		Ai/Auamb (%)	15,23 / 15,44
	Ventilação Natural	Atende 12,5%?	Sim / Sim
		Área de abertura para ventilação	1,2734 / 0,9855
		Avi/Auamb (%)	9,36 / 5,62
		Atende % mínima?	Não / Não
		Tipo de abertura	Correr / Correr
Abertura passível de fechamento?		Sim / Sim	
Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente		
	Envoltória para Verão	D	C
		2,44	3,00
	Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
		0,00	Não se aplica
Envoltória se Refrigeração Artificialmente	C	C	
	3,00	3,00	
		D	
		2,00	
		Não se aplica	
		Não se aplica	
		Não se aplica	
		0,00	

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Para essa unidade autônoma a classificação parcial da envoltória para resfriamento no quarto foi e C e na sala/cozinha D.

Com o atendimento dos pré-requisitos o nível final da envoltória para resfriamento foi D com equivalente numérico de 2,44.

A envoltória se refrigerada artificialmente atingiu nível C no quarto com equivalente numérico igual a 3.

Como terceiro exemplo, serão expostos os apartamentos 204 e 304 dos Blocos 09 e 11. O que os difere do descrito acima é que a tipologia deles de dois quartos e eles estão nos pavimentos intermediários e, portanto, sem contato com o solo e com a cobertura.

As áreas dos ambientes são iguais às do apartamento 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07, primeiro exemplo acima. Assim como, as dimensões das aberturas.

O quarto de solteiro possui abertura para a fachada Leste, assim como o de casal, porém ele também tem uma fachada, sem abertura voltada para Sul. No caso da sala/cozinha, a fachada com abertura está voltada para o Oeste e uma face sem abertura para o Sul.

Tabela 14 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 Blocos 09 e 11 – Envoltória

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	Quarto Solteiro	Quarto Casal	Sala/ Cozinha
	Área útil do APP	m ²	9,04	9,10	17,53
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	0	0	0
	Contato com solo	adimensional	0	0	0
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0	0
Cobertura	Ucob	W/m ² .K	0,00	0,00	0,00
	CTcob	kJ/m ² .K	1,00	1,00	1,00
	αcob	adimensional	0,00	0,00	0,00
Paredes Externas	Upar	W/m ² .K	2,78	2,78	2,78
	CTpar	kJ/m ² .K	209,00	209,00	209,00
	αpar	adimensional	0,39	0,39	0,39
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m ²	0,00	0,00	0,00
	SUL	m ²	8,45	0,00	6,45
	LESTE	m ²	4,85	5,11	0,00
	OESTE	m ²	0,00	0,00	10,17
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m ²	0,00	0,00	0,00
	SUL	m ²	0,00	0,00	0,00
	LESTE	m ²	1,74	1,74	0,00
	OESTE	m ²	0,00	0,00	3,11
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,45	0,45	0,34
	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,00
Características Gerais	Área das Paredes	m ²	28,39	27,61	42,14
	Pé Direito	m	2,60	2,60	2,60
	C altura	adimensional	0,288	0,286	0,148
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0	0	0
	vid	binário	0	0	0
	Uvid	W/m ² .K	0	0	0
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	C 10811	C 9558	D 13161

Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	D 64,521	D 64,189	Não se aplica 0,000

Pré-requisitos por ambiente					
Pré Requisitos da Envoltória	Paredes externas	Upar, Ctpar e qpar atendem?	Sim	Sim	Sim
	Cobertura	Ucob, Ctcob e ocob atendem?	Sim	Sim	Sim
	Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório?	Sim	Sim	Não
		Há corredor no Ambiente?	Sim	Não	Não
	Iluminação Natural	Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	8,775	Não	Não
		Área de abertura para iluminação [m²]	1,554	1,554	2,706
		Av/Auamb (%)	17,71	17,08	15,44
		Atende 12,5%?	Sim	Sim	Sim
	Ventilação Natural	Área de abertura para ventilação	0,777	0,777	0,9855
		Av/Auamb (%)	8,85	8,54	5,62
		Atende % mínima?	Não	Não	Não
		Tipo de abertura	Correr	Correr	Correr
		Abertura passível de fechamento?	Sim	Sim	Sim
		ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?	Sim	Sim	Sim
	Atende?	Sim	Sim	Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente			
	Envoltória para Verão	C 2,51	C 3,00	C 3,00
Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	D 2,00	D 2,00	D 2,00	Não se aplica 0,00

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Nesse apartamento a classificação parcial da envoltória para resfriamento nos quartos foi C e na sala/cozinha D.

Com o atendimento dos pré-requisitos o nível final da envoltória para resfriamento foi C com equivalente numérico de 2,51.

A envoltória se refrigerada artificialmente atingiu nível D nos quartos com equivalente numérico igual a 2.

E o último apartamento exposto com a classificação da envoltória é o 404 dos Blocos 09 e 11.

Esse apartamento é idêntico aos 204 e 304 dos mesmos blocos quanto a configuração de sua planta, aberturas e orientação solar. O que os diferencia é o fato desse último estar localizado no último pavimento e assim ter contato com a cobertura da edificação.

Para a cobertura os índices térmicos são de $U = 2,06$ e $CT = 233$. Para a absorvância foi usada a cor concreto, conforme Anexo Geral V do RTQ-R, 2012, com índice de 0,72.

Tabela 15 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – Envoltória

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	Quarto Solteiro	Quarto Casal	Sala/ Cozinha
	Área útil do APP	m²	9,04	9,10	17,53
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	1	1	1
	Contato com solo	adimensional	0	0	0
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0	0
Cobertura	Ucob	W/m².K	2,06	2,06	2,06
	CTcob	kJ/m².K	233,00	233,00	233,00
	αcob	adimensional	0,72	0,72	0,72
Paredes Externas	Upar	W/m².K	2,78	2,78	2,78
	CTpar	kJ/m².K	209,00	209,00	209,00
	αpar	adimensional	0,39	0,39	0,39
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m²	0,00	0,00	0,00
	SUL	m²	8,45	0,00	6,45
	LESTE	m²	4,85	5,11	0,00
	OESTE	m²	0,00	0,00	10,17
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m²	0,00	0,00	0,00
	SUL	m²	0,00	0,00	0,00
	LESTE	m²	1,74	1,74	0,00
	OESTE	m²	0,00	0,00	3,11
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,45	0,45	0,34
	Somb	adimensional	0,00	0,00	0,00
Características Gerais	Área das Paredes	m²	28,39	27,61	42,14
	Pé Direito	m	2,60	2,60	2,60
	C altura	adimensional	0,288	0,288	0,148
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0	0	0
	vid	binário	0	0	0
	Uvid	W/m².K	0	0	0
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	D	D	E
			13166	11919	16282
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	D	D	Não se aplica 0,000
			60,364	60,049	

Pré-requisitos por ambiente					
Pré Requisitos da Envoltória	Paredes externas	Upar, Ctpar e opar atendem?	Sim	Sim	Sim
	Cobertura	Ucob, Ctcob e ocob atendem?	Não	Não	Não
	Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório?	Sim	Sim	Não
		Há corredor no Ambiente?	Sim	Não	Não
	Iluminação Natural	Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	8,775	Não	Não
		Área de abertura para iluminação [m²]	1,554	1,554	2,706
		Av/Auamb (%)	17,71	17,08	15,44
		Atende 12,5%?	Sim	Sim	Sim
	Ventilação Natural	Área de abertura para ventilação	0,777	0,777	0,9855
		Av/Auamb (%)	8,85	8,54	5,62
		Atende % mínima?	Não	Não	Não
		Tipo de abertura	Correr	Correr	Correr
Abertura passível de fechamento?		Sim	Sim	Sim	
ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?		Sim	Sim	Sim	
	Atende?	Sim	Sim	Sim	
Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente				
	Envoltória para Verão	D	D	D	E
		1,51	2,00	2,00	1,00
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	D	D	D	Não se aplica 0,00	
	2,00	2,00	2,00		

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Nessa unidade a classificação parcial da envoltória para resfriamento nos quartos foi D e na sala/cozinha E. Esse resultado deu-se especialmente pelo fato da cobertura não atender ao índice de absorvância que deveria ser no máximo 0,4.

Com o atendimento dos pré-requisitos o nível final da envoltória para resfriamento foi D com equivalente numérico de 1,51.

A envoltória quando refrigerada artificialmente atingiu nível D nos quartos com equivalente numérico igual a 2.

6.1.2 Classificação dos pré-requisitos

Para ilustrar o atendimento dos pré-requisitos: medição individualizada de água e energia, ventilação cruzada e banheiros com ventilação natural seguem abaixo as planilhas com a aba dos pré-requisitos preenchida. Elas são dos apartamentos 102 dos blocos 01, 03, 05 e 07 acima, 104 dos blocos 09 e 11, 204 e 304 dos blocos 09 e 11 e 404 dos blocos 09 e 11. Mesmos apartamentos utilizados nas planilhas do item acima referente a classificação da envoltória.

Tabela 16– Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 1, 3, 5 e 7 – pré-requisitos

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	2,0364
		Área Aberturas orientação Sul	0,9855
		Área Aberturas orientação Leste	0
		Área Aberturas orientação Oeste	0
		A2/A1	0,483942251
		Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?	Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
		Envoltória para Verão	C 2,75
Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00	
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	D 2,00	D 2,00	

Equivalente numérico da envoltória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos restantes	Nota final da envoltória da UH
	C 2,75	C 2,75

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 17 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – pré-requisitos

Pré Requisitos da Envolvória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	0
		Área Aberturas orientação Sul	0
		Área Aberturas orientação Leste	2,0364
		Área Aberturas orientação Oeste	0,9855
		A2/A1	0,483942251
		Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?	Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
	Envolvória para Verão	D	D
		2,44	2,44
	Envolvória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
		0,00	0,00
Envolvória se Refrigerada Artificialmente	C	C	
		3,00	3,00

Equivalente numérico da envolvória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos restantes	Nota final da envolvória da UH
	D	D
	2,44	2,44

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 18 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 Blocos 09 e 11 – pré-requisitos

Pré Requisitos da Envolvória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	0
		Área Aberturas orientação Sul	0
		Área Aberturas orientação Leste	2,0364
		Área Aberturas orientação Oeste	0,9855
		A2/A1	0,483942251
		Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?	Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
	Envolvória para Verão	C	C
		2,51	2,51
	Envolvória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
		0,00	0,00
Envolvória se Refrigerada Artificialmente	D	D	
		2,00	2,00

Equivalente numérico da envolvória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos restantes	Nota final da envolvória da UH
	C	C
	2,51	2,51

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 19 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – pré-requisitos

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	0
		Área Aberturas orientação Sul	0
		Área Aberturas orientação Leste	2,0364
		Área Aberturas orientação Oeste	0,9855
		A2/A1	0,483942251
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
		Envoltória para Verão	D 1,51
Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00	
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	D 2,00	D 2,00	

Equivalente numérico da envoltória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos restantes	Nota final da envoltória da UH
	D 1,51	D 1,51

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

A construtora entrega os apartamentos com medição individualizada de água e energia, atendendo assim a esses dois pré-requisitos.

Com o posicionamento das aberturas e área efetiva de ventilação natural, todos os apartamentos atenderam a ventilação cruzada, dada pela fórmula A2/A1, que deve ter resultado maior ou igual a 0,25 para atender ao requisito.

Os apartamentos possuem apenas um banheiro e ele conta com abertura para iluminação e ventilação, dessa forma, o pré-requisito que estipula, no mínimo, 50% dos banheiros com ventilação natural, é atendido.

6.1.3 Pontuação das bonificações

As bonificações são estratégias adotadas que podem aumentar a eficiência da unidade habitacional. O valor máximo de pontos que se pode contabilizar de bônus é 1 somando todas as ações implantadas.

Na planilha de auxílio a classificação alguns itens são binários e o preenchimento é apenas sim ou não e outros requerem um cálculo.

Para ganhar a bonificação de Ventilação Natural são verificadas:

- Porosidade: que é a relação entre a área efetivamente ventilada da fachada e a área que não permite a passagem do vento. Nos campos da porosidade são preenchidas as áreas totais de parede das fachadas, pois as áreas das aberturas das mesmas são transferidas automaticamente da análise da envoltória;
- Dispositivos especiais: todos os ambientes de permanência prolongada devem ter dispositivos que favoreçam a ventilação natural, mas que, também permitam o controle de incidência solar e proteção contra chuva. Nesse item o preenchimento deve ser feito com sim ou não.
- Centro geométrico: todos os ambientes de permanência prolongada devem apresentar aberturas com centro geométrico entre 40 e 70cm;
- Permeabilidade: essa bonificação se aplica apenas a ZB8. As aberturas intermediárias como portas, por exemplo, devem apresentar permeabilidade de ventilação de 30% da sua área quando fechadas (BRASIL, 2012).

Nenhum dos apartamentos pontuou nesses itens descritos acima, pois não atendem ao descrito em cada um deles.

Na bonificação de iluminação natural foram verificados dois itens:

- Profundidade: a maioria dos ambientes de permanência prolongada devem atender a relação de profundidade da Equação 2 de proporcionalidade. O cálculo deve ser feito e se atender o bônus ganho é de 0,2. Como todos os ambientes alcançaram a profundidade máxima a bonificação foi ganha;
- Refletância do teto: todos os ambientes de permanência prolongada mais a cozinha e área de serviço devem ter refletância do teto maior que 0,6. As UH possuem tetos pintados em branco com tinta Látex. Soma-se assim mais 0,1 pontos.

Para a bonificação de uso racional da água deve-se aplicar a equação 5, já que, chega-se a um número total através da combinação das estratégias economizadoras e de reutilização de água.

Equação 5 – Bonificação de economia de água

$$b3 = 0,07 \times \left(\frac{BSap}{BS} \right) + 0,04 \times \left(\frac{BSe}{BS} \right) + 0,04 \times \left(\frac{CHe}{CH} \right) + 0,02 \times \left(\frac{Te}{T} \right) + 0,03 \times \left(\frac{OUTROS\ ap}{OUTROS} \right)$$

Fonte: Equação 3.64 do BRASIL, 2012

Dentro do que traz a equação: não há bacias sanitárias atendidas por água pluvial, a única bacia sanitária do apartamento possui acionamento duplo, não há chuveiro instalado e das três torneiras da habitação, apenas a da área de serviço não tem arejador de vazão.

Portanto a equação ficou da seguinte forma e a bonificação total obtida foi de 0,053:

$$b3 = 0,07 \times (0) + 0,04 \times \left(\frac{1}{1} \right) + 0,04 \times (0) + 0,02 \times \left(\frac{3}{2} \right) + 0,03 \times (0)$$

$$b3 = 0,053$$

Nas outras bonificações: condicionamento artificial de ar, iluminação artificial, ventilador de teto, refrigerador e medição individualizada de aquecimento de água não há pontuação. Isso porquê nenhum desses itens é entregue instalado na unidade.

Dessa forma, segue abaixo uma planilha exemplo que se refere ao apartamento 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07, mas que se repete para as demais habitações.

Tabela 20 – Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 – bonificações

Bonificações			
Bonificação Ventilação Natural	Porosidade	ATAVN (m²)	2,0364
		AATVS (m²)	0,9855
		AATVL (m²)	0
		AATVO (m²)	0
		ATFN (m²)	12,54
		ATFS (m²)	10,172

		ATFL (m ²)	0
		ATFNO (m ²)	14,898
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	16,2%
		Porosidade Sul	9,7%
		Porosidade Leste	0,0%
		Porosidade Oeste	0,0%
		Atende pelo menos 2 fachadas?	Não
		Bonificação	0
	Dispositivos Especiais	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Não
		Quais dispositivos?	Não
		Bonificação	0
	Centro Geométrico	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não
Bonificação		0	
Permeabilidade	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre $\geq 30\%$ da área da abertura?	Não	
	Bonificação	0	
Bonificação Iluminação Natural	Profundidade	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_a$?	Sim
		Bonificação	0,2
	Refletância Teto	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
		Bonificação	0,1
Outras Bonificações	Uso Racional de Água	Bonificação de uso racional de água	0,053
	Condicionamento Artificial de Ar	Bonificação de condicionamento artificial de ar	0
	Iluminação Artificial	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)	Menos que 50%
		Bonificação	0
	Ventiladores de Teto	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?	Não
Bonificação		0	

	Refrigeradores	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel?	Não
		Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?	Não
		Bonificação	0
	Medição Individualizada de Aquecimento de Água	Apresenta medição individualizada de água quente?	Não
		Bonificação	0

Total de bonificações	0,353
------------------------------	-------

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Todos os apartamentos do condomínio receberam a mesma pontuação de bonificação, que foi de 0,353, pois todas as UH's possuem mesma área de fachada, de abertura, mesmas dimensões, acabamentos e os mesmos itens instalados.

6.1.4 Sistema de aquecimento de água

Não há sistema de aquecimento de água entregue nos apartamentos analisados. Portanto, conforme sugere o RTQ-R, 2012 apenas um campo será preenchido que é o da nota final para o aquecimento de água. Como não foi instalado nenhum sistema foi inserido o equivalente numérico 2, nível D, por se tratar da ZB8.

Tabela 21 – Planilha de Classificação exemplo para todas as UH's– aquecimento de água

Nota final para o aquecimento de água	D
	2,00

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Nesse caso a unidade autônoma fica com nível final D em aquecimento de água sem possibilidades de melhoria da nota.

6.1.5 Pontuação total

Preenchidas todas as abas da planilha de classificação, a última delas traz a pontuação total que a unidade autônoma atingiu.

Abaixo serão exemplificados os mesmos apartamentos que usamos como modelo para classificar a envoltória e os pré-requisitos.

O apartamento 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 ficou com pontuação final de 3,02 e nível C.

Tabela 22 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 – Pontuação Total

Pontuação Total	Identificação	Apto 102_Blocos 1, 3, 5 e 7
	Envoltória para Verão	C 2,75
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	C 2,75
	Envoltória se refrigerada artificialmente	D 2,00
	Bonificações	0,35
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	C
Pontuação Total	3,02

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

O apartamento 104 dos Blocos 09 e 11 obteve a pontuação final de 2,75 e nível C.

Tabela 23 – Planilha de Classificação da UH 104 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total

Pontuação Total	Identificação	Apto 104_Bloco 09 e 11
	Envoltória para Verão	D 2,44
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	D 2,44
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,35
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	C
Pontuação Total	2,75

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Os apartamento 204 e 304 dos Blocos 09 e 11 atingiram a pontuação final de 2,81 e nível C.

Tabela 24 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total

Pontuação Total	Identificação	Apto 204 e 304_Bloco 09 e 11
	Envolória para Verão	C 2,51
	Envolória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envolória	C 2,51
	Envolória se refrigerada artificialmente	D 2,00
	Bonificações	0,35
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	C
Pontuação Total	2,81

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

E a unidade 404 dos Blocos 09 e 11 obteve a pontuação final de 1,91 e nível D.

Tabela 25 – Planilha de Classificação da UH 404 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total

Pontuação Total	Identificação	Apto 404_Bloco 09 e 11
	Envolória para Verão	D 1,51
	Envolória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envolória	D 1,51
	Envolória se refrigerada artificialmente	D 2,00
	Bonificações	0,35
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	D
Pontuação Total	1,91

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Esse apartamento, embora com mesma orientação solar e características dos demais com final 04 do mesmo bloco, teve nível e equivalente numérico mais baixos que os demais. O resultado deve-se pelo fato dele ter contato com a cobertura e essa não

atender ao índice de absorvância para a ZB8, já que, a cor é a natural da telha em fibrocimento.

6.1.6 Classificação das edificações multifamiliares

Devido ao grande número de unidades autônomas, para facilitar a visualização dos níveis alcançados, bem como a classificação por Bloco, serão listados apenas os resultados finais apresentados a seguir.

Para a classificação dos blocos, ou seja, das edificações Multifamiliares, conforme denominação do RTQ-R, foi feita a ponderação da pontuação das unidades autônomas pela sua respectiva área útil.

Tabela 26 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e das Edificações Multifamiliares.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
1,3,5 e 7	101	38,17	3,7	B
1,3,5 e 7	102	39,91	3,02	C
1,3,5 e 7	103	38,17	3,25	C
1,3,5 e 7	104	39,91	2,81	C
1,3,5 e 7	201 A 301	38,17	3,25	C
1,3,5 e 7	202 A 302	38,17	3,02	C
1,3,5 e 7	203 A 303	38,17	3,25	C
1,3,5 e 7	204 A 304	38,17	2,81	C
1,3,5 e 7	401	38,17	2,47	D
1,3,5 e 7	402	38,17	2,12	D
1,3,5 e 7	403	38,17	2,93	C
1,3,5 e 7	404	38,17	2,14	D
ENCE MULTI			2,90	C

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 27 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 02, 04, 06 e 08 e das Edificações Multifamiliares.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
2,4,6 e 8	101	38,17	3,25	C
2,4,6 e 8	102	39,91	3,25	C
2,4,6 e 8	103	38,17	3,25	C
2,4,6 e 8	104	39,91	3,02	C

2,4,6 e 8	201 A 301	38,17	3,25	C
2,4,6 e 8	202 A 302	38,17	2,81	C
2,4,6 e 8	203 A 303	38,17	3,25	C
2,4,6 e 8	204 A 304	38,17	3,02	C
2,4,6 e 8	401	38,17	2,93	C
2,4,6 e 8	402	38,17	2,14	D
2,4,6 e 8	403	38,17	2,47	D
2,4,6 e 8	404	38,17	2,12	D
ENCE MULTI			2,90	C

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 28 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 09 e11 e das Edificações Multifamiliares.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
09 E 11	101	38,17	3,7	B
09 E 11	102	39,91	3,25	C
09 E 11	103	38,17	3,25	C
09 E 11	104	39,91	2,75	C
09 E 11	201 A 301	38,17	2,8	C
09 E 11	202 A 302	38,17	2,8	C
09 E 11	203 A 303	38,17	2,81	C
09 E 11	204 A 304	38,17	2,81	C
09 E 11	401	38,17	2,47	D
09 E 11	402	38,17	2,12	D
09 E 11	403	38,17	2,03	D
09 E 11	404	38,17	1,91	D
ENCE MULTI			2,73	C

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 29 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 10 e da Edificação Multifamiliar.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
10	101	38,17	3,25	C
10	102	39,91	2,75	C
10	103	38,17	3,25	C
10	104	39,91	2,75	C
10	201 A 301	38,17	2,81	C
10	202 A 302	38,17	2,14	D
10	203 A 303	38,17	2,8	C
10	204 A 304	38,17	2,12	D
10	401	38,17	2,03	D

10	402	38,17	1,68	D
10	403	38,17	2,47	D
10	404	38,17	1,68	D
ENCE MULTI			2,48	D

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 30 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 12 e da Edificação Multifamiliar.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
12	101	38,17	3,25	C
12	102	39,91	2,58	C
12	103	38,17	3,25	C
12	104	39,91	2,58	C
12	201 A 301	38,17	2,81	C
12	202 A 302	38,17	2,14	D
12	203 A 303	38,17	2,8	C
12	204 A 304	38,17	2,12	D
12	401	38,17	2,03	D
12	402	38,17	1,68	D
12	403	38,17	2,47	D
12	404	38,17	1,68	D
ENCE MULTI			2,45	D

Fonte: Elaborado pela autora

Como exposto acima, os Blocos atingiram nível C e D na situação atual em que se encontra o projeto arquitetônico e a maior pontuação de um apartamento foi 3,7, nível B.

Os dois fatos que mais contribuíram para essa classificação B das unidades 101 dos blocos 01, 03, 05, 07, 09 e 11 foi a orientação solar e a existência da porta de acesso a área privativa. Essa abertura foi considerada no cálculo de iluminação e ventilação do maior ambiente de permanência prolongada, a sala conjugada com a cozinha.

Abaixo segue a situação da classificação em sobreposição com a implantação para que possa ser evidenciada a influência da orientação solar e do pavimento em cada unidade autônoma.

Figura 20– Níveis finais de eficiência das UH's do pavimento térreo



Fonte: Elaborado pela autora a partir da implantação fornecida pela Construtora

Figura 21– Níveis finais de eficiência das UH's do segundo e terceiro pavimento



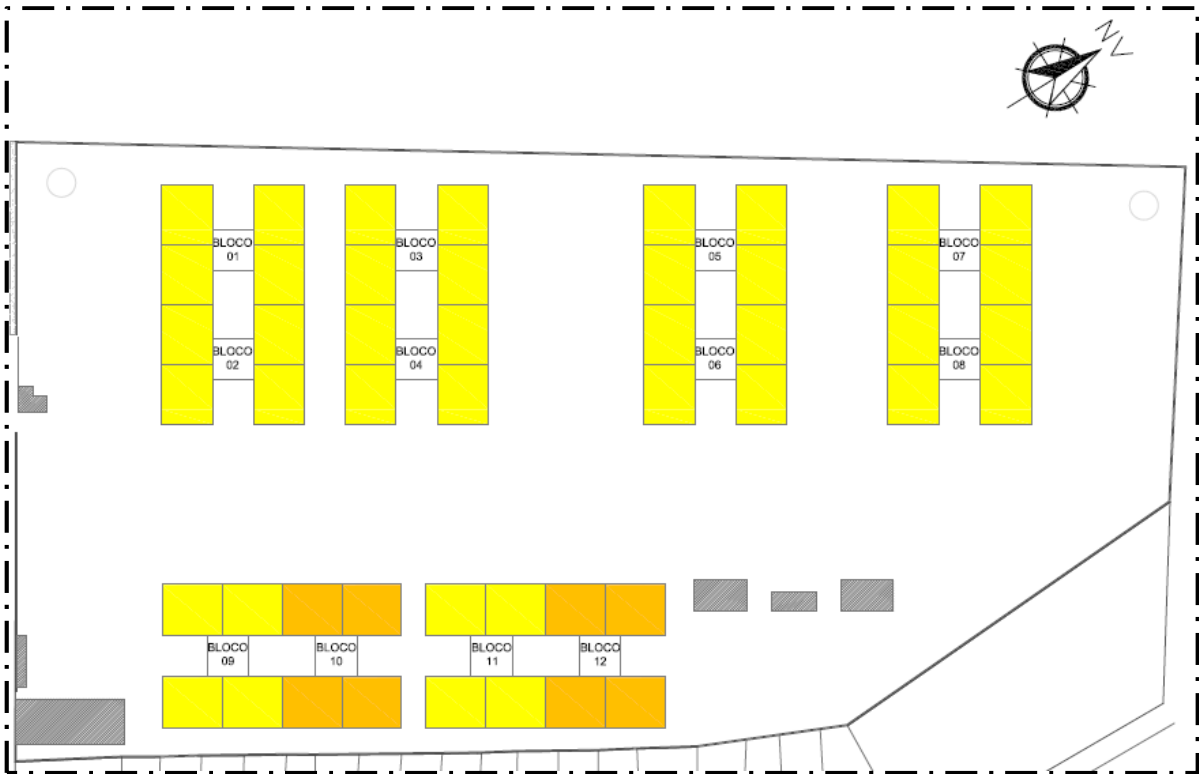
Fonte: Elaborado pela autora a partir da implantação fornecida pela Construtora

Figura 22– Níveis finais de eficiência das UH's do quarto pavimento



Fonte: Elaborado pela autora a partir da implantação fornecida pela Construtora

Figura 23– Níveis finais de eficiência dos Blocos – Edificação Multifamiliar



Fonte: Elaborado pela autora a partir da implantação fornecida pela Construtora

Percebe-se através da ilustração acima, da classificação por pavimentos, que os apartamentos do último andar têm um desempenho térmico mais baixo em relação aos demais, isso porquê, a cobertura não atende aos pré-requisitos e faz com que a pontuação total seja menor. Enquanto que, os apartamentos do primeiro pavimento que tem contato com o solo, alcançaram melhor classificação, sobretudo os que contém área de quintal, onde a porta de acesso ao mesmo foi utilizada nos cálculos de iluminação e ventilação.

Quanto aos apartamentos dos segundo e terceiro pavimentos obtiveram pontuação total intermediária, quando comparados aos do primeiro e último pavimento, pois eles não estão em contato direto com a cobertura, que baixaria a classificação, porém também não são favorecidos pelo contato com o solo e presença da porta para a área de quintal.

No entanto, a classificação das unidades autônomas é distinta não apenas pela posição altimétrica do apartamento, mas também pela orientação solar das fachadas. Observa-se que, os apartamentos que estão na ponta dos Blocos, e que possuem 3 fachadas, obtiveram, em sua maioria, menor pontuação em relação aos do centro que têm apenas duas fachadas. Pois a intensidade de radiação solar tem influência no conforto térmico dos apartamentos.

6.2 Classificação com propostas de modificação

6.2.1 Classificação da envoltória com propostas de melhoria

Após avaliadas as unidades habitacionais autônomas e as edificações multifamiliares na situação atual do projeto arquitetônico o próximo passo foi entender que modificações poderiam ser propostas para melhoria dos desempenhos encontrados.

Buscando visualizar quais quesitos poderiam aumentar a pontuação total foram feitas variações paramétricas nas planilhas. Com a preocupação das iniciativas não alterarem significativamente os custos.

Portanto, nessa análise foram adotadas estratégias que aumentassem os níveis de eficiência, atreladas a uma situação real de preços e que visasse principalmente melhorias em projeto arquitetônico.

Em primeira instância foi analisada a cobertura e ela não atendia aos pré-requisitos da Tabela 6. Isso porquê para o sistema de cobertura utilizado, com transmitância térmica de $2,03 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, a absorptância deveria ser menor que 0,4. A telha fibrocimento na sua cor natural não atende ao pré-requisito do RTQ-R, 2012 para a ZB8.

Para solucionar esse item, o recurso foi adotar uma telha que tivesse absorptância dentro do estabelecido, e assim, o custo seria menor do que mudar todo sistema de cobertura.

Uma empresa nacional que produz telhas, dentre outros produtos para construção civil, fabrica hoje, uma telha em fibrocimento que é pigmentada de fábrica na cor branca. Esse fato minimiza possíveis deteriorações por agentes externos e faz com que a vida útil e a cor da cobertura se mantenham por mais tempo. O índice de refletância do produto foi calculado pela metodologia desenvolvida por R. Levinson, Heat Island Group e Lawrence Berkeley Laboratory (FABRICANTE DE TELHAS, 2016).

A Telha Térmica em Fibrocimento possui o índice de absorptância de 0,27. O que faz com que o sistema de cobertura passe a atender ao pré-requisito. E isso com um custo de 30% superior ao das telhas convencionais.

Figura 24– Telha Térmica branca em fibrocimento



Fonte: FABRICANTE DE TELHAS, 2016

Figura 25 – Telha Térmica branca em fibrocimento – índices

Produto	Refletância (R%)	Emitância (E%)	Índice de refletância solar (SRI%)	Temperatura da superfície da telha
Telha TopComfort CRFS	73,0	93,0	91,0	48,1

Fonte: Modificado a partir da FABRICANTE DE TELHAS, 2016

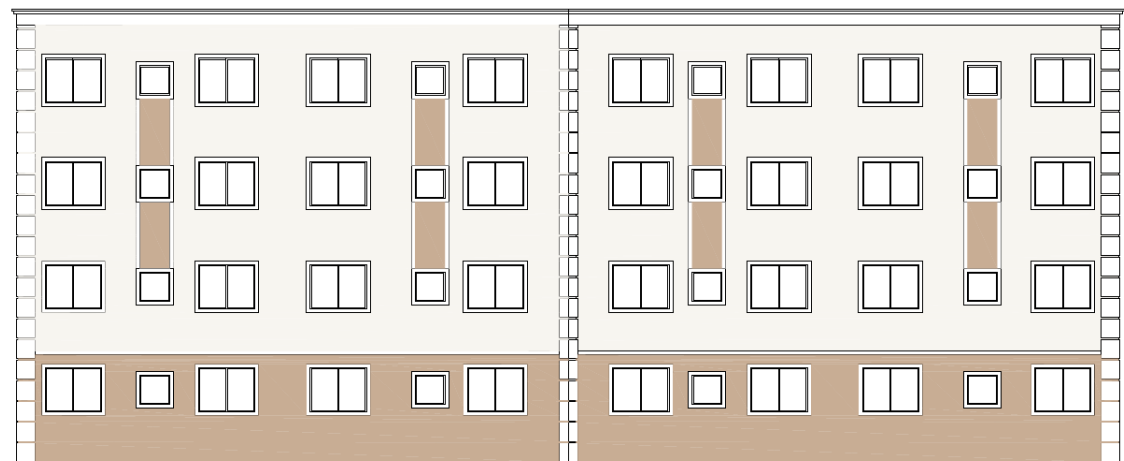
O segundo item analisado foi o sistema construtivo da parede. Embora esse sistema tenha atingido aos pré-requisitos do RTQ-R, para melhoria do conforto térmico, a proposta é alterar a sua cor. Para a classificação inicial foi usada Látex PV Fosca nº 36 cor Areia, e como melhoria foi modificada para Tinta Branca, Látex PVA Fosca, nº 39 do Anexo Geral V do RTQ-R, 2012.

A absorvância nesse caso passa de 0,39 para 0,11. Essa modificação faz com que os Graus Hora de resfriamento e o consumo relativo para refrigeração diminuam.

Abaixo serão apresentadas as fachadas anteriores e as novas, com alteração da cor, nos ambientes de permanência prolongada. Para os banheiros, acesso ao bloco e paredes da escada foi mantida a cor com maior absorvância, já que, esses ambientes não são avaliados, por não serem de permanência prolongada.

Foi mantido o barrado em cor mais escura na parte inferior das fachadas, porém com altura de apenas 80 centímetros para não ter tanta influência no desempenho térmico dos ambientes. Esse barrado tem função de diminuir a manutenção da pintura nas fachadas em relação a sujeira, já que, na parte mais baixa as paredes se sujam mais por estarem mais próximas do solo.

Figura 26– Fachada lateral – projeto atual



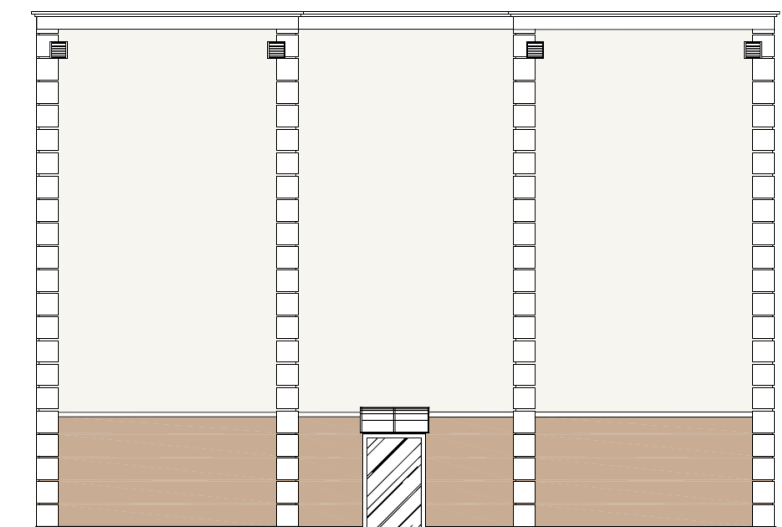
Fonte: Construtora, 2016

Figura 27– Fachada lateral – projeto modificado com cores e esquadrias



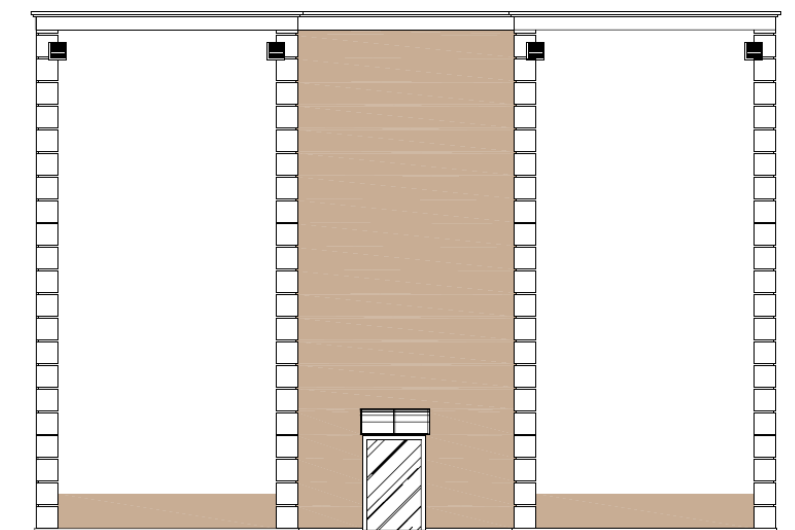
Fonte: desenvolvida pela autora a partir de Construtora, 2016

Figura 28– Fachada frontal – projeto atual



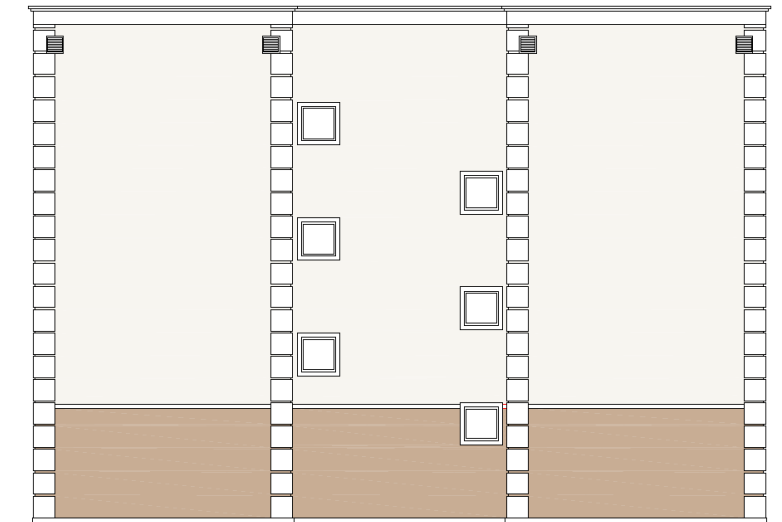
Fonte: Construtora, 2016

Figura 29– Fachada frontal – projeto modificado com cores e esquadrias



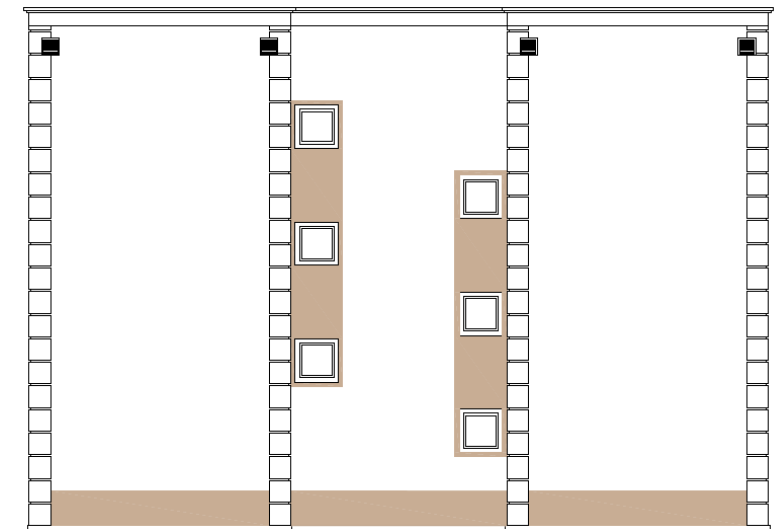
Fonte: desenvolvida pela autora a partir de Construtora, 2016

Figura 30– Fachada posterior – projeto atual



Fonte: Construtora, 2016

Figura 31 – Fachada posterior – projeto modificado com cores e esquadrias



Fonte: desenvolvida pela autora a partir de Construtora, 2016

As esquadrias utilizadas no projeto inicial não atendiam ao pré-requisito de ventilação, pois a área mínima das mesmas era inferior a 10% da área útil do ambiente. Portanto, para atender ao pré-requisito todas as esquadrias dos ambientes de permanência prolongada: quartos, sala e cozinha/área de serviço, precisaram ser alteradas.

Além da modificação nas dimensões das esquadrias houve também a sugestão de usar janela com folhas em veneziana. Embora com um custo mais elevado, com o uso das janelas que contemplam esse dispositivo de proteção solar, é possível que os

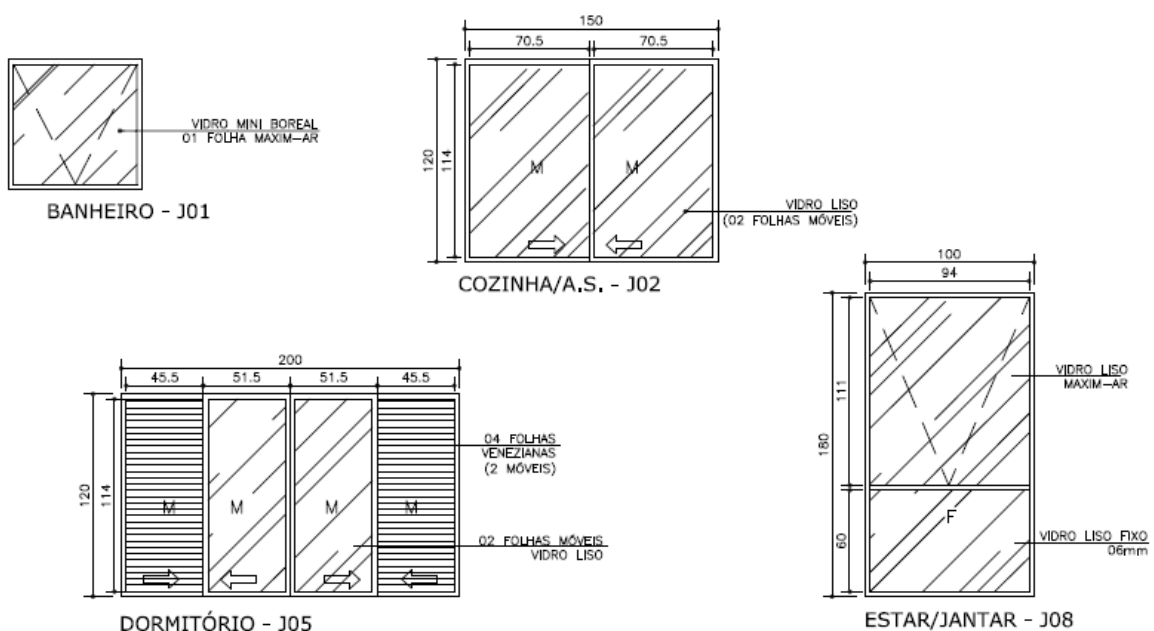
ambientes atinjam melhor desempenho térmico e que o morador tenha possibilidade de barrar a incidência de luz e calor nos cômodos. O uso desse tipo de esquadria era obrigatório na NBR15575 de 2008 para a ZB8, com o intuito de melhorar o conforto térmico das edificações nessa Zona Bioclimática que atinge temperaturas elevadas, mas na atual versão de 2013 não existe mais essa obrigatoriedade.

Entretanto, a janela com veneziana foi proposta apenas para os dormitórios, visto que, para a janela da sala o fornecedor não oferece opção com veneziana que se enquadrem nas dimensões necessárias.

Abaixo, seguem as novas esquadrias selecionadas para atender à iluminação e à ventilação. Elas foram escolhidas dentro das apresentadas pela fabricante de esquadrias, fornecedora da Construtora, e pensando em impactar o mínimo possível o projeto arquitetônico.

Figura 32 – Detalhamento das novas janelas propostas para as unidades habitacionais autônomas

Esq.	JANELAS						
	Largura (m)	Altura (m)	Área vão	Ilum. (m ²)	Ilum. (%)	Vent. (m ²)	Vent. (%)
J01	0,79	0,77	0,6083 m ²	0,5183 m ²	85%	0,4964 m ²	82%
J02	1,50	1,20	1,8 m ²	1,6074 m ²	89%	0,8037 m ²	45%
J05	2,00	1,20	2,4 m ²	1,236 m ²	52%	1,236 m ²	52%
J08	1,00	1,80	1,8m ²	1,6074 m ²	89%	0,9776 m ²	54%



Fonte: elaborado pela autora a partir do catálogo da FABRICANTE DE ESQUADRIAS, 2016

Para exemplificar o preenchimento da planilha com os novos valores para: absorvência da cobertura e das paredes, dimensão e solução das esquadrias, serão apresentadas abaixo as planilhas para os mesmos apartamentos analisados anteriormente quanto a situação atual de projeto.

Tabela 31 – Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 – Envoltória modificada

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	Quarto Solteiro	Quarto Casal	Sala/ Cozinha
	Área útil do APP	m²	9,04	9,10	17,53
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	0	0	0
	Contato com solo	adimensional	1	1	1
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0	0
Cobertura	Ucob	W/m².K	0,00	0,00	0,00
	CTcob	kJ/m².K	1,00	1,00	1,00
	acob	adimensional	0,00	0,00	0,00
Paredes Externas	Upar	W/m².K	2,78	2,78	2,78
	CTpar	kJ/m².K	209,00	209,00	209,00
	qpar	adimensional	0,11	0,11	0,11
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m²	4,26	4,52	0,00
	SUL	m²	0,00	0,00	9,71
	LESTE	m²	0,00	0,00	0,00
Áreas de Aberturas Externas	OESTE	m²	8,45	0,00	6,45
	NORTE	m²	2,40	2,40	0,00
	SUL	m²	0,00	0,00	3,60
	LESTE	m²	0,00	0,00	0,00
Características das Aberturas	OESTE	m²	0,00	0,00	0,00
	Fvent	adimensional	0,52	0,52	0,49
	Somb	adimensional	1,00	1,00	0,00
	Área das Paredes	m²	27,80	27,02	41,68
Características Gerais	Pé Direito	m	2,60	2,60	2,60
	C altura	adimensional	0,288	0,286	0,148
	isol	binário	0	0	0
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	vid	binário	0	0	0
	Uvid	W/m².K	0	0	0
	Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	B	A
			5738	3334	8584
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	C	C	Não se aplica 0,000
			51,681	49,793	

Pré-requisitos por ambiente					
Pré Requisitos da Envoltória	Paredes externas	Upar, Ctpar e qpar atendem?	Sim	Sim	Sim
	Cobertura	Ucob, Ctcob e acob atendem?	Sim	Sim	Sim
	Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório?	Sim	Sim	Não
		Há corredor no Ambiente?	Sim	Não	Não
	Iluminação Natural	Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste?	8,775	Não	Não
		Área de abertura para iluminação [m²]	1,236	1,236	3,2148
		Av/Auamb (%)	14,09	13,58	18,34
		Atende 12,5%?	Sim	Sim	Sim
	Ventilação Natural	Área de abertura para ventilação	1,236	1,236	1,7813
		Avi/Auamb (%)	14,09	13,58	10,16
Atende % mínima?		Sim	Sim	Sim	
Tipo de abertura		Correr	Correr	Máximo ar + Correr	
Abertura passível de fechamento?		Sim	Sim	Sim	
Ponderação da nota pela área útil do ambiente	ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?	Sim	Sim	Sim	
	Atende?	Sim	Sim	Sim	
Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente				
	Envoltória para Verão	B	B	A	C
		3,76	4,00	5,00	3,00
	Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
	0,00	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C	C	C	Não se aplica	
	3,00	3,00	3,00	0,00	

Fonte: Modificada de PROCCEL, 2016

Tabela 32 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – Envoltória modificada

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	Quarto PNE	Sala/ Cozinha
	Área útil do APP	m²	13,61	17,53
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	0	0
	Contato com solo	adimensional	1	1
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0
Cobertura	Ucob	W/m².K	0,00	0,00
	CTcob	kJ/m².K	1,00	1,00
	αcob	adimensional	0,00	0,00
Paredes Externas	Upar	W/m².K	2,78	2,78
	CTpar	kJ/m².K	209,00	209,00
	αpar	adimensional	0,11	0,11
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0
	CTalta	binário	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m²	0,00	0,00
	SUL	m²	0,00	6,45
	LESTE	m²	7,94	0,00
	OESTE	m²	0,00	9,71
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m²	0,00	0,00
	SUL	m²	0,00	0,00
	LESTE	m²	3,01	0,00
	OESTE	m²	0,00	3,60
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,67	0,49
	Somb	adimensional	1,00	0,00
Características Gerais	Área das Paredes	m²	32,37	41,68
	Pé Direito	m	2,60	2,60
	C altura	adimensional	0,191	0,148
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0	0
	vid	binário	0	0
	Uvid	W/m².K	0	0
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	A 1805	C 10130
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	C 39,711	Não se aplica 0,000

Pré-requisitos por ambiente				
Pré Requisitos da Envoltória	Paredes externas	Upar, CTpar e αpar atendem?	Sim	Sim
	Cobertura	Ucob, CTcob e αcob atendem?	Sim	Sim
	Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório?	Sim	Não
		Há corredor no Ambiente?	Não	Não
	Iluminação Natural	Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	Não	Não
		Área de abertura para iluminação [m²]	1,7543	3,2148
		Ai/Auamb (%)	12,89	18,34
		Atende 12,5%?	Sim	Sim
	Ventilação Natural	Área de abertura para ventilação	1,7324	1,7813
		Av/Auamb (%)	12,73	10,16
		Atende % mínima?	Sim	Sim
		Tipo de abertura	Correr	Máximo ar + correr
Abertura passível de fechamento?		Sim	Sim	
ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?		Sim	Sim	
	Atende?	Sim	Sim	
Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente			
	Envoltória para Verão	B 3,87	A 5,00	C 3,00
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00	Não se aplica 0,00
	Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C 3,00	C 3,00	Não se aplica 0,00

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 33 – Planilha de Classificação da UH's 204 e 304 Blocos 09 e 11 – Envoltória modificada

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula F10	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	Quarto Solteiro	Quarto Casal	Sala/ Cozinha
	Área útil do APP	m²	9,04	9,10	17,53
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	0	0	0
	Contato com solo	adimensional	0	0	0
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0	0
Cobertura	Ucob	W/m².K	0,00	0,00	0,00
	CTcob	kJ/m².K	1,00	1,00	1,00
	ccob	adimensional	0,00	0,00	0,00
Paredes Externas	Upar	W/m².K	2,78	2,78	2,78
	CTpar	kJ/m².K	209,00	209,00	209,00
	qpar	adimensional	0,11	0,11	0,11
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m²	0,00	0,00	0,00
	SUL	m²	8,45	0,00	6,45
	LESTE	m²	4,26	4,52	0,00
	OESTE	m²	0,00	0,00	9,71
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m²	0,00	0,00	0,00
	SUL	m²	0,00	0,00	0,00
	LESTE	m²	2,40	2,40	0,00
	OESTE	m²	0,00	0,00	3,60
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,52	0,52	0,49
	Somb	adimensional	1,00	1,00	0,00
Características Gerais	Área das Paredes	m²	27,80	27,02	41,68
	Pé Direito	m	2,60	2,60	2,60
	C altura	adimensional	0,288	0,286	0,148
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0	0	0
	vid	binário	0	0	0
	Uvid	W/m².K	0	0	0
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	A 4570	A 3302	C 11177
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	D 52,665	D 52,333	Não se aplica 0,000

Pré-requisitos por ambiente					
Pré Requisitos da Envoltória	Paredes externas	Upar, Ctpar e qpar atendem?	Sim	Sim	Sim
	Cobertura	Ucob, Ctcob e ccob atendem?	Sim	Sim	Sim
	Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório?	Sim	Sim	Não
		Há corredor no Ambiente?	Sim	Não	Não
	Iluminação Natural	Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	8,775	Não	Não
		Área de abertura para iluminação [m²]	1,236	1,236	3,2148
		Av/Auamb (%)	14,09	13,58	18,34
		Atende 12,5%?	Sim	Sim	Sim
	Ventilação Natural	Área de abertura para ventilação	1,236	1,236	1,7813
		Av/Auamb (%)	14,09	13,58	10,16
		Atende % mínima?	Sim	Sim	Sim
		Tipo de abertura	Correr	Correr	Máximo ar + Correr
Abertura passível de fechamento?		Sim	Sim	Sim	
ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?		Sim	Sim	Sim	
Atende?	Sim	Sim	Sim		
Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente				
	Envoltória para Verão	B 4,02	A 5,00	A 5,00	C 3,00
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
	Envoltória se Refrigeração Artificialmente	D 2,00	D 2,00	D 2,00	Não se aplica 0,00

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 34 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – Envoltória modificada

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB8	ZB8	ZB8
Ambiente	Identificação	adimensional	Quarto Solteiro	Quarto Casal	Sala/ Cozinha
	Área útil do APP	m²	9,04	9,10	17,53
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	1	1	1
	Contato com solo	adimensional	0	0	0
	Sobre Pilotis	adimensional	0	0	0
Cobertura	Ucob	W/m².K	2,06	2,06	0,00
	CTcob	kJ/m².K	233,00	233,00	233,00
	αcob	adimensional	0,27	0,27	0,27
Paredes Externas	Upar	W/m².K	2,78	2,78	2,78
	CTpar	kJ/m².K	209,00	209,00	209,00
	qpar	adimensional	0,11	0,11	0,11
Característica construtiva	CTbaixa	binário	0	0	0
	CTalta	binário	0	0	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m²	0,00	0,00	0,00
	SUL	m²	8,45	0,00	6,45
	LESTE	m²	4,26	4,52	0,00
	OESTE	m²	0,00	0,00	9,71
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m²	0,00	0,00	0,00
	SUL	m²	0,00	0,00	0,00
	LESTE	m²	2,40	2,40	0,00
	OESTE	m²	0,00	0,00	3,60
Características das Aberturas	Fvent	adimensional	0,52	0,52	0,49
	Somb	adimensional	1,00	1,00	0,00
Características Gerais	Área das Paredes	m²	27,80	27,02	41,68
	Pé Direito	m	2,60	2,60	2,60
	C altura	adimensional	0,288	0,286	0,148
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	0	0	0
	vid	binário	0	0	0
	Uvid	W/m².K	0	0	0
	Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	A	A
			4565	3299	11750
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m².ano	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m².ano	C	C	Não se aplica 0,000
			45,847	45,515	

Pré-requisitos por ambiente					
Pré Requisitos da Envoltória	Paredes externas	Upar, Ctpar e qpar atendem?	Sim	Sim	Sim
	Cobertura	Ucob, Ctcob e αcob atendem?	Sim	Sim	Sim
	Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório?	Sim	Sim	Não
		Há corredor no Ambiente?	Sim	Não	Não
	Iluminação Natural	Se sim, qual é a AUamb sem contar a área deste	8,775	Não	Não
		Área de abertura para iluminação [m²]	1,236	1,236	3,2148
		Av/Auamb (%)	14,09	13,58	18,34
		Atende 12,5%?	Sim	Sim	Sim
		Área de abertura para ventilação	1,236	1,236	1,7813
	Ventilação Natural	Av/Auamb (%)	14,09	13,58	10,16
		Atende % mínima?	Sim	Sim	Sim
		Tipo de abertura	Correr	Correr	Máximo ar + Correr
Abertura passível de fechamento?		Sim	Sim	Sim	
ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?		Sim	Sim	Sim	
Atende?		Sim	Sim	Sim	
Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente				
	Envoltória para Verão	B	A	A	D
		3,53	5,00	5,00	2,00
	Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
	0,00	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C	C	C	Não se aplica	
	3,00	3,00	3,00	0,00	

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

A partir dos índices encontrados nas planilhas com as propostas de melhorias, segue Tabela 35 com comparação entre esses e a situação atual do projeto arquitetônico, já exemplificada:

Tabela 35 – Planilha de Classificação dos apartamentos 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 e 104, 204, 304 e 404 Blocos 09 e 10 – Envoltória do projeto atual x envoltória modificada

UH's AUTÔNOMAS	PROJETO ATUAL - Envoltória		PROJETO MODIFICADO	
	Verão	Refrigerada artificialmente	Verão	Refrigerada artificialmente
102 Bl. 01, 03, 05 e 07	C - 2,75	D - 2,00	B - 3,76	C - 3,00
104 Bl. 09 e 11	D - 2,44	C - 3,00	B - 3,87	C - 3,00
204 e 304 Bl. 09 e 11	C - 2,51	D - 2,00	B - 4,02	D - 2,00
404 Bl. 09 e 11	D - 1,51	D - 2,00	B - 3,53	C - 3,00

Fonte: elaborada pela autora

As classificações com alterações mais significativas foram na envoltória para Verão. A melhoria na taxa de iluminação e ventilação, o uso das janelas venezianas nos quartos e a modificação da absorvância da telha e das paredes fez com que a envoltória para refrigeração alcançasse melhor desempenho.

6.2.2 Classificação dos pré-requisitos com as propostas de melhoria

No item de atendimento aos pré-requisitos: medição individualizada de água e energia, ventilação cruzada e banheiros com ventilação natural foi alterado, pois o projeto atual já estava atendendo a todos. Abaixo seguem as planilhas dos apartamentos 102 dos blocos 01, 03, 05 e 07, 104/ 204 e 304 e 404 dos blocos 09 e 11.

Tabela 36 – Planilha de Classificação da UH 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 – Pré-requisitos com modificações

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	2,9684
		Área Aberturas orientação Sul	1,7813
		Área Aberturas orientação Leste	0
		Área Aberturas orientação Oeste	0
		A2/A1	0,600087589
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
	Envoltória para Verão	B	B
		3,76	3,76
	Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
		0,00	0,00
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C	C	
		3,00	3,00
Equivalente numérico da envoltória da UH		Nota anterior aos pré-requisitos restantes	Nota final da envoltória da UH
		B	B
		3,76	3,76

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 37 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – Pré-requisitos com modificações

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	0
		Área Aberturas orientação Sul	0
		Área Aberturas orientação Leste	2,2832
		Área Aberturas orientação Oeste	1,7813
		A2/A1	0,780176945
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
	Envoltória para Verão	B	B
		3,87	3,87
	Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
		0,00	0,00
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C	C	
		3,00	3,00
Equivalente numérico da envoltória da UH		Nota anterior aos pré-requisitos restantes	Nota final da envoltória da UH
		B	B
		3,87	3,87

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 38 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 Blocos 09 e 11 – Pré-requisitos com modificações

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	0
		Área Aberturas orientação Sul	0
		Área Aberturas orientação Leste	2,9684
		Área Aberturas orientação Oeste	1,7813
		A2/A1	0,600087589
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
	Envoltória para Verão	B	B
		4,02	4,02
	Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
0,00		0,00	
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	D	D	
		2,00	2,00

Equivalente numérico da envoltória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos restantes	Nota final da envoltória da UH
	B	B
	4,02	4,02

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 39 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – Pré-requisitos com modificações

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	0
		Área Aberturas orientação Sul	0
		Área Aberturas orientação Leste	2,9684
		Área Aberturas orientação Oeste	1,7813
		A2/A1	0,600087589
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	1
		Nº Banheiros com ventilação natural	1
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Pontuação após avaliar os pré-requisitos gerais da UH		Nota anterior aos pré-requisitos	Nota posterior ao pré-requisito de ventilação cruzada
	Envoltória para Verão	B	B
		3,53	3,53
	Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
0,00		0,00	
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C	C	
		3,00	3,00

Equivalente numérico da envoltória da UH	Nota anterior aos pré-requisitos restantes	Nota final da envoltória da UH
	B	B
	3,53	3,53

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Os pré-requisitos já haviam sido atendidos na situação atual do projeto arquitetônico. Portanto, a variação da classificação deu-se pelas propostas de alteração anteriores.

Com a alteração das esquadrias, houve o aumento das áreas de abertura das fachadas e, assim, proporcionalmente, a área para realização da ventilação cruzada.

6.2.3 Pontuação das bonificações com propostas de melhorias

Nas bonificações houve apenas uma proposta para melhoria de pontuação que foi entregar lâmpadas fluorescentes em todos os ambientes dos apartamentos.

Porém, com o aumento da área de abertura efetiva das janelas foi possível ganhar a bonificação relativa a porosidade nos apartamentos do segundo, terceiro e quarto pavimentos. Para o segundo e terceiro pavimento para ganhar o bônus, a porosidade é de 16% e para o quarto pavimento é de 14% e ambas foram atendidas.

Nem todos os apartamentos do pavimento térreo em contato com o solo conseguiram ganhar essa bonificação, pois para esses a porcentagem de porosidade é de 20%. Ganharam apenas os apartamentos com área interna de quintal. Nesses a porta de acesso ao quintal foi utilizada como área efetiva de ventilação e a porcentagem foi alcançada.

Não foi possível ganhar bônus nos dispositivos especiais, pois foram usadas as janelas venezianas apenas nos quartos.

Para o centro geométrico não houve bonificação, pois com a alteração do peitoril, as janelas ficariam muito baixas e necessitariam de proteção de segurança contra quedas. Essa alteração aumentaria custo e diminuiria a área de iluminação se, por exemplo, fossem usadas grades.

A bonificação de permeabilidade também não foi ganha. Ela é de 0,06 pontos e não seria viável trocar todas as portas, aumentando assim os custos, para ganhar um bônus tão pequeno.

A refletância dos tetos e o uso racional da água já estavam sendo bonificados na situação do projeto atual. O ar condicionado, os ventiladores de teto e refrigerador não podem ser obrigatórios na venda das unidades habitacionais, já que não são itens de projeto arquitetônico, e por isso não são entregues nem pontuados.

Para pontuar com a iluminação artificial a sugestão é entregar lâmpadas fluorescentes compactas 3U branca, 20W, em todos os ambientes da unidade habitacional.

Não haverá proposta de aquecimento de água e, portanto, a medição individualizada de água quente também não pontuou.

Para apresentar as duas pontuações de bonificação que alteram quando o apartamento se encontra no pavimento térreo ou nos demais, abaixo estão as planilhas do apartamento 104 e 404 dos Blocos 09 e 11.

Tabela 40 – Planilha de Classificação da UH 104 Blocos 09 e 11 – bonificações com melhorias

Bonificações			
Bonificação Ventilação Natural	Porosidade	ATAVN (m ²)	0
		AATVS (m ²)	0
		AATVL (m ²)	2,2832
		AATVO (m ²)	1,7813
		ATFN (m ²)	0
		ATFS (m ²)	14,898
		ATFL (m ²)	11,37
		ATFNO (m ²)	9,712
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	0,0%
		Porosidade Sul	0,0%
		Porosidade Leste	20,1%
		Porosidade Oeste	18,3%
		Atende pelo menos 2 fachadas?	Não
	Bonificação	0	
	Dispositivos Especiais	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Não
		Quais dispositivos?	Não
		Bonificação	0

	Centro Geométrico	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não
		Bonificação	0
	Permeabilidade	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre $\geq 30\%$ da área da abertura?	Não
		Bonificação	0
Bonificação Iluminação Natural	Profundidade	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_a$?	Sim
		Bonificação	0,2
	Refletância Teto	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
		Bonificação	0,1
Outras Bonificações	Uso Racional de Água	Bonificação de uso racional de água	0,053
	Condicionamento Artificial de Ar	Bonificação de condicionamento artificial de ar	0
	Iluminação Artificial	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)	1
		Bonificação	0,1
	Ventiladores de Teto	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?	Não
		Bonificação	0
	Refrigeradores	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel?	Não
		Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?	Não
		Bonificação	0
	Medição Individualizada de Aquecimento de Água	Apresenta medição individualizada de água quente?	Não
		Bonificação	0

Total de bonificações	0,453
------------------------------	-------

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

No apartamento 104 dos Blocos 09 e 11 foram ganhos 0,453 pontos de bônus. Eles são: 0,2 do atendimento a profundidade, 0,1 da refletância do teto, 0,053 do uso racional de água e 0,1 da proposta e entrega da iluminação artificial. Como já mencionado não houve pontuação da porosidade.

Essa bonificação vale para todos os apartamentos do condomínio que se encontram no pavimento térreo em contato com o solo.

Tabela 41 – Planilha de Classificação da UH 404 Blocos 09 e 11 – bonificações com melhorias

Bonificações			
Bonificação Ventilação Natural	Porosidade	ATAVN (m ²)	0
		AATVS (m ²)	0
		AATVL (m ²)	2,9684
		AATVO (m ²)	1,7813
		ATFN (m ²)	0
		ATFS (m ²)	14,898
		ATFL (m ²)	11,37
		ATFNO (m ²)	9,712
		Pavimento da UH	4 ou 5
		Porosidade a Atender	14,0%
		Porosidade Norte	0,0%
		Porosidade Sul	0,0%
		Porosidade Leste	26,1%
		Porosidade Oeste	18,3%
		Atende pelo menos 2 fachadas?	Sim
	Bonificação	0,12	
	Dispositivos Especiais	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Não
		Quais dispositivos?	Não
		Bonificação	0
	Centro Geométrico	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não
Bonificação		0	
Permeabilidade	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ≥ 30% da área da abertura?	Não	
	Bonificação	0	
Bonificação Iluminação Natural	Profundidade	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem $P \leq 2,4 \cdot h_a$?	Sim

		Bonificação	0,2
	Refletância Teto	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Sim
		Bonificação	0,1
Outras Bonificações	Uso Racional de Água	Bonificação de uso racional de água	0,053
	Condicionamento Artificial de Ar	Bonificação de condicionamento artificial de ar	0
	Iluminação Artificial	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)	1
		Bonificação	0,1
	Ventiladores de Teto	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?	Não
		Bonificação	0
	Refrigeradores	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel?	Não
		Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?	Não
		Bonificação	0
	Medição Individualizada de Aquecimento de Água	Apresenta medição individualizada de água quente?	Não
		Bonificação	0

Total de bonificações	0,573
------------------------------	--------------

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

No apartamento 404 dos Blocos 09 e 11 e demais do condomínio que se encontram no segundo, terceiro ou quarto pavimento, foram ganhos 0,573 pontos de bônus. São eles: 0,12 da porosidade, 0,2 do atendimento a profundidade, 0,1 da refletância do teto, 0,053 do uso racional de água e 0,1 da proposta de entrega da iluminação artificial.

6.2.4 Pontuação total após as melhorias

A pontuação total após a mudança na absorvância das paredes e cobertura, área efetiva de iluminação e ventilação, janelas com venezianas e entrega da iluminação artificial com lâmpada em todos os ambientes será apresentada abaixo.

Tabela 42 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 – Pontuação Total com modificações

Pontuação Total	Identificação	Apto 102_Blocos 1, 3, 5 e 7
	Envoltória para Verão	B 3,76
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 3,76
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,45
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,04

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 43 – Planilha de Classificação da UH 104 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações

Pontuação Total	Identificação	Apto 104_Bloco 09 e 11
	Envoltória para Verão	B 3,87
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 3,87
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,45
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,14

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 44 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações

Pontuação Total	Identificação	Apto 204 e 304_Bloco 9 e 11
	Envoltória para Verão	B 4,02
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 4,02
	Envoltória se refrigerada artificialmente	D 2,00
	Bonificações	0,57
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,39

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 45 – Planilha de Classificação da UH 404 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações

Pontuação Total	Identificação	Apto 404_Bloco 09 e 11
	Envoltória para Verão	B 3,53
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 3,53
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,57
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	3,95

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Para comparar as classificações encontradas inicialmente com as pontuações totais após as propostas de melhoria das UH's autônomas, foi desenvolvida a Tabela 46 abaixo:

Tabela 46 – Planilha de Classificação dos apartamentos 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 e 104, 204, 304 e 404 Blocos 09 e 10 - Pontuação total projeto atual x pontuação total modificações

UH's AUTÔNOMAS	PROJETO ATUAL - Pontuação Total	PROJETO MODIFICADO - Pontuação Total
102 Bl. 01, 03, 05 e 07	C - 3,02	B - 4,04
104 Bl. 09 e 11	C - 2,75	B - 4,14
204 e 304 Bl. 09 e 11	C - 2,81	B - 4,39
404 Bl. 09 e 11	D - 1,91	B - 3,95

Fonte: elaborada pela autora

6.2.5 Classificação das edificações multifamiliares após as melhorias

A pontuação total de cada unidade habitacional autônoma será listada abaixo, e a classificação por Bloco, alcançada através da ponderação da pontuação dos apartamentos pela sua respectiva área útil.

Tabela 47 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e das Edificações Multifamiliares com melhorias.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
1,3,5 e 7	101	38,17	4,83	A
1,3,5 e 7	102	39,91	4,04	B
1,3,5 e 7	103	38,17	4,83	A
1,3,5 e 7	104	39,91	4,27	B
1,3,5 e 7	201 A 301	38,17	4,83	A
1,3,5 e 7	202 A 302	38,17	4,16	B
1,3,5 e 7	203 A 303	38,17	4,39	B
1,3,5 e 7	204 A 304	38,17	4,16	B
1,3,5 e 7	401	38,17	4,83	A
1,3,5 e 7	402	38,17	4,16	B
1,3,5 e 7	403	38,17	4,39	B
1,3,5 e 7	404	38,17	4,16	B
ENCE MULTI			4,42	B

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 48 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 02, 04, 06 e 08 e das Edificações Multifamiliares com melhorias.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
2,4,6 e 8	101	38,17	4,83	A
2,4,6 e 8	102	39,91	4,27	B
2,4,6 e 8	103	38,17	4,83	A
2,4,6 e 8	104	39,91	4,71	A
2,4,6 e 8	201 A 301	38,17	4,39	B
2,4,6 e 8	202 A 302	38,17	4,39	B
2,4,6 e 8	203 A 303	38,17	4,83	A
2,4,6 e 8	204 A 304	38,17	4,16	B
2,4,6 e 8	401	38,17	4,39	B
2,4,6 e 8	402	38,17	4,39	B
2,4,6 e 8	403	38,17	4,83	A
2,4,6 e 8	404	38,17	4,16	B
ENCE MULTI			4,51	A

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 49 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 09 e 11 e das Edificações Multifamiliares com melhorias.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
09 E 11	101	38,17	4,83	A
09 E 11	102	39,91	4,65	A
09 E 11	103	38,17	4,39	B
09 E 11	104	39,91	4,14	B
09 E 11	201 A 301	38,17	4,83	A
09 E 11	202 A 302	38,17	4,16	B
09 E 11	203 A 303	38,17	4,39	B
09 E 11	204 A 304	38,17	4,39	B
09 E 11	401	38,17	4,83	A
09 E 11	402	38,17	4,16	B
09 E 11	403	38,17	4,39	B
09 E 11	404	38,17	3,95	B
ENCE MULTI			4,43	B

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 50 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 10 e da Edificação Multifamiliar com melhorias.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
10	101	38,17	4,39	B
10	102	39,91	3,63	B
10	103	38,17	4,83	A
10	104	39,91	4,14	B
10	201 A 301	38,17	4,39	B
10	202 A 302	38,17	3,72	B
10	203 A 303	38,17	4,83	A
10	204 A 304	38,17	4,16	B
10	401	38,17	4,39	B
10	402	38,17	3,72	B
10	403	38,17	4,83	A
10	404	38,17	4,16	B
ENCE MULTI			4,26	B

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 51 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 12 e da Edificação Multifamiliar com melhorias.

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
12	101	38,17	4,39	B
12	102	39,91	3,6	B
12	103	38,17	4,83	A
12	104	39,91	4,04	B
12	201 A 301	38,17	4,39	B
12	202 A 302	38,17	3,72	B
12	203 A 303	38,17	4,83	A
12	204 A 304	38,17	4,16	B
12	401	38,17	4,39	B
12	402	38,17	3,72	B
12	403	38,17	4,83	A
12	404	38,17	4,16	B
ENCE MULTI			4,25	B

Fonte: Elaborado pela autora

Na representação das classificações acima, os Blocos que antes atingiram nível C e D, na situação atual em que se encontra o projeto arquitetônico, passaram a atingir nível A e B com as sugestões de melhoria.

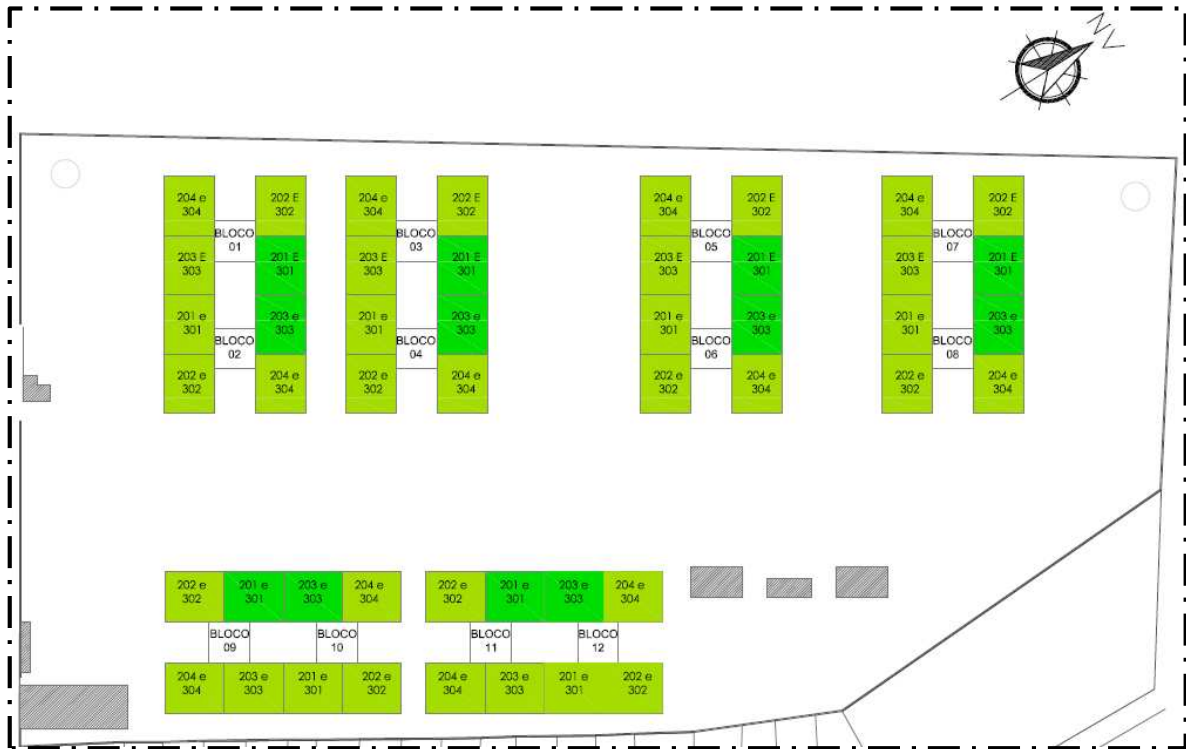
Abaixo segue a ilustração da das classificações, com as propostas de alteração, em sobreposição com a implantação.

Figura 33– Níveis finais de eficiência das UH's do pavimento térreo com sugestões de melhorias



Fonte: Elaborado pela autora a partir da implantação fornecida pela Construtora

Figura 34 – Níveis finais de eficiência das UH's do segundo e terceiro pavimentos com sugestões de melhorias



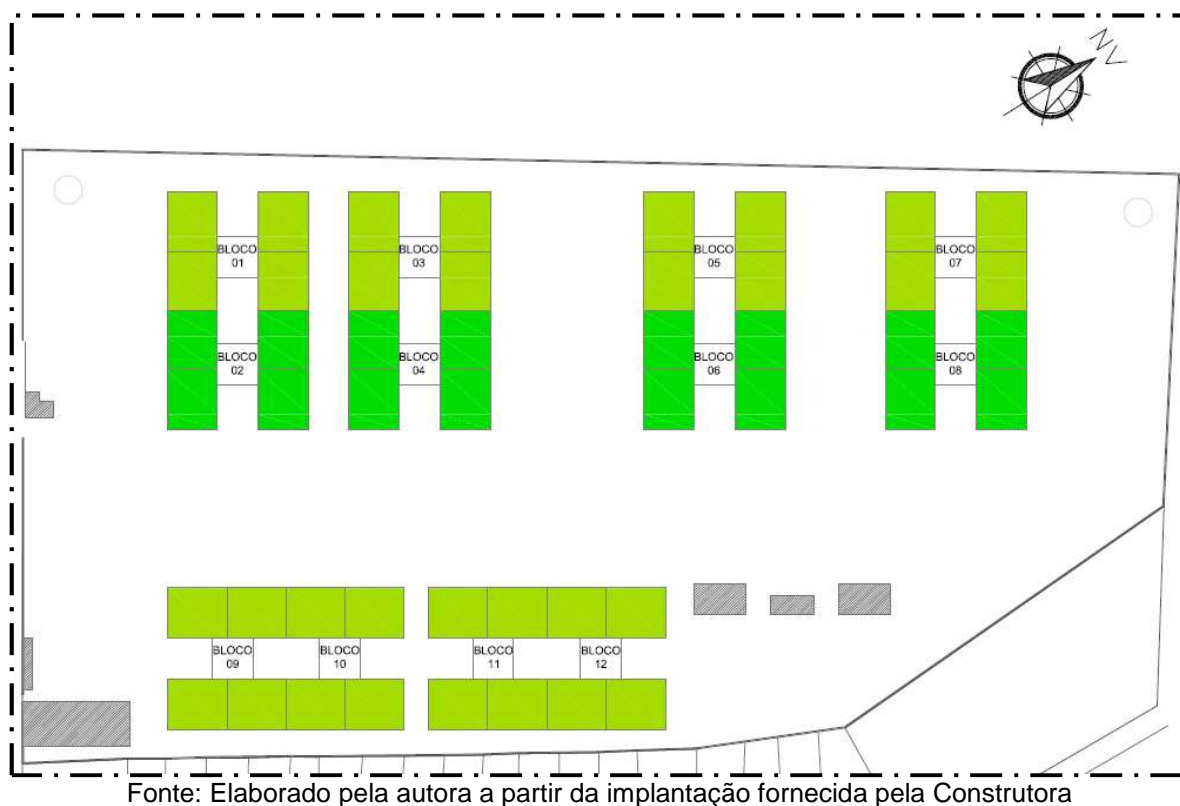
Fonte: Elaborado pela autora a partir da implantação fornecida pela Construtora

Figura 35 – Níveis finais de eficiência das UH's do quarto pavimento com sugestões de melhorias



Fonte: Elaborado pela autora a partir da implantação fornecida pela Construtora

Figura 36 – Níveis finais de eficiência dos Blocos – Edificação Multifamiliar com sugestão de melhorias



É possível identificar nas ilustrações acima, que com soluções simples, foi possível alcançar desempenho térmico mais elevado e de até dois níveis acima. E que o atendimento aos pré-requisitos da cobertura, fez com que os apartamentos do último pavimento, passassem a obter a mesma classificação dos apartamentos do segundo e terceiro pavimentos. Isso porquê, a cobertura deixou de ter influência negativa no conforto térmico das unidades que tinham contato direto com ela.

Enquanto que, os apartamentos do primeiro pavimento que tem contato com o solo, continuaram a ter melhor classificação que os demais e a maioria deles atingiu nível “A”.

6.3 Classificação com as propostas de alteração mais os KIT's

Conforme dito anteriormente, a Construtora trabalha com a comercialização de KIT's, que são um conjunto de acabamentos, e que não entram no enquadramento do Minha Casa Minha vida.

Usando dessa ideia, foram criados nesse trabalho dois tipos de KIT que aumentam a eficiência energética da edificação. Eles são compostos de itens que pontuam na classificação, mas que não fazem parte de estratégias de projeto arquitetônico e portanto não podem estar associados a venda da UH. Cabe ao consumidor a escolha de melhorar o desempenho do seu apartamento ou manter as classificações descritas acima.

São dois os KIT's propostos e esses vem agregar as melhorias citadas no tópico anterior. O KIT 1 é composto de ventiladores de teto nos ambientes de permanência prolongada e refrigerador. O KIT 2 é composto de ar condicionado nos quartos e refrigerador. Ambos poderão ser financiados juntamente com o valor do imóvel, como já acontece na Construtora, com os KIT's de acabamento. Isso torna mais fácil a forma de pagamento, já que, os financiamentos podem ser parcelados em até 360 meses.

A escolha pelos itens deu-se pelo fato de o refrigerador ser o equipamento com maior tempo de consumo energético em uma habitação, e assim, a importância de propor um eletrodoméstico eficiente energeticamente. E a proposta do ventilador e do ar condicionado é em decorrência do clima da ZB8, que sempre atinge altas temperaturas, e que demanda um equipamento para melhoria do conforto térmico nesse sentido.

Foram preenchidas planilhas de classificação (PROCEL, 2016) para todas as unidades autônomas com a opção dos dois KIT'S, porém por serem em grande número, apenas os apartamentos que já vêm sendo exemplo no desenvolvimento do trabalho terão suas planilhas ilustradas.

Os KIT's propostos alteram apenas a pontuação de bonificação na classificação dos apartamentos, assim, permanecem os números encontrados para a envoltória expostos anteriormente nesse trabalho.

Entretanto, o KIT não é apenas uma estratégia para melhorar a classificação das UH autônomas, ele é um meio que o morador tem de baixar seu consumo energético, em comparação com o uso de equipamentos com menos eficiência energética.

6.3.1 Classificação com as propostas de alteração mais a venda do KIT 1

Para o KIT 1 a bonificação é acrescida em 0,2 pontos. Sendo 0,1 ponto referente aos ventiladores e 0,1 do refrigerador. As pontuações finais para o KIT 1 estão exemplificadas abaixo para os apartamentos 102 dos Blocos 01, 3, 05 e 07 e 104, 204, 304 e 404 dos Blocos 09 e 11.

Tabela 52 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 – Pontuação Total com modificações mais KIT 1

Pontuação Total	Identificação	Apto 102_Blocos 1, 3, 5 e 7
	Envoltória para Verão	B 3,76
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 3,76
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,65
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,24

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 53 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e da UH 104 Blocos 09 e 11 – bonificações com melhorias mais KIT 1

Outras Bonificações	Uso Racional de Água	Bonificação de uso racional de água	0,053
	Condicionamento Artificial de Ar	Bonificação de condicionamento artificial de ar	0
	Iluminação Artificial	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)	1
			Bonificação
	Ventiladores de Teto	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?	Sim
			Bonificação
	Refrigeradores	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel?	Sim
			Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?
	Medição Individualizada de Aquecimento de Água	Apresenta medição individualizada de água quente?	Não
			Bonificação
Total de bonificações		0,653	

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 54 – Planilha de Classificação da UH 104 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações mais KIT 1

Pontuação Total	Identificação	Apto 104_Bloco 09 e 11
	Envoltória para Verão	B 3,87
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 3,87
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,65
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,34

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

No caso dos apartamentos 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e 104 dos Blocos 09 e 11 a bonificação é igual e menor que os demais apartamentos. Esses e todos os outros apartamentos em contato com o solo que não tem porta de acesso para o quintal interno não atendem a porosidade.

Tabela 55 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações mais KIT 1

Pontuação Total	Identificação	Apto 204 e 304_Bloco 9 e 11
	Envoltória para Verão	B 4,02
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 4,02
	Envoltória se refrigerada artificialmente	D 2,00
	Bonificações	0,77
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	A
Pontuação Total	4,59

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 56 – Planilha de Classificação da UH 204, 304 e 404 Blocos 09 e 11 –
bonificações com melhorias mais KIT 1

Outras Bonificações	Uso Racional de Água	Bonificação de uso racional de água	0,053
	Condicionamento Artificial de Ar	Bonificação de condicionamento artificial de ar	0
	Iluminação Artificial	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)	1
		Bonificação	0,1
	Ventiladores de Teto	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?	Sim
		Bonificação	0,1
	Refrigeradores	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel?	Sim
		Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?	Sim
		Bonificação	0,1
	Medição Individualizada de Aquecimento de Água	Apresenta medição individualizada de água quente?	Não
Bonificação		0	
Total de bonificações			0,773

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 57 – Planilha de Classificação da UH 404 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação
Total com modificações mais KIT 1

Pontuação Total	Identificação	Apto 404_Bloco 09 e 11
	Envoltória para Verão	B
		3,53
	Envoltória para Inverno	Não se aplica
		0,00
	Aquecimento de Água	D
		2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B
		3,53
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C
Bonificações	0,77	
Região	Nordeste	
Coefficiente a	0,90	

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,15

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Para confrontar a mudança nos níveis dos apartamentos utilizados como exemplo, segue abaixo, planilha da classificação na situação atual do projeto em comparação com a proposta das melhorias mais a bonificação com o KIT 1.

Tabela 58 – Planilha de Classificação dos apartamentos 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 e 104, 204, 304 e 404 Blocos 09 e 10 - Pontuação total projeto atual x pontuação total modificações mais KIT 1

UH's AUTÔNOMAS	PROJETO ATUAL - Pontuação Total	PROJETO MODIFICADO +KIT 1 - Pontuação Total
102 Bl. 01, 03, 05 e 07	C - 3,02	B - 4,24
104 Bl. 09 e 11	C - 2,75	B - 4,34
204 e 304 Bl. 09 e 11	C - 2,81	A - 4,59
404 Bl. 09 e 11	D - 1,91	B - 4,15

Fonte: elaborada pela autora

6.3.2 Classificação das edificações multifamiliares após as melhorias mais comercialização do KIT 1

A pontuação total de cada unidade habitacional autônoma será listada abaixo, e a classificação das edificações multifamiliares com as sugestões de melhorias em projeto arquitetônico mais a inserção do KIT 1.

Tabela 59 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 1

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
1,3,5 e 7	101	38,17	5,03	A
1,3,5 e 7	102	39,91	4,24	B
1,3,5 e 7	103	38,17	5,03	A
1,3,5 e 7	104	39,91	4,47	B
1,3,5 e 7	201 A 301	38,17	5,03	A
1,3,5 e 7	202 A 302	38,17	4,36	B
1,3,5 e 7	203 A 303	38,17	4,59	A
1,3,5 e 7	204 A 304	38,17	4,36	B
1,3,5 e 7	401	38,17	5,03	A
1,3,5 e 7	402	38,17	4,36	B
1,3,5 e 7	403	38,17	4,59	A
1,3,5 e 7	404	38,17	4,36	B
ENCE MULTI			4,62	A

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 60 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 02, 04, 06 e 08 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 1

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
2,4,6 e 8	101	38,17	5,03	A
2,4,6 e 8	102	39,91	4,47	B
2,4,6 e 8	103	38,17	5,03	A
2,4,6 e 8	104	39,91	4,91	A
2,4,6 e 8	201 A 301	38,17	4,59	A
2,4,6 e 8	202 A 302	38,17	4,59	A
2,4,6 e 8	203 A 303	38,17	5,03	A
2,4,6 e 8	204 A 304	38,17	4,36	B
2,4,6 e 8	401	38,17	4,59	A
2,4,6 e 8	402	38,17	4,59	A
2,4,6 e 8	403	38,17	5,03	A
2,4,6 e 8	404	38,17	4,36	B
ENCE MULTI			4,71	A

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 61 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 09 e 11 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 1

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
09 E 11	101	38,17	5,03	A
09 E 11	102	39,91	4,85	A
09 E 11	103	38,17	4,59	A
09 E 11	104	39,91	4,34	B
09 E 11	201 A 301	38,17	5,03	A
09 E 11	202 A 302	38,17	4,36	B
09 E 11	203 A 303	38,17	4,59	A
09 E 11	204 A 304	38,17	4,59	A
09 E 11	401	38,17	5,03	A
09 E 11	402	38,17	4,36	B
09 E 11	403	38,17	4,59	A
09 E 11	404	38,17	4,15	B
ENCE MULTI			4,63	A

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 62 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 10 e das Edificação Multifamiliar com melhorias mais KIT 1

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
10	101	38,17	4,59	A
10	102	39,91	3,83	B
10	103	38,17	5,03	A
10	104	39,91	4,34	B
10	201 A 301	38,17	4,59	A
10	202 A 302	38,17	3,92	B
10	203 A 303	38,17	5,03	A
10	204 A 304	38,17	4,36	B
10	401	38,17	4,59	A
10	402	38,17	3,92	B
10	403	38,17	5,03	A
10	404	38,17	4,36	B
ENCE MULTI			4,46	B

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 63 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 12 e das Edificação Multifamiliar com melhorias mais KIT 1

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
12	101	38,17	4,59	A
12	102	39,91	3,8	B
12	103	38,17	5,03	A
12	104	39,91	4,24	B
12	201 A 301	38,17	4,59	A
12	202 A 302	38,17	3,92	B
12	203 A 303	38,17	5,03	A
12	204 A 304	38,17	4,36	B
12	401	38,17	4,59	A
12	402	38,17	3,92	B
12	403	38,17	5,03	A
12	404	38,17	4,36	B
ENCE MULTI			4,45	B

Fonte: Elaborado pela autora

6.3.3 Classificação com as propostas de alteração mais a venda do KIT 2

No KIT 2, que tem como itens o ar condicionado e o refrigerador, as unidades habitacionais não serão bonificadas em relação ao condicionamento artificial de ar.

Isso porquê, para que seja contabilizada essa bonificação a envoltória da UH deve atingir nível A de eficiência quando condicionada artificialmente (BRASIL, 2012).

Sendo assim, essa proposta do KIT 2 atinge pontuação total menor quando comparada a pontuação do KIT 1 com ventiladores. Mas, mesmo com a classificação menor, optou-se por oferecer ao cliente o ar condicionado com ENCE A ou Selo Procel, pois ele pode posteriormente adquirir um aparelho com alto consumo energético e piorar a eficiência inicial de seu apartamento. Além disso, por se tratar da Zona Bioclimática 8, que atinge altas temperaturas durante todo o ano, o ar condicionado proporciona mais conforto térmico, em relação aos ventiladores.

A tabela 64, desenvolvida a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, apresenta a evolução da produção e das vendas de aparelhos de uso doméstico entre os anos de 2005 e 2012. Nela observa-se que, o crescimento geométrico médio anual do consumo de ar condicionado é maior que o de ventiladores. Esses dados reforçam a opção por oferecer ao cliente a possibilidade de adquirir um aparelho de ar condicionado, com menor consumo energético, mesmo que a classificação seja menor em comparação ao KIT com ventilador.

Tabela 64 – Evolução da produção e vendas de aparelhos eletrodomésticos de uso doméstico (2005-2012) (unidades); Incremento relativo do número de unidades vendidas e produzidas no período 2005-2012 (%); Crescimento médio geométrico anual da produção e venda (%)

APARELHOS		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	*** INCREMENTO 2005-2012 (%)	*** CRESC GEOM MÉDIO ANUAL (%)
VENTILADORES E CIRCULADORES DE AR	PRODUZIDO	7 874 735	9 207 783	10 640 170	11 270 238	12 977 731	16 378 323	14 146 816	17 748 553	125,4	12,3
	VENDIDO	8 789 679	9 793 514	8 573 987	11 185 050	12 416 276	16 145 473	12 400 950	13 165 186	49,8	5,9
* AR CONDICIONADO	PRODUZIDO	1 249 831	1 353 133	1 188 879	1 420 519	1 607 579	3 053 990	3 408 106	3 577 405	186,2	16,2
	VENDIDO	1 267 567	1 399 898	1 143 543	1 477 491	1 733 419	2 646 528	3 090 426	3 578 024	182,3	16,0
CHUVEIROS ELÉTRICOS	PRODUZIDO	16 746 502	19 430 707	21 852 632	20 887 843	19 992 692	19 904 509	22 847 934	21 313 168	27,3	3,3
	VENDIDO	16 388 728	18 306 605	19 939 605	20 284 795	17 653 041	19 048 216	22 097 821	20 053 122	22,4	2,9
AQUECEDORES DE ÁGUA	PRODUZIDO	270 323	352 044	216 323	883 882	169 246	428 169	725 139	3 155 083	1067,2	42,1
	VENDIDO	260 607	285 607	206 072	927 229	299 090	403 541	680 692	2 926 706	1023,0	41,3
GELADEIRAS E FREEZERS	PRODUZIDO	5293643	6093472	6581739	7022328	7599290	7861223	7969792	8281551	56,4	6,6
	VENDIDO	5522436	5790206	6 420 559	7 028 925	7700581	7531 994	7629097	8261476	49,6	5,9
MICROONDAS	PRODUZIDO	1 309 303	1 607 014	2 716 721	2 538 262	3 239 044	3 397 923	4 220 826	3 807 018	190,8	16,5
	VENDIDO	1 161 472	2 025 437	2 474 638	2 627 809	3 400 046	4 116 899	4 266 221	3 917 974	237,3	19,0
EXAUSTOR E COIFA	PRODUZIDO	124 352	115 752	123 978	126 090	55 750	158 651	170 209	532 743	328,3	23,1
	VENDIDO	123 034	106 243	112 268	114 028	56 418	154 359	507 758	515 438	318,9	103,4
FORNO E CHURRASQUEIRA ELÉTRICOS	PRODUZIDO	446 638	601 794	583 287	549 738	668 229	1 063 335	1 138 986	1 187 307	165,8	15,0
	VENDIDO	445 346	591 032	555 462	538 398	673 560	1 026 164	1 127 387	1 132 326	154,3	14,3

LIQUIDIF., BATEDEIRAS, ESPREM. DE FRUTAS	PRODUZIDO	10 980 393	10 992 823	13 405 926	12 763 273	11 467 410	13 821 592	12 665 302	17 218 070	46,8	10,9
	VENDIDO	11 740 349	10 512 131	12 650 572	13 118 895	12 208 906	13 503 297	12 517 382	13 319 837	13,5	11,5
LAVADORA E SECADORA	PRODUZIDO	3 502 775	4 208 228	5 419 096	5 561 835	5 796 130	5 913 714	6 641 255	7 247 053	106,9	10,9
	VENDIDO	3 517 168	3 935 458	5 141 955	5 571 078	5 867 661	6 573 512	6 200 277	7 523 579	113,9	11,5
TANQUINHO	PRODUZIDO	**	**	**	535 754	1 594 411	1 617 836	2 032 207	2 764 534	416,0	50,7
	VENDIDO				525 466	1 590 848	1 595 516	2 022 255	2 418 549	360,3	46,5
FERRO ELÉTRICO	PRODUZIDO	**	4 433 989	4 029 256	6 107 760	5 775 282	6 951 903	5 490 432	5 976 625	34,8	5,1
	VENDIDO		5 810 687	3 804 870	6 196 248	5 682 508	5 930 233	5 377 971	5 317 132	-8,5	-1,5
* CAFETEIRA E COMBINADOS	PRODUZIDO	513 459	151 797	282 065	616 973	280 095	529 021	337 750	337 359	122,2	14,2
	VENDIDO	473 168	540 568	214 502	891 312	407 649	576 363	526 476	234 035	-56,7	-13,0
TELEVISÃO	PRODUZIDO	10 623 588	12 890 783	11 393 407	10 901 466	8 641 490	12 211 981	13 360 765	13 209 729	24,3	3,2
	VENDIDO	10 656 582	12 496 744	11 276 478	10 763 374	8 992 815	12 006 838	12 742 477	13 443 526	26,2	5,9
SOM	PRODUZIDO	564 306	891 197	1 098 295	530 605	693 436	1 235 264	1 284 316	1 237 555	119,3	11,9
	VENDIDO	537 395	918 785	1 069 974	524 556	722 363	1 324 344	1 314 982	1 203 478	123,9	12,2
* RÁDIO E COMBINADOS	PRODUZIDO	2 597 800	1 432 982	1 590 712	2 412 027	1 803 943	2 903 245	2 649 231	2 876 948	10,7	1,5
	VENDIDO	2 741 147	1 623 932	1 604 910	2 378 154	1 668 487	2 855 824	2 464 733	2 613 706	-4,6	-0,7
DVD, VÍDEO-CASSETE, HOME-THEATER	PRODUZIDO	6 354 204	7 207 681	7 266 794	6 440 976	7 015 929	6 501 643	8 078 179	7 006 818	10,3	1,4
	VENDIDO	1 344 590	1 268 729	1 255 061	1 238 152	972 086	1 065 363	1 129 567	1 011 206	-24,8	-4,0
MICROCOMPUTADORES DE MESA	PRODUZIDO	2 070 844	3 060 353	4 167 781	4 240 644	3 283 235	3 293 884	3 862 303	3 108 652	50,1	6,0
	VENDIDO	2 041 835	3 009 928	4 167 078	4 489 125	3 242 935	3 359 566	3 808 202	3 093 429	51,5	6,1
MICROCOMPUTADORES PORTÁTEIS	PRODUZIDO	197 146	254 688	1 334 638	2 559 735	4 162 964	6 080 111	6 024 303	8 921 903	4425,5	72,4
	VENDIDO	200 768	245 179	1 334 466	2 556 970	4 139 497	6 242 494	5 975 831	8 779 292	4272,9	71,6
TELEFONES CELULARES	PRODUZIDO	64 284 671	67 362 153	68 753 625	66 531 449	55 845 333	57 617 882	59 129 093	57 218 477	-14,0	-3,7
	VENDIDO	63 366 732	64 135 072	66 554 253	68 028 484	60 856 684	56 859 909	59 404 963	57 179 950	-15,9	-4,3
VÍDEOGAMES	PRODUZIDO	239 598	**	**	**	226 915	**	**	89 156	-62,8	
	VENDIDO	220 844				205 677			114 613	-48,1	
LAMPADAS INCANDESCENTES	PROD (x1000)	560 642	608 547	379 965	309 787	283 219	267 767	214 974	96 913	-82,7	-22,2
	VEND (x1000)	593 354	559 717	380 113	358 771	282 725	268 895	199 201	108 637	-81,7	-21,5
LAMPADAS FLUORESCENTES	PROD (x1000)	125 013	92 136	72 599	277 421	67 379	56 757	130 020	**	4,0	0,7
	VEND (x1000)	122 834	97 197	71 657	277 223	67 860	47 443	129 789	**	5,7	0,9

Fonte: ABRAHAO, Karla Cristina de Freitas Jorge, 2015.

O ar condicionado será proposto apenas nos quartos, pois o consumo relativo para refrigeração é avaliado apenas nesses ambientes.

Tabela 65 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 – Pontuação Total com modificações mais KIT 2

Pontuação Total	Identificação	Apto 102, Blocos 1, 3, 5 e 7
	Envoltória para Verão	B 3,76
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 3,76
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,55
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,14

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 66 – Planilha de Classificação da UH 102 dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e da UH 104 Blocos 09 e 11 – bonificações com melhorias mais KIT 2

Outras Bonificações	Uso Racional de Água	Bonificação de uso racional de água	0,053
	Condicionamento Artificial de Ar	Bonificação de condicionamento artificial de ar	0
	Iluminação Artificial	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)	1
		Bonificação	0,1
	Ventiladores de Teto	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?	Não
		Bonificação	0
	Refrigeradores	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel?	Sim
		Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?	Sim
		Bonificação	0,1
	Medição Individualizada de Aquecimento de Água	Apresenta medição individualizada de água quente?	Não
Bonificação		0	
Total de bonificações			0,553

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 67 – Planilha de Classificação da UH 104 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações mais KIT 2

Pontuação Total	Identificação	Apto 104_Bloco 09 e 11
	Envoltória para Verão	B
		3,87
	Envoltória para Inverno	Não se aplica
		0,00
	Aquecimento de Água	D
		2,00
	Equivalente numérico da envoltória	B
		3,87
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C
Bonificações	3,00	
Região	0,55	
Coefficiente a	Nordeste	
	0,90	

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,24

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 68 – Planilha de Classificação da UH 204 e 304 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações mais KIT 2

Pontuação Total	Identificação	Apto 204 e 304_Bloco 9 e 11
	Envolória para Verão	B 4,02
	Envolória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envolória	B 4,02
	Envolória se refrigerada artificialmente	D 2,00
	Bonificações	0,67
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,49

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 69 – Planilha de Classificação da UH 204, 304 e 404 Blocos 09 e 11 – bonificações com melhorias mais KIT 2

Outras Bonificações	Uso Racional de Água	Bonificação de uso racional de água	0,053	
	Condicionamento Artificial de Ar	Bonificação de condicionamento artificial de ar	0	
	Iluminação Artificial	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)		1
			Bonificação	0,1
	Ventiladores de Teto	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?		Não
			Bonificação	0
	Refrigeradores	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel? Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?		Sim
				Sim
			Bonificação	0,1
	Medição Individualizada de Aquecimento de Água	Apresenta medição individualizada de água quente?		Não
Bonificação			0	
Total de bonificações			0,673	

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Tabela 70 – Planilha de Classificação da UH 404 dos Blocos 09 e 11 – Pontuação Total com modificações mais KIT 2

Pontuação Total	Identificação	Apto 404_Bloco 09 e 11
	Envolória para Verão	B 3,53
	Envolória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	D 2,00
	Equivalente numérico da envolória	B 3,53
	Envolória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,67
	Região	Nordeste
	Coefficiente a	0,90

Classificação final da UH	B
Pontuação Total	4,05

Fonte: Modificada de PROCEL, 2016

Para evidenciar a alteração nos níveis dos apartamentos utilizados como exemplo, segue abaixo, planilha da classificação na situação atual do projeto em comparação com a proposta das melhorias mais a bonificação do refrigerador com o KIT 2.

Tabela 71 – Planilha de Classificação dos apartamentos 102 Blocos 01, 03, 05 e 07 e 104, 204, 304 e 404 Blocos 09 e 10 - Pontuação total projeto atual x pontuação total modificações mais KIT 2

UH's AUTÔNOMAS	PROJETO ATUAL - Pontuação Total	PROJETO MODIFICADO +KIT 2 - Pontuação Total
102 Bl. 01, 03, 05 e 07	C - 3,02	B - 4,14
104 Bl. 09 e 11	C - 2,75	B - 4,24
204 e 304 Bl. 09 e 11	C - 2,81	B - 4,49
404 Bl. 09 e 11	D - 1,91	B - 4,05

Fonte: elaborada pela autora

Os apartamentos 204 e 304 dos Blocos 09 e 11, com a perda do bônus dos ventiladores sugeridos no KIT 1 tiveram seu nível reduzido de A para B, pois no KIT 2 bonificou apenas com o refrigerador.

6.3.4 Classificação das edificações multifamiliares após as melhorias mais a venda do KIT 2

Abaixo está listada a pontuação total de cada unidade habitacional autônoma, e a classificação das edificações multifamiliares com as sugestões de melhorias em projeto arquitetônico mais a inclusão do KIT 2.

Tabela 72 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 01, 03, 05 e 07 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 2

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
1,3,5 e 7	101	38,17	4,93	A
1,3,5 e 7	102	39,91	4,14	B
1,3,5 e 7	103	38,17	4,93	A
1,3,5 e 7	104	39,91	4,37	B
1,3,5 e 7	201 A 301	38,17	4,93	A
1,3,5 e 7	202 A 302	38,17	4,26	B
1,3,5 e 7	203 A 303	38,17	4,49	B
1,3,5 e 7	204 A 304	38,17	4,26	B
1,3,5 e 7	401	38,17	4,93	A
1,3,5 e 7	402	38,17	4,26	B
1,3,5 e 7	403	38,17	4,49	B
1,3,5 e 7	404	38,17	4,26	B
ENCE MULTI			4,52	A

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 73 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 02, 04, 06 e 08 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 2

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
2,4,6 e 8	101	38,17	4,93	A
2,4,6 e 8	102	39,91	4,37	B
2,4,6 e 8	103	38,17	4,93	A
2,4,6 e 8	104	39,91	4,81	A
2,4,6 e 8	201 A 301	38,17	4,49	B
2,4,6 e 8	202 A 302	38,17	4,49	B
2,4,6 e 8	203 A 303	38,17	4,93	A
2,4,6 e 8	204 A 304	38,17	4,26	B
2,4,6 e 8	401	38,17	4,49	B
2,4,6 e 8	402	38,17	4,49	B
2,4,6 e 8	403	38,17	4,93	A
2,4,6 e 8	404	38,17	4,26	B

ENCE MULTI	4,61	A
-------------------	-------------	----------

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 74 – Níveis finais de eficiência das UH's dos Blocos 09 e 11 e das Edificações Multifamiliares com melhorias mais KIT 2

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
09 E 11	101	38,17	4,93	A
09 E 11	102	39,91	4,75	A
09 E 11	103	38,17	4,49	B
09 E 11	104	39,91	4,24	B
09 E 11	201 A 301	38,17	4,93	A
09 E 11	202 A 302	38,17	4,26	B
09 E 11	203 A 303	38,17	4,49	B
09 E 11	204 A 304	38,17	4,49	B
09 E 11	401	38,17	4,93	A
09 E 11	402	38,17	4,26	B
09 E 11	403	38,17	4,49	B
09 E 11	404	38,17	4,05	B
ENCE MULTI			4,53	A

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 75 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 10 e das Edificação Multifamiliar com melhorias mais KIT 2

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
10	101	38,17	4,49	B
10	102	39,91	3,73	B
10	103	38,17	4,93	A
10	104	39,91	4,24	B
10	201 A 301	38,17	4,49	B
10	202 A 302	38,17	3,82	B
10	203 A 303	38,17	4,93	A
10	204 A 304	38,17	4,26	B
10	401	38,17	4,49	B
10	402	38,17	3,82	B
10	403	38,17	4,93	A
10	404	38,17	4,26	B
ENCE MULTI			4,36	B

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 76 – Níveis finais de eficiência das UH's do Bloco 12 e das Edificação Multifamiliar com melhorias mais KIT 2

BLOCO	APTO	ÁREA ÚTIL	PONTUAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
12	101	38,17	4,49	B
12	102	39,91	3,7	B
12	103	38,17	4,93	A
12	104	39,91	4,14	B
12	201 A 301	38,17	4,49	B
12	202 A 302	38,17	3,82	B
12	203 A 303	38,17	4,93	A
12	204 A 304	38,17	4,16	B
12	401	38,17	4,39	B
12	402	38,17	3,82	B
12	403	38,17	4,93	A
12	404	38,17	4,26	B
ENCE MULTI			4,34	B

Fonte: Elaborado pela autora

Com a classificação descrita nas planilhas acima percebe-se que embora os apartamentos tenham diminuído seu equivalente numérico em comparação com o KIT 1, a classificação das edificações multifamiliares se manteve em relação ao nível. Os Blocos permaneceram com níveis A e B.

6.4 Comparativo entre as situações de etiquetagem apresentadas

Para expor todas as situações de classificação descritas acima foi desenvolvido o Gráfico 1 comparativo e a Tabela 77 quantitativa com os números de etiquetas encontradas em cada caso de acordo com o nível.

Como apresentado anteriormente as situações de classificação foram:

- Projeto arquitetônico na situação atual;
- Projeto arquitetônico com melhorias que alteram o custo da edificação;
- KIT 1, proposta que dá ao cliente a opção de adquirir três ventiladores e um refrigerador com Selo Procel que melhoram a eficiência energética da unidade;

- KIT 2, sugestão de aquisição de dois aparelhos de condicionamento de ar e um refrigerador com Selo Procel que garantem o desempenho energético do apartamento.

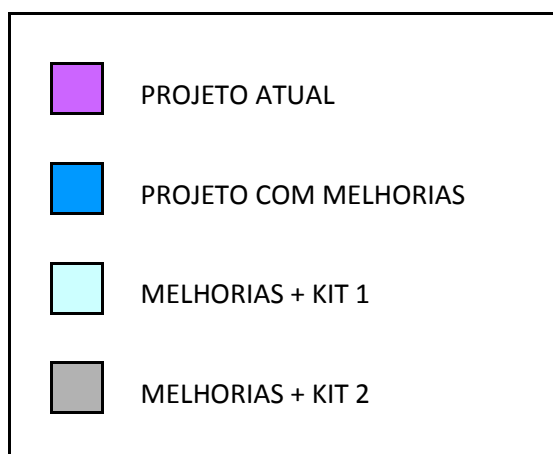
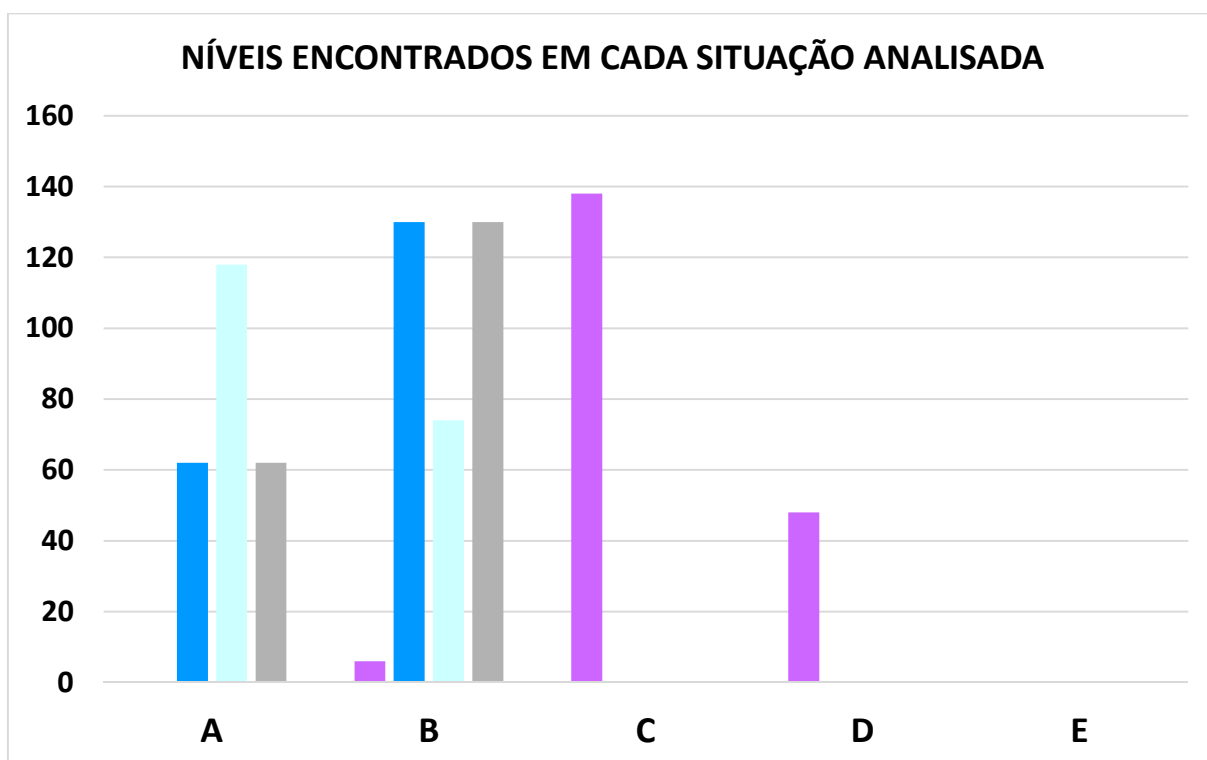
Tabela 77 – Quantitativo do número de etiquetas das unidades autônomas encontradas em cada situação de classificação

NÍVEL DE EFICIÊNCIA	PROJETO ATUAL	MELHORIAS	MELHORIAS + KIT 1	MELHORIAS + KIT2
A	0	62	118	62
B	6	130	74	130
C	138	0	0	0
D	48	0	0	0
E	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora

Percebe-se com o a Tabela 77 que o número de unidades habitacionais autônomas classificadas como “A” e “B” no KIT 2 não mudou em relação a classificação com as Melhorias. Porém, com o aumento do equivalente numérico das UH autônomas no KIT 2 com a bonificação de 0,10, referente ao refrigerador, foi possível obter edificações multifamiliares com classificação mais alta, conforme pode ser observado na Tabela 78.

Gráfico 1 – Comparativo do número de etiquetas encontradas em cada situação de classificação das UH autônomas



Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 78 – Quantitativo do número de etiquetas das edificações multifamiliares encontradas em cada situação de classificação

NÍVEL DE EFICIÊNCIA	PROJETO ATUAL	MELHORIAS	MELHORIAS + KIT 1	MELHORIAS + KIT2
A	0	4	10	10
B	0	8	2	2
C	10	0	0	0
D	2	0	0	0
E	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora

6.5 Verificação de viabilidade econômica - levantamento de custos

6.5.1 Levantamento de custos das propostas de melhoria em projeto arquitetônico

As habitações participantes do programa Habitacional MCMV, tem um valor máximo de avaliação para venda que não pode ser extrapolado ou a unidade se desenquadra do programa. Essa avaliação varia de acordo com a cidade em que o empreendimento está localizado. Para Campina Grande a avaliação máxima para enquadramento no programa deve ser de R\$170.000,00.

Para que o órgão financiador realize a avaliação de preço dos apartamentos são enviados os documentos listados abaixo:

- Ficha resumo e projeto arquitetônico;
- Projeto do trabalho social, quando couber;
- Resumo da especificação mínima;
- Planilha de orçamento e cronograma;
- Levantamento planialtimétrico e implantação;
- Viabilidade de água, esgoto e energia;
- Licença ambiental, quando necessário;
- Quadro de áreas;
- Taxa de análise;
- Memorial descritivo (MCMV, 2015).

A partir dessa lista de materiais enviados, o Banco retorna com o valor de cada apartamento, que vai variar em função da área, dos acabamentos, do pavimento, número de vagas de garagem, entre outros.

No empreendimento, objeto do trabalho, a Construtora estima um valor de venda de aproximadamente R\$3.200,00 o m², inclusos nesses: os custos de construção, impostos, urbanização e outras despesas com o terreno. Nesse valor já está incluso também o lucro da empresa. Considerando esses números, um apartamento nesse empreendimento teria valor de venda de, em média, R\$144.000,00, ou seja, abaixo do valor de enquadramento do MCMV.

Conforme descrito anteriormente, as modificações sugeridas em projeto arquitetônico e que seriam entregues em todos os apartamentos são:

- Troca da cobertura em fibrocimento na cor natural para telha em fibrocimento branca. Em pesquisa de custo com o fornecedor essa telha custa aproximadamente 30% a mais que a comum;
- Alteração na cor areia da fachada para branca. Essa modificação não acarreta custos extras;
- Mudança nas esquadrias em relação a dimensão, modelo e as janelas dos dormitórios terão veneziana;
- Entrega as lâmpadas fluorescentes em todos os apartamentos.

Todos os valores expostos foram extraídos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI fechados em 22/02/2016, sem ICMS, referente a janeiro de 2016 para a cidade de João Pessoa capital da Paraíba. Exceto as janelas da sala, tanto a atual, quanto a proposta, e a Telha em fibrocimento branca, pois não haviam referências na listagem do SINAPI e os preços foram obtidos diretamente com fornecedores através de contato telefônico. Esses valores podem variar, e inclusive serem menores, já que, serão adquiridos em grande escala e negociados diretamente com os fornecedores.

Tabela 79 – Descrição de valores de todos os itens que tiveram sugestão de alteração no projeto

CUSTOS NOVA PROPOSTA					
SISTEMA/PRODUTO		EXISTENTE	PROPOSTA	CUSTO ANTERIOR	NOVO CUSTO
PAREDE	Descrição	Argamassa interna (2,5 cm) Bloco de concreto(9,0 x 19,0 x 39,0) Argamassa externa (2,5 cm) Pintura (1cm)	Não altera	Não altera	Não altera
	Absortância	Cor areia $\alpha=0,39$	Cor branca $\alpha=0,20$		
	Transmitância	2,78 W/(m ² K)	Não altera		
	Capacidade térmica	209 kj/m ² K	Não altera		
COBERTURA	Descrição	Laje maciça (10 cm) Câmara de ar (>5cm) Telha fibrocimento = 110 x 153cm	Laje maciça (10 cm) Câmara de ar (>5cm) Telha fibrocimento cor branca - Brasilit Top Comfort = 110 x 153 cm	R\$ 4.432,80	R\$ 5.762,64
	Absortância	$\alpha=0,72$	$\alpha=0,27$		
	Transmitância	2,06 W/(m ² K)	Não altera		
	Capacidade térmica	233 kj/m ² K	Não altera		
JANELAS	Quarto de Casal	Janela de alumínio - 1,50 x 1,20m 2 folhas em vidro de correr Fornecedor - MGM	Janela de alumínio - 2,0 x 1,20m 6 folhas - 2 de correr em vidro, 2 venezianas fixas e 2 móveis. Fornecedor - MGM	R\$ 566,37	R\$ 1.244,66
	Quarto de Solteiro	Janela de alumínio - 1,50 x 1,20m 2 folhas em vidro de correr Fornecedor - MGM	Janela de alumínio - 2,0 x 1,20m 6 folhas - 2 de correr em vidro, 2 venezianas fixas e 2 móveis. Fornecedor - MGM	R\$ 566,37	R\$ 1.244,66
	Sala	Janela de alumínio - 1 x 2m 2 folhas superiores em vidro de correr e 1 folha inferior em vidro fixa Fornecedor - MGM	Janela de alumínio - 1 x 1,80m 1 folha superior em vidro máximo ar e 1 folha inferior em vidro fixa Fornecedor - MGM	R\$ 617,36	R\$ 556,53
	Cozinha	Janela de alumínio - 1 x 1,20m 2 folhas em vidro de correr Fornecedor - MGM	Janela de alumínio - 1,50 x 1,20m 2 folhas em vidro de correr Fornecedor - MGM	R\$ 551,56	R\$ 675,48
LÂMPADA	Todos os ambientes	Não entregue	Lâmpada fluorescente compacta 3U branca, 20W, Base E27, 127V	R\$ 0,00	R\$ 9,35

Fonte: Elaborado pela autora a partir de SINAPI, FABRICANTE DE TELHAS e FABRICANTE DE JANELAS, 2016

Após o levantamento acima a diferença de custos com a utilização dos novos materiais foi de R\$1.558,89 por apartamento, isso em comparação com a atual situação de projeto. Dessa forma o valor de venda por metro quadrado de cada apartamento passou a ser de aproximadamente, R\$3.234,65, com aumento de 1,01% sobre o valor atual do projeto arquitetônico.

O valor de venda das unidades, seria portanto, de aproximadamente R\$145.559,25, mantendo o lucro da Construtora. Esse preço, evidencia que não desenquadraria os apartamentos do Programa Minha Casa Minha Vida, tornando dessa forma, as alterações viáveis.

6.5.2 Levantamento de custos do KIT 1

Para os KIT's o levantamento será apenas para demonstrar quanto o cliente teria que desembolsar além do valor do seu imóvel para que seu apartamento tenha melhor desempenho energético. Esse valor do KIT não entra no preço de venda do imóvel, pois é de livre escolha do cliente adquiri-lo ou não.

No KIT 1 a sugestão é vender três ventiladores com instalação nos quartos e na sala, ambientes de permanência prolongada, e um refrigerador instalado na cozinha.

A escolha dos ventiladores da Marca ALISEU deu-se pelo menor valor de venda, pesquisado no site Buscapé, em paralelo com o melhor desempenho energético de acordo com a tabela de classificação disponível no Site do INMETRO edição 04/2015 para ventiladores de teto 127 Volts.

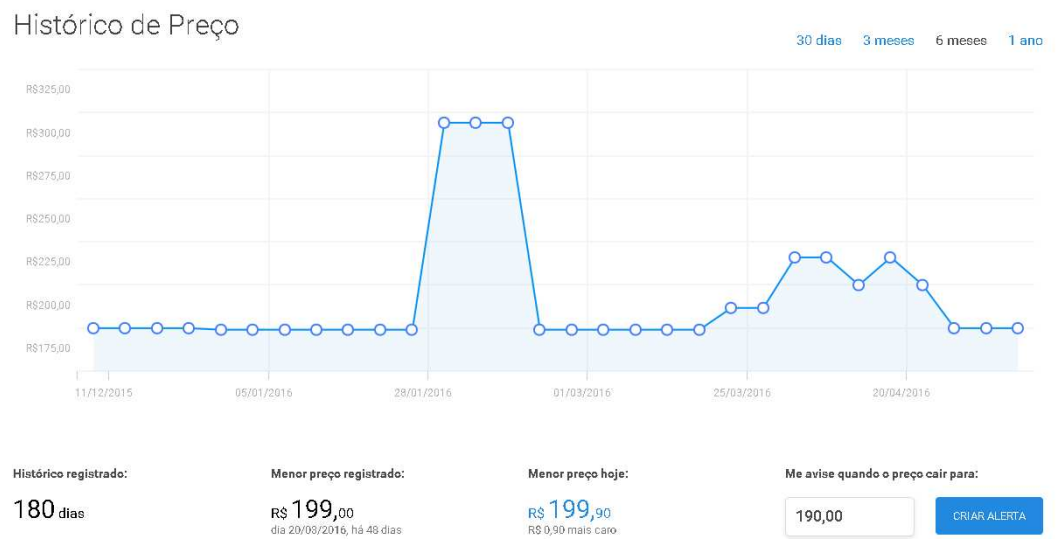
Além disso, pensou-se em um ventilador que fosse eficiente em relação ao uso a que se destina e por isso a escolha por um com 3 pás para melhor ventilação dos ambientes e foi verificada a avaliação dos consumidores que adquiriram, no site Buscapé.

Figura 37– Ventilador de teto marca ALISEU - Linha JET - 3 velocidades e 3 pás em policarbonato



Fonte: Site Buscapé, 2016

Figura 38 – Variação de preço do Ventilador de teto marca ALISEU - Linha JET - 3 velocidades e 3 pás em policarbonato para os últimos 6 meses e preço do dia 08 de maio de 2016.



Fonte: Site Buscapé, 2016

Figura 39 – Tabela da Eficiência Energética de Ventiladores de Teto 127 Volts da Edição 04/2015

FABRICANTE	MARCA	LINHA	MODELO (NOME FANTASIA)	TENSÃO (V)	CONTROLE	Nº DE PÁS	MATERIAL DA PÁ	CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês) (*)			FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO		
								ALTA	MEDIA	BAIXA	ALTA	MEDIA	BAIXA
ALISEU TECNOLOGIA	ALISEU	JET	JET EL	127	3 VELOCIDADES	3	POLICARBONATO	1,95	1,12	0,74	A	A	A
ALISEU TECNOLOGIA	ALISEU	JET	JET LED	127	3 VELOCIDADES	3	POLICARBONATO	1,95	1,12	0,74	A	A	A
ALISEU TECNOLOGIA	ALISEU	JET	JET SL	127	3 VELOCIDADES	3	POLICARBONATO	1,95	1,12	0,74	A	A	A

Fonte: Modificada a partir da tabela disponibilizada no Site do INMETRO, 2016

A opção pelo refrigerador da marca Electrolux também deu-se pela relação do custo em comparação com o desempenho energético, esse encontrado na planilha disponibilizada no site do INMETRO para refrigeradores com última atualização em 08 de abril de 2016. Além da avaliação dada pelos consumidores no site Buscapé.

Figura 40 – Refrigerador Electrolux - Modelo DC44 - 362l - Branco



Fonte: Site Buscapé, 2016

Figura 41 – Variação do preço do Refrigerador Electrolux - Modelo DC44 - 362l – Branco para os últimos 3 meses preço no dia 08 de maio de 2016.

Histórico de Preço



Fonte: Site Buscapé, 2016

Figura 42 – Tabela da Eficiência Energética para refrigeradores atualizada em 08 de abril de 2016

FORNECEDOR	MARCA	MODELO	VOLUME INTERNO (l)			CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)		ÍNDICE DE EFICIÊNCIA (C/Cp) (*)		AGENTE DE EXPANSÃO DA ESPUMA (**)	FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO		
			REFRIG	CONG		TOTAL	127 V	220 V	127 V		220 V	127 V	220 V
				**	***								
ELECTROLUX	ELECTROLUX	DCW42	276		86	362	48,4	48,4	0,851	0,851	C	A	A
ELECTROLUX	ELECTROLUX	DC44	276	9	77	362	46,0	46,0	0,811	0,811	C	A	A

Fonte: Modificada a partir da tabela disponibilizada no Site do INMETRO, 2016

Segue abaixo a Tabela 80 com os valores encontrados para os dois itens do KIT1.

Tabela 80 – Valor total dos itens do KIT 1

KIT 1 - VENTILADOR + REFRIGERADOR				
PRODUTO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE POR APARTAMENTO	CUSTO UNIDADE	TOTAL
Ventilador	Ventilador de teto marca ALISEU - Linha JET - 3 velocidades e 3 pás em policarbonato	3	R\$ 199,90	R\$ 599,70
Refrigerador	Refrigerador Electrolux - Modelo DC44 - 362l - Branco	1	R\$ 1.407,12	R\$ 1.407,12
VALOR TOTAL POR APARTAMENTO				R\$ 2.006,82

Fonte: Elaborado pela autora

Após os valores pesquisados, o KIT 01 poderá ser comercializado a R\$ 2.006,82.

O valor de venda das unidades para quem optasse por adquirir o KIT 1, seria portanto, de aproximadamente R\$ 147.566,07, incluindo as melhorias em projeto mais o valor dos itens do KIT 1. Com isso, o aumento em relação ao valor inicial da UH, será de 1,02%.

6.5.3 Levantamento de custos do KIT 2

No KIT 2, como dito anteriormente, a sugestão é entregar ar condicionado instalado nos dormitórios e o refrigerador.

O refrigerador nesse KIT é o mesmo descrito acima e o ar condicionado é da Marca ELECTROLUX, modelo Split High Wall, com 9000 BTU's frios. De acordo com a Associação Sul Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação (ASBRAV) devem ser considerados 680 BTU's por metro quadrado em cada ambiente. Porém em situação em que há incidência de raios solares diretos na fachada com aberturas para Norte e Oeste, deve-se considerar 800 BTU's por metro quadrado. Por esse motivo, como os dormitórios tem pouco mais de 9m², foi sugerido o ar com 9000 BTU's.

O condicionador de ar foi indicado levando em consideração a eficiência energética do mesmo, segundo tabela disponibilizada no Site do INMETRO para Condicionadores de ar Split Hi-Wall, com última atualização em 16 de maio de 2016 em comparação com o custo e avaliação positiva dos usuários. O custo e a avaliação dos consumidores foram levantados no Site Buscapé em 23 de maio de 2016. Além disso, o fato do modelo sugerido ser Split é porquê a Construtora já entrega aos clientes toda estrutura na edificação para receber esse tipo de ar condicionado.

Figura 43 – Ar condicionado Electrolux, BI09F/BE09F Split High Wall 9000 BTU's frio



Fonte: Site Buscapé, 2016

Figura 44 – Variação do preço do Ar condicionado Electrolux, BI09F/BE09F Split High Wall 9000 BTU's frio para os últimos 6 meses e preço no dia 23 de maio de 2016.



Fonte: Site Buscapé, 2016

Figura 45 – Tabela da Eficiência Energética para condicionadores de ar Split Hi-Wall com rotação fixa atualizada em 16 de maio de 2016

FORNECEDOR	MARCA	MODELO		TIPO	CAPACIDADE DE REFRIGERAÇÃO NOMINAL			POTÊNCIA ELÉTRICA CONSUMIDA		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA		FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO		CONSUMO DE ENERGIA (*)	
		UNIDADE INTERNA	UNIDADE EXTERNA		Btu/h	W	KW (*)	W		WW		127V	220V	127V	220V
								127V	220V	127V	220V				
DAIKIN MACQUAY	DAIKIN	CTXS12PMVM7	4MXS34PMVM	REVERSO	12.000	3.516	3,52		1.003		3,53		A		21,1
DAIKIN MACQUAY	DAIKIN	CTXS12PMVM7	4MXS28PMVM	REVERSO	12.000	3.516	3,52		1.000		3,60		A		21,0
DAIKIN MACQUAY	DAIKIN	CTXS09PMVM7	3MXS24PMVM	REVERSO	9.000	2.637	2,64		705		3,98		A		14,8
DAIKIN MACQUAY	DAIKIN	CTXS09PMVM7	3MXS19PMVM	REVERSO	9.000	2.637	2,64		632		4,32		A		13,3
ECOLOGIKA EQUIPAMENTOS	ECOPLUS	ECO30INT	ECO30EXT	FRIO	30.000	8.790	8,79		2.895		3,26		A		56,6
ELECTROLUX	ELECTROLUX	BI07F	BE07F	FRIO	7.000	2.051	2,05		633		3,24		A		13,3
ELECTROLUX	ELECTROLUX	BI07R	BE07R	REVERSO	7.000	2.051	2,05		633		3,24		A		13,3
ELECTROLUX	ELECTROLUX	BI09F	BE09F	FRIO	9.000	2.637	2,64		813		3,24		A		17,1
ELECTROLUX	ELECTROLUX	BI09R	BE09R	REVERSO	9.000	2.637	2,64		813		3,24		A		17,1

Fonte: Modificada a partir da tabela disponibilizada no Site do INMETRO, 2016

Abaixo a Tabela 81 apresenta os valores encontrados para o KIT 2.

Tabela 81 – Valor total dos itens do KIT 2

KIT 2 - AR CONDICIONADO + REFRIGERADOR				
PRODUTO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE POR APARTAMENTO	CUSTO UNIDADE	TOTAL
Ar condicionado	Ar condicionado Electrolux, BI09F/BE09F Split High Wall 9000 BTU's frio	2	R\$ 1.424,05	R\$ 2.848,10
Refrigerador	Refrigerador Electrolux - Modelo DC44 - 362l - Branco	1	R\$ 1.407,12	R\$ 1.407,12
VALOR TOTAL POR APARTAMENTO				R\$ 4.255,22

Fonte: Elaborado pela autora

O valor de comercialização do KIT 2 poderá ser de R\$4.255,22, que, passaria o valor da UH para R\$149.814,47. Esse aumento no valor do apartamento, com a compra do KIT 2, será de 1,04%, em relação a situação atual do projeto arquitetônico.

Um ar condicionado do mesmo modelo e número de BTU's, do considerado no KIT2, porém com um nível de eficiencia energética "D", consumiria 21,2 KWh/mês, sendo que, o sugerido no KIT 2 consome 17,1 KWh/mês (INMETRO, 2016). Essa diferença, com dois aparelhos instalados, daria em média 8,2 KWh/mês e aproximadamente R\$3,53 a mais no consumo mensal da conta de energia elétrica (ENERGISA, 2016).

Se o custo dos dois aparelhos de ar condicionado for dividido pelo prazo de 360 meses, limite de parcelas do financiamento do apartamento, serão R\$7,91 mensais,

R\$3,96 por equipamento. Ou seja, optar pelo ar condicionado com nível de eficiência energética “A”, mesmo que não bonifique, faz com que a economia de energia em comparação ao uso de um aparelho com nível “D”, no prazo de 360 meses, seja equivalente ao preço de um equipamento adquirido.

7. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a classificação da eficiência energética, através do método prescritivo, das unidades autônomas e edificações multifamiliares de um condomínio de uma Construtora de grande porte utilizando o RTQ-R, 2012 e apresentou melhorias para aumentar o nível das classificações encontradas.

As propostas de melhorias desse trabalho, fizeram com que as unidades habitacionais do empreendimento analisado, alcançassem classificação de eficiência energética até dois níveis a mais do que a situação atual do projeto arquitetônico. As modificações fizeram com que no empreendimento que não possuía nenhuma unidade classificada como “A”, tivesse mais de 30% dos seus apartamentos nesse nível, e ainda fez com que, todos os apartamentos melhorassem a classificação até não se ter mais nenhum classificado no nível “D”. Isso apenas com modificações em projeto arquitetônico.

Mesmo com as sugestões de melhoria no projeto, os apartamentos não se desenquadraram do programa MCMV, pois as propostas foram de baixo custo, e as vezes até nulo, como no caso da troca da cor das paredes. Ainda que, os KIT's fossem entregues, e não comercializados separadamente do valor de financiamento do imóvel, os apartamentos não se desenquadrariam do MCMV e atingiriam classificações mais altas.

Percebe-se que, o Regulamento Técnico prescreve soluções simples para o melhorar o desempenho térmico das residências, e que, com poucas modificações no projeto arquitetônico é possível alcançar níveis satisfatórios de eficiência energética nas unidades habitacionais.

Por tratar-se do Zona Bioclimática 8, a área de iluminação e ventilação, a proteção solar nas aberturas e a cor da envoltória tiveram maior peso na classificação das edificações. Esses itens têm capacidade de proporcionar maior conforto térmico nas habitações e as premissas do RTQ-R, nesse aspecto, são semelhantes as da NBR 15 220 – 3 para a ZB8.

Entretanto, o RTQ-R precisa melhorar na exigência referente a ventilação cruzada, pois como trata-se da proporção da área de abertura de entrada e saída do ar e não de área efetiva de ventilação, mesmo que os ambientes não atinjam ao mínimo exigido de ventilação, a unidade autônoma ainda pode atender ao pré-requisito da ventilação cruzada.

A área de iluminação e ventilação, comumente exigida nas legislações municipais, como sendo 1/6 da área de piso, mostra-se insuficiente, isso porquê, ela considera apenas a área do vão. Deve haver uma revisão nessas legislações, para que, nos projetos sejam utilizadas esquadrias que atendam a área efetiva para as duas situações e de acordo com a Zona Bioclimática e assim teríamos habitações mais eficientes termicamente.

A proteção solar nas janelas, também deveria ser obrigatória através de legislações municipais, em cidades onde há altas temperaturas na maior parte do ano. Esses dispositivos de proteção permitiriam ao usuário ter controle sobre a incidência de raios solares em sua residência. A utilização das venezianas nas janelas teve grande influência na melhoria das classificações dos apartamentos.

A classificação da eficiência energética das habitações, além de aumentar os níveis de conforto das residências, pode ser também utilizada como marketing pelas construtoras. Nesse caso, como a Construtora em análise, utiliza tipologias padronizadas, a partir desse trabalho, será fácil replicar as sugestões aqui dadas para se conseguir etiquetar os apartamentos comercializados e assim agregar essa ação de sustentabilidade a empresa. Além disso, a Construtora hoje classifica seus empreendimentos com um Selo de Sustentabilidade criado por ela mesma e classificar com a ENCE que é uma etiqueta nacional teria maior reconhecimento por parte dos clientes.

Por fim, os agentes financiadores, em especial a CAIXA Econômica Federal tem papel importante nas exigências dos projetos que financiam. A Cartilha do Minha Casa Minha Vida é pouco restritiva e se fosse elaborada levando em consideração itens que poderiam melhorar o desempenho das edificações, como por exemplo, área efetiva

de iluminação e ventilação de acordo com a zona bioclimática, esses seriam adotados pelas construtoras para que pudessem ter seus empreendimentos financiados.

A expectativa é que com a vigência da Norma de Desempenho 15575 as habitações promovam mais conforto aos seus usuários, mas por enquanto a aplicação da mesma deve ser exigida pelo cliente. O ideal seria, portanto, que partisse do governo federal a exigência da NBR 15575 nas habitações participantes do MCMV garantindo melhores condições de moradia aos usuários e a fiscalização fosse realizada pelos agentes financiadores.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAO, Karla Cristina de Freitas Jorge. **Avaliação dos pesos regionais do RTQ-R a partir da análise da estrutura do consumo residencial de energia elétrica por região geográfica**. 2015.242f. Dissertação (Pós-graduação) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

ANEEL. **Bandeiras Tarifárias**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=3&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_3_struts_action=%2Fsearch%2Fsearch&_3_redirect=%2F&_3_keywords=bandeira+tarif%C3%A1ria&_3_groupId=0>. Acesso em: 18 maio 2016.

ASBRAV. **Evite o erro: cálculo de BTU adequado para cada ambiente é decisivo na compra do ar condicionado**. Disponível em: <<http://www.asbrav.org.br/aconteceu.php?id=87>>. Acesso em: 08 maio 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3: desempenho térmico de edificações: parte 3: zoneamento Bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BATISTA, Juliana Oliveira; PEIXOTO, Ithiane Maria Leite; CAVALCANTE, Kherolyn Ellesn Lopes; LIMA, Izabella Medeiros de. **Desempenho térmico de habitação multifamiliar do programa minha casa minha vida em Maceió-AL**. *XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, Maceió, ano 14, nov.2014. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_246.pdf>. Acesso em: 11 maio 2016.

BRASIL. **RTQ-R – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf>>. Acesso em: 15 de mar.2016.

BUSCAPÉ. **Consulta de preço do Ar condicionado Electrolux, BI09F/BE09F Split High Wall 9000 BTU's frio**. Disponível em: <<http://www.buscapede.com.br/electrolux-bi09f-be09f-split-high-wall-9000-btus-frio#detalhes-do-produto>>. Acesso em: 08 maio 2016.

BUSCAPÉ. **Consulta de preço do Refrigerador Electrolux - Modelo DC44 - 362l – Branco**. Disponível em: <<http://www.buscapede.com.br/refrigerador-electrolux-dc44-362-litros-branco>>. Acesso em: 08 maio 2016.

BUSCAPÉ. **Consulta de preço do Ventilador de Teto Ventilador de teto marca ALISEU - Linha JET - 3 velocidades e 3 pás em policarbonato**. Disponível em: <<http://www.buscapede.com.br/ventisol-petit-3-pas-teto#detalhes-do-produto>>. Acesso em: 08 maio 2016.

CARLO, Joyce Correna; LAMBERTS, Roberto. **Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios parte 1: método prescritivo.** *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 7-26, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/acervos/buscaautor/codigoAutor/67856>>. Acesso em: 11 maio 2016.

CARTILHA MCMV. **Minha casa, minha vida: moradia para as famílias, renda para os trabalhadores, desenvolvimento para o Brasil.** Disponível em: <http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/CARTILHACOMPLETA.PDF>. Acesso em: 13 maio 2015.

CONSTRUTORA. **MRV Engenharia: Institucional.** Disponível em: <<http://www.mrv.com.br/institucional/>>. Acesso em: 23 maio 2016.

ENERGISA. **Modalidade Tarifária Convencional.** Disponível em: <<http://energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx>>

EPE. **Balço energético nacional.** Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf>. Acesso em: 18 maio 2016.

FABRICANTE DE JANELAS. **MGM – Catálogos alumínio.** Disponível em: <http://187.110.134.5/Admfim_Web/userfiles/image/Catalogo/cat_alu.pdf>. Acesso em: 10 maio 2016.

FABRICANTE TELHAS. **Brasilit – telha térmica em fibrocimento: TopComfort.** Disponível em: <<http://www.brasilit.com.br/produtos/telha-termica-de-fibrocimento-topcomfort>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

FERREIRA, Camila; SOUZA, Henor Artur de; ASSIS, Eleonora Sad de. **Estudo do clima brasileiro: reflexões e recomendações sobre a adequação climática de habitações.** *XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*, Maceió, ano 14, nov.2014. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_264.pdf>. Acesso em: 19 maio 2016.

INMET. **Períodos de maiores e menores temperaturas e pluviosidades climatológicas.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/mesTempo>>. Acesso em: 06 jun 2016.

INMETRO. **Eficiência energética – Condicionadores de ar Split Hi-Wall.** Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores_ar_split_hiwall_indicenevo.pdf>. Acesso em: 08 maio 2016.

INMETRO. **Eficiência energética – Refrigeradores.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/refrigeradores.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2016.

INMETRO. **Eficiência energética – ventiladores de teto / 127V. Edição 04/2015.** Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/ventiladores_de_teto_127v.pdf>. Acesso em: 08 maio 2016.

INMETRO. **Tabela de edificações residenciais: unidade habitacional autônoma.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/unidade-habitacional.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

INMETRO. **Tabela de edificações residenciais: unidade habitacional autônoma.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/edificacoes-mult.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

PBE EDIFICA. **Anexo geral V – Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros.** Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/anexos_rac/AnexoV.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

PBE EDIFICA. **Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.** Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/conhecendo-pbe-edifica>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

PBE EDIFICA. **Manual para Aplicação do RTQ-R.** Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/Manual_de_aplica%C3%A7%C3%A3o_do_%20RTQ-R-v01.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

PORTAL BRASIL. **Minha Casa Minha Vida atinge 3,857 milhões de moradias.** Portal Brasil, Brasília, 15 maio 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/05/minha-casa-minha-vida-atinge-3-857-milhoes-de-moradias>>. Acesso em: 23 maio 2016.

RORIZ, Maurício. **Uma proposta de revisão do Zoneamento Bioclimático brasileiro.** Disponível em: <http://www.roriz.eng.br/zoneamento_10.html>. Acesso em: 24 jul 2016.

SILVA, Arthur Santos; GHISI, Enedir. **Análise comparativa dos resultados do desempenho térmico da envoltória de uma edificação residencial pelos métodos de simulação do RTQ-R e da NBR 15575-1.** *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 213-230, jan./mar. 2014. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/acervos/buscaautor/codigoAutor/87875>>. Acesso em: 11 maio 2016.

SINAPI. **Preços de Insumos para João Pessoa, Paraíba, coletado em 02/2016.** Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_652>. Acesso em: 08 maio 2016.

SORGATO, Márcio José; LAMBERTS, Roberto. **A influência da área de ventilação no desempenho térmico de edificações residenciais**. Nota técnica do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - UFSC. Florianópolis: LabEEE/UFSC,2011. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/NT02_NR_Ventila%C3%A7%C3%A3o_1.pdf >. Acesso em: 29 fev. 2016.

SORGATO, Márcio José; MARINOSKI, Deivis Luis; MELO, Ana Paula; LAMBERTS, Roberto. **Avaliação de desempenho térmico pela norma NBR15575 em consulta pública em 2012**. Nota técnica do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - UFSC. Florianópolis: LabEEE/UFSC,2012. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/NT04_NR_NBR15575.pdf>. Acesso em: 29 fev. 2016.