



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GET/05

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO - 14

ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DA GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - GET

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL PARA TODOS

Elisete Cunha(*)
Eletrobras

Marco Aurélio R. G. Moreira
Eletrobras

Marcel da Costa Siqueira
Eletrobras

RESUMO

No Brasil, sustentabilidade, conforto ambiental e eficiência energética ainda são preteridos no desenvolvimento de projetos arquitetônicos. Gerando problemas como desconforto térmico, iluminação e ventilação naturais inadequadas e especificação de materiais de construção dissociados do clima local.

Este trabalho analisa e avalia dois projetos do PMCMV, à luz da arquitetura bioclimática. Ao analisar as soluções utilizadas, propõe outras, a fim de promover o aumento de sua eficiência energética e conforto térmico, através do Regulamento para Etiquetagem de Edificações Residenciais.

Propõem-se um novo *modus operandi* para projetar, resultando em maior qualidade edilícia, ganhos sociais e redução de custos de pós-ocupação.

PALAVRAS-CHAVE

Arquitetura Bioclimática, PBE Edifica, Eficiência Energética, Programa Minha Casa Minha Vida, Habitação de Interesse Social

1.0 - INTRODUÇÃO

A construção de conjuntos habitacionais nas últimas décadas, no Brasil, tem adotado soluções urbanísticas, arquitetônicas e construtivas repetitivas e em larga escala, para atender uma população heterogênea em termos de cultura, hábitos e atitudes (ROMÉRO, et al., 2003), não havendo consideração com a qualidade do espaço, seja ela relacionada ao conforto ou à utilização. A boa prática modernista referente aos aspectos de conforto ambiental foi esquecida e as soluções são as mesmas, não importando a localização, a escala do empreendimento ou o terreno escolhido para implantação.

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) pretendia, em dez anos, alçar os brasileiros a um novo patamar de acesso à moradia. A urgência em atender a demanda culminou em projetos padronizados que ignoram aspectos arquitetônicos de simples solução e sem custos significativos ao orçamento, que poderiam agregar conforto e menores custos pós-ocupação aos futuros moradores. Decorrente disso, problemas como desconforto térmico, deficiência de iluminação e ventilação naturais, bem como a especificação inadequada de materiais de construção dissociados do clima local, são problemas reincidentes nos conjuntos habitacionais construídos nos moldes do PMCMV.

O presente trabalho tem como objetivo geral contribuir para o debate arquitetônico e urbanístico relativo a projetos de diferentes modalidades do PMCMV através da consideração dos conceitos da arquitetura bioclimática. Dessa

forma, foram selecionados dois projetos, que estão inseridos em uma mesma zona urbana, na cidade do Rio de Janeiro, no bairro de Jacarepaguá, na localidade conhecida como Colônia Juliano Moreira. Os projetos são direcionados para a faixa 1, cujos salários das famílias não ultrapassam três salários mínimos, no entanto são de diferentes modalidades de gestão. O Projeto Colônia Juliano Moreira, da modalidade FAR (Fundo de Arrendamento Residencial), é um empreendimento de vários blocos de edifícios multifamiliares de 5 pavimentos, já o Projeto Esperança é da modalidade Entidades FDS (Fundo de Desenvolvimento Social), e é um loteamento de casas.

A proximidade física dos dois projetos, que são contíguos, permitiu uma análise comparativa, crítica e propositiva, identificando as soluções utilizadas e elencando novas. Especificamente, identificaram-se os tipos de cobertura, fechamentos, aberturas, revestimentos e acabamentos utilizados em ambos os projetos, que foram classificados de acordo com a Etiqueta em Edificações – PBE Edifica (Programa Brasileiro de Etiqueta em Edificações, do Inmetro). Através da Arquitetura Bioclimática, foram propostos novos materiais para serem alcançadas melhores classificações para as edificações, e consequentemente, o aumento de sua eficiência energética e conforto térmico.

A arquitetura bioclimática, embora pareça um novo conceito, foi usada desde a antiguidade, perdendo espaço ao longo dos séculos, e estando em processo de resgate na atualidade. Um projeto com este conceito busca sua integração com o entorno e a redução de seu impacto ambiental. Ele não pressupõe obrigatoriamente a utilização de recursos tecnológicos onerosos, o que torna sua concepção adequada a projetos do PMCMV, cujos recursos são limitados, não sendo recomendável o encarecimento do processo. O bioclimatismo proporcionará melhor conforto e maior eficiência energética aos projetos sem onerá-los, trazendo sustentabilidade não só ambiental, mas econômica e social aos projetos e futuros moradores.

2.0 - O PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

A proposta do PMCMV objetivava ampliar o mercado restrito da construção civil, de modo a atender uma classe social deficitária, com incentivo e subsídios do governo. O PMCMV teve um aporte de R\$34 bilhões e a proposta de construção de um milhão de moradias em sua 1ª fase, iniciada em 2009. Já na segunda fase, lançada em 2011, o governo propôs a construção de 2,4 milhões de moradias.

O Programa se subdivide em modalidades, sendo que os dois modelos de empreendimento objetos deste estudo se enquadram nas modalidades MCMV FAR/ Empresas (fase 2 – contrato 2013) e MCMV FDS/Entidades (fase 1 – contrato 2011), Empreendimento Colônia Juliano Moreira e Empreendimento Esperança, respectivamente. A modalidade FAR prevê a construção de moradias através de instituições financeiras oficiais federais, já em Entidades, são produzidas por cooperativas habitacionais, associações e demais entidades privadas sem fins lucrativos.

3.0 - DESCRIÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

O empreendimento Colônia Juliano Moreira, denominado aqui como Colônia, foi objeto de um chamamento de 2013, vencido pela Construtora Direcional Engenharia para construir 1400 unidades, divididas em 70 blocos de 5 andares e 4 apartamentos por andar, sem elevador. Tem suas Unidades Habitacionais (UH's) compostas por 02 quartos, circulação, banheiro, sala de estar e jantar conjugadas, cozinha e área de serviço conjugadas, totalizando 43,95m².



Figura 1: a. Perspectiva do Empreendimento Colônia Juliano Moreira; b. Planta pavimento tipo. (DIRECIONAL ENGENHARIA, 2015).

O empreendimento Esperança, cujo movimento teve início em 2000, capitaneado pela Fundação de Direitos Humanos Bento Rubião, teve sua construção iniciada em 2011. O diferencial desta modalidade é o processo participativo, com capacitação constante, que envolveu as famílias em todas as etapas de produção da moradia, desde a definição do terreno, projeto, forma de construção, compra de materiais, contratação de mão de obra, organização do mutirão, prestação de contas e organização da vida comunitária. Cada unidade habitacional possui 48m² de área construída, constituindo-se de: sala, cozinha, banheiro, dois quartos e varanda, além da área externa (quintal).

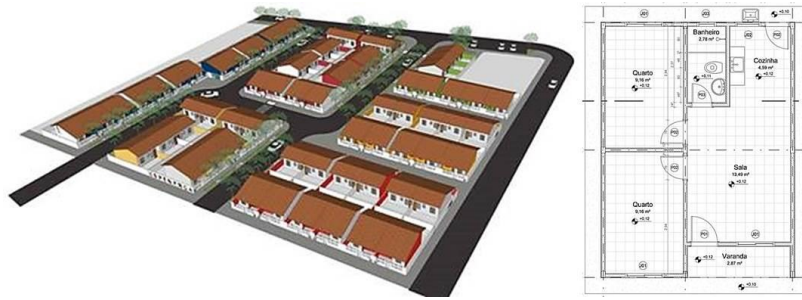


Figura 2: a. Perspectiva do Loteamento Esperança; b. Planta Baixa da Unidade Habitacional, Quadro de portas e janelas - sem escala (FBR, 2015).

4.0 - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

4.1 Arquitetura bioclimática

A arquitetura sustentável é uma construção de menor impacto ambiental e maiores ganhos sociais, sem ser inviabilizada economicamente, e ao mesmo tempo, conectada ao sítio, ao clima, a região e a sociedade (IBDA, 2015). Um projeto arquitetônico sustentável considera todo o ciclo de vida útil da edificação, incluindo sua construção, seu uso, sua manutenção e reciclagem, e sua demolição. A arquitetura bioclimática é um dos pilares de uma construção sustentável.

De maneira geral, arquitetura bioclimática é aquela pensada para um local específico: sua topografia, vegetação, clima, ventos e orientação solar. Por tirar proveito das condições naturais do lugar, tende a estabelecer condições de conforto físico, e ao mesmo tempo em que se utiliza de forma eficaz da ventilação e iluminação naturais, minimiza o uso de meios artificiais de condicionamento de ar e iluminação, reduzindo, portanto seu consumo energético. No entanto, da mesma forma que o conforto térmico, a redução do consumo de energia também depende da experiência de uso de seus habitantes. Entretanto, hoje o que se observa na arquitetura contemporânea, decorrente do avanço das tecnologias, é a desconsideração em relação aos aspectos naturais, com edifícios nos quais o conforto depende de mecanismos artificiais, que elevam o consumo de energia (ALMODÓVAR, 2001) (CORBELLA, et al., 2003).

4.1.1 Zoneamento bioclimático

O Brasil é dividido em oito Zonas Bioclimáticas (ZB), que têm por objetivo determinar as melhores diretrizes de projeto de uma edificação, para proporcionar a melhor qualidade de conforto para seus usuários. O zoneamento climático é o resultado do cruzamento de três dados: zona de conforto térmico humano, dados climáticos de uma região e estratégias de projeto, e no Brasil, é caracterizado pela NBR 15.220-3.

Os dois projetos aqui apresentados, por se localizarem na Cidade do Rio de Janeiro, estão na ZB 8, que possui diretrizes chaves de: uso de aberturas grandes e totalmente sombreadas, paredes e coberturas leves e refletoras, e ventilação cruzada o ano inteiro (ABNT, 2005).

4.2 Programa Brasileiro de Etiquetagem em edificações - PBE Edifica

A etiquetagem de edifícios no Brasil é um processo pioneiro, de iniciativa governamental, executado pelo Inmetro e coordenado pela Eletrobras, através do Procel. Presente em toda União Européia, Estados Unidos e Dinamarca, por exemplo, apresenta-se como uma importante ferramenta para política pública, considerando que o consumo de energia em edificações, no Brasil, gira em torno de 50% do total da eletricidade consumida no país (EPE, 2016).

O processo de etiquetagem é feito tanto para edificações comerciais, de serviços e públicas como residenciais. As edificações residenciais são avaliadas através do RTQ-R – Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, através da Portaria N.º 18, de 16 de janeiro de 2012, do Inmetro. A edificação é classificada através da ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia), em classes que variam do mais eficiente “A” ao menos eficiente “E”. O regulamento permite avaliação de edificações unifamiliares (casas), unidades habitacionais autônomas de edificações multifamiliares (apartamentos), edifícios multifamiliares e áreas de uso comum de edifícios multifamiliares ou condomínios.

Nas Unidades Habitacionais (UH) são avaliados dois sistemas: envoltória e aquecimento de água. Este estudo se ateve a avaliação da envoltória, que deve atender os pré-requisitos de absortância solar, transmitância térmica e capacidade térmica dos componentes construtivos, determinados pela Zona Bioclimática na qual a edificação está inserida. Os pré-requisitos são avaliados para cada ambiente de permanência prolongada – APP da UH. A Etiquetagem pressupõe que as edificações residenciais possuem ventilação natural, e que esta é oferecida com o máximo de conforto possível.

5.0 - AVALIAÇÃO DOS PROJETOS

A avaliação foi feita para um extrato de cada empreendimento, pelo método prescritivo de avaliação para a Etiquetagem. Após ser escolhida a quadra do empreendimento multifamiliar, da Colônia Juliano Moreira, procurou-se uma orientação solar similar para uma casa do Empreendimento Esperança. Optou-se pela orientação, onde as frentes das UHs estão voltadas para o Oeste. Cabe ressaltar que, como a distribuição interna de cada UH – casa e apartamento – é diferente, somente a sala permaneceu voltada a oeste, havendo variação da orientação dos quartos em cada UH, como pode ser visto analisando as plantas baixas de cada unidade.

As casas de um pavimento, que é o caso do Esperança, possuem contato direto com o solo e com a cobertura. Já para os apartamentos, há uma variação, onde os situados no térreo possuem contato direto somente com o solo, os do 5º andar contato direto somente com a cobertura (telhado) e os apartamentos intermediários, nenhum contato direto com estes elementos. Nestes termos, para efeitos de comparação entre os dois projetos, além de estarem na mesma orientação solar, optou-se por calcular a eficiência do apartamento, conforme todas as características do seu projeto, considerando-o como se fosse uma casa, ou seja, em contato direto com o solo e com a cobertura, uma vez que o contato com estas superfícies impacta diretamente na avaliação de qualquer edificação.



Figura 3: a. Esperança, loteamento. Em azul, lote analisado. Norte para cima. Adaptado de (FBR, 2015); b. Colônia, loteamento. Em azul quadra 09. Norte para cima. Adaptado de (DIRECIONAL ENGENHARIA, 2015).

Algumas considerações no projeto foram feitas para a avaliação segundo o RTQ-R (INMETRO, 2012). Para o apartamento do Colônia foram desconsideradas as variações de cores da fachada, adotando-se uma cor de absorvância de tons de amarelo (0,61), comumente utilizada nas HIS multifamiliares (LAMBERTS, 2012). Para a absorvância da telha de fibrocimento, considerou-se o valor de 0,70, equivalente ao concreto aparente (ABNT, 2005). Nos quartos da casa do Esperança, foram consideradas telhas cerâmicas vermelhas, com absorvância 0,75 (TRIANA, 2010) e forro de PVC. Os valores de transmitância térmica e capacidade térmica das coberturas e paredes foram retirados do Anexo Geral V, do RAC – Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações (INMETRO, 2013).

Tabela 1: Características dos materiais conforme projetos. Elaboração própria.

CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS	PAREDE			COBERTURA		
	U	CT	α	U	CT	α
COLÔNIA	concreto 10cm, cor média (tons de amarelo)			fibrocimento e laje maciça concreto 10cm		
	4,40	240,00	0,61	2,06	233,00	0,70
ESPERANÇA (sala e cozinha)	bloco cerâmico + emboço = 14cm, cor branca			Telha cerâmica vermelha e forro PVC/laje pré-moldada 12cm		
	2,46	150,00	0,20	1,76	63,77	0,75
ESPERANÇA (quartos)	bloco cerâmico + emboço = 14cm, cor branca			Telha cerâmica vermelha e forro PVC		
	2,46	150,00	0,20	1,75	21,00	0,75

U = Transmitância térmica

CT = Capacidade Térmica

α = Absorvância

O resultado demonstrou que ambas as edificações, nesta orientação, possuem baixo desempenho, a UH do Colônia recebeu classe “E” para envoltória, e a casa do Esperança, “D”, conforme tabela abaixo.

Tabela 2: Classe de eficiência da envoltória, projeto original.

	COLÔNIA	ESPERANÇA
Envoltória para Verão	E	D
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	D	D
Equivalente numérico da envoltória da UH	E	D

Durante a avaliação, percebeu-se que alguns itens, descritos na tabela abaixo, podem ter sido decisivos para a determinação de uma classe tão baixa de eficiência. A partir dessas observações, efetuaram-se modificações dos parâmetros originais, separadamente, para verificar quais seriam as novas classificações.

Tabela 3: Itens que contribuíram para baixa eficiência energética.

COLÔNIA			Classe máxima possível envoltória
Não atendimento aos pré-requisitos	Ucob	Transmitância térmica cobertura	C
	acob	Absortância cobertura	C
	Upar	Transmitância térmica paredes	C
	apar	Absortância paredes	C
	Ventilação natural	aberturas < 10% da área de piso das APP	C
Sem sombreamento nas aberturas dos quartos			Afeta diretamente uma das variáveis importantes para o cálculo
			-

ESPERANÇA			Classe máxima possível envoltória
Não atendimento aos pré-requisitos	acob	Absortância cobertura	C
	Ventilação natural	aberturas < 10% da área de piso das APP	C
	Iluminação natural	aberturas < 12,5% da área de piso das APP	C
Sem sombreamento nas aberturas dos quartos			Afeta diretamente uma das variáveis importantes para o cálculo
			-

Partindo do resultado do projeto original do Colônia, foram modificadas a transmitância térmica da cobertura, para 1,15 W/m².K, o que corresponde a uma telha de fibrocimento com isolamento térmico (baixa emissividade) (CARLO, et al., 2014) e a absortância da parede para 0,40, que corresponde a cor verde clara (ABNT, 2005). Desta forma, foram atendidos os pré-requisitos para a cobertura, de absortância solar e transmitância térmica, mas não foi atendido o pré-requisito de transmitância térmica da parede, já que a parede de concreto tem uma transmitância alta, não tendo sido compensada, o suficiente, pela diminuição da absortância da parede. Pelo método prescritivo só seria possível atingir nível mais alto que “C”, modificando o material das paredes, o que será feito mais adiante.

Tabela 4: Classificação do Colônia com transmitância térmica de cobertura 1,15 W/m².K e absortância da parede 0,40

	COLÔNIA
Envoltória para Verão	D
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	D
Equivalente numérico da envoltória da UH	D

Todos as APPs do Colônia atendem ao pré-requisito de iluminação, no entanto, somente a sala atende ao pré-requisito de ventilação natural, portanto aumentou-se obrigatoriamente o vão de ventilação das janelas dos quartos. Embora a sala atenda ao pré-requisito de ventilação, este fato deve-se em grande parte porque o vão da área de serviço foi considerado como tal, sem fechamento. Considerando que, futuramente, possivelmente estes vãos receberão janelas, cuja área de ventilação não chegará a 50% e ainda, que a janela da sala, mesmo tendo dimensões de porta, possui vão de ventilação de janela, optou-se por transformar a janela da sala, em porta balcão, sem alterar suas dimensões. Neste caso, seria necessário somente, adicionar um guarda-corpo. Uma alternativa ainda melhor, seria colocar uma varanda, o que conferiria algum sombreamento, aumentando a sensação de conforto térmico e corroborando para os anseios dos proprietários dos empreendimentos de Belford Roxo, Santa Cruz, Queimados e o Bairro Carioca, no Rio de Janeiro, por exemplo, segundo pesquisa elaborada pelo Observatório das Metrópoles (CARDOSO, et al., 2014).

Desta forma, adotou-se para o quarto 1 uma janela com persiana integrada de dimensões 1,40x1,40m (a maior do fabricante), uma vez que nenhuma das outras atenderiam ao pré-requisito. Para o quarto 2, foi necessário colocar o mesmo modelo de janela maior, 1,50x1,40m. Cabe destacar que esta dimensão não existe em linha, tendo que ser fabricada sob medida, sendo então mais cara. Segundo Lamberts, o modelo proposto permite uma redução de consumo de 13% em refrigeração, para ZB8, em relação ao modelo original do projeto (LAMBERTS, 2014).

Embora o atendimento aos pré-requisitos de iluminação e ventilação naturais permitam que a edificação atinja classes “A” e “B”, não houve modificação na classe de eficiência, mantendo-se “D”, mesmo considerando a veneziana nos quartos. Somente inserindo a veneziana na sala, foi possível atingir a classe “C”, como se verifica na tabela abaixo:

Tabela 5: Classificação do Colônia modificando a transmitância térmica da cobertura, absorvância da parede, atendendo ao pré-requisito de ventilação e sombreando as janelas dos quartos e sala

	COLÔNIA
Envoltória para Verão	C
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	D
Equivalente numérico da envoltória da UH	C

A última sugestão para aumento do nível de eficiência do apartamento estudado, foi a substituição da parede de concreto de 10cm por paredes de bloco de concreto de 9cm, revestimento externo de argamassa de 2,5cm e interno em gesso 2mm, com transmitância térmica de 2,97 W/m²K. A UH passou a atender a todos os pré-requisitos da envoltória, mas sua classe de eficiência não se alterou.

A partir do resultado da avaliação do projeto original do Esperança, modificou-se a absorvância da cobertura, adotando uma telha cerâmica de cor clara com 0,30 de absorvância (TRIANA, 2010), resultando na classificação abaixo:

Tabela 6: Classificação do Esperança com absorvância de cobertura 0,30

	ESPERANÇA
Envoltória para Verão	C
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C
Equivalente numérico da envoltória da UH	C

O segundo passo no projeto do Esperança foi atender aos pré-requisitos de iluminação e ventilação naturais, onde a sala/cozinha não atendia à iluminação e os quartos não atendiam a ambas. Para tal, foram consideradas janelas de 2 folhas de abrir com vidro liso na sala e quartos, e a janela pivotante da cozinha, foi considerada com vidro liso no lugar de vidros particionados, uma vez que esta última possui uma área de iluminação menor, caso contrário seria necessário aumentar suas dimensões. Embora o atendimento a estes pré-requisitos permita que se atinja as classes “A” e “B”, eles não alteraram a avaliação da casa, mantendo-se a classe “C”. Somente com a consideração de venezianas nos quartos, a avaliação se modificou, configurando as classes abaixo:

Tabela 7: Classificação do Esperança modificando a absorvância da cobertura, atendendo aos pré-requisitos de iluminação e ventilação e sombreando as janelas dos quartos

	ESPERANÇA
Envoltória para Verão	B
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C
Equivalente numérico da envoltória da UH	B

Inserindo veneziana também na sala, consegue-se a pontuação a seguir:

Tabela 8: Classificação do Esperança conforme itens da tabela anterior acrescidos de veneziana na sala.

	ESPERANÇA
Envoltória para Verão	A
Envoltória se Refrigerada Artificialmente	C
Equivalente numérico da envoltória da UH	A

É prudente destacar, que foi feita a análise de somente uma UH por empreendimento e em uma das piores orientações. Certamente, em orientações mais favoráveis a avaliação será melhor, e ainda, ao se avaliar os apartamentos considerando seus pavimentos reais, provavelmente os apartamentos dos andares intermediários e do térreo serão melhores classificados.

Pôde-se perceber que tanto o apartamento quanto a casa, possuem níveis baixos de eficiência em seus projetos originais. No geral, telhas cerâmicas claras e paredes de tijolos cerâmicos auxiliam a melhora da eficiência em comparação a telhas de fibrocimento e paredes de concreto sem revestimento. Atualmente grande parte dos

empreendimentos multifamiliares do FAR têm sido construídos com paredes de concreto sem revestimento e telhas de fibrocimento sem isolamento, devido ao custo mais baixo de construção e ao ganho em escala e tempo, com o uso de formas metálicas para as paredes, dificultando o retorno às paredes de blocos com revestimento. Além da eficiência da casa, em seu projeto inicial, ser uma classe superior ao apartamento, a Modalidade Entidades pressupõe maior facilidade na adoção de especificações mais favoráveis à Eficiência Energética, considerando que são projetos em menor escala. No caso do Empreendimento Esperança, por serem poucas casas e o processo participativo bastante forte, facilmente seria possível atingir níveis mais altos de eficiência da envoltória.

Para o aumento da eficiência das UHs estudadas foram essenciais as seguintes medidas: atendimento de pré-requisitos da envoltória (paredes e cobertura) de transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância; atendimento de pré-requisitos de ventilação e iluminação natural e sombreamento das aberturas.

Considerando outros estudos nessa área já publicados, este vem corroborar com algumas medidas que podem melhorar a eficiência energética e conforto térmico das edificações de um modo geral, não só em HIS, tais como:

- a. Consideração das diretrizes de projeto conforme NBR 15220-3, para cada ZB. O sombreamento das aberturas é requerido para todas as ZB, por exemplo. Destaca-se que na avaliação dos dois projetos o sombreamento das aberturas permitiu o aumento em uma classe de eficiência.
- b. Atendimento aos pré-requisitos da envoltória (paredes e cobertura) para a ZB estudada: Transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância, em consonância com a tabela 3.1 do RTQ-R, portaria nº18/2012
- c. Atendimento ao pré-requisito de iluminação natural, cuja área de abertura corresponda a no mínimo 12,5% da área do ambiente, segundo o RTQ-R, portaria nº18/2012
- d. Atendimento ao pré-requisito de ventilação natural, cuja área de abertura corresponda a um percentual específico determinado pela tabela 3.2 do RTQ-R, portaria nº18/2012
- e. Ventilação cruzada obrigatória nas ZB 2 a 8, conforme RTQ-R, que é mais restritivo que a NBR 15220-3.

A obrigatoriedade da ENCE, em níveis não inferiores a B para a avaliação completa da edificação, seria um bom avanço em direção a edificações mais eficientes. Entretanto o custo deste investimento, uma vez que é necessária a avaliação por um Organismo de Inspeção Acreditado pelo Inmetro - OIA, inviabilizaria, ao menos em um primeiro momento, sua adoção em HIS, principalmente da faixa 1. Neste caso, a adoção como obrigatória dos itens acima para todos os projetos do PMCMV, em todas as faixas, já seria um grande passo.

O PMCMV, em sua fase 3, agregou algumas características construtivas: atendimento a NBR 15.575 (Norma de desempenho em edificações); baixa absorvância de paredes externas nas ZB 3 a 8; mecanismo de escurecimento do ambiente com garantia de ventilação natural nas esquadrias de todos os dormitórios e, nas ZB 7 e 8, o mesmo mecanismo também para as esquadrias das salas; garantia de ventilação cruzada nas ZB 7 e 8 em unidades unifamiliares, sendo recomendada nas UH's de edifícios multifamiliares; mecanismos de ventilação noturna nos dormitórios e salas, nas ZB 7 e 8, nas unidades uni e multifamiliares (CIDADES, 2017). Todas essas medidas constituem um grande avanço comparado à situação das duas primeiras fases do programa e foram possíveis através de estudos de protótipos para o "PMCMV + Sustentável", que dentre outras instituições, teve a Eletrobras/Procel como importante parceiro.

6.0 - CONCLUSÃO

Ao analisar dois empreendimentos do PMCMV, este trabalho verificou, através da análise de um extrato dos mesmos, como eles se comportam à luz da arquitetura bioclimática. O resultado da eficiência energética poderia ser muito mais alto, as edificações se mostraram aquém do seu potencial. Medidas muitas vezes simples na fase de decisão projetual, conseguiriam tornar o ato de habitar mais confortável, com menor uso de energia.

Como o Brasil é um país de proporções continentais, optou-se por não produzir uma listagem de melhores práticas, uma vez que a melhor prática na região Norte, provavelmente não será tão boa na região Sul, já que possuem ZB diferentes, e consequentemente, diretrizes diferentes. Através dessa afirmação, a diretriz corrente foi direcionar os projetos para a observação das normas brasileiras relacionadas ao conforto ambiental, já existentes, e muitas vezes desconhecidas da maioria dos projetistas.

As análises das UH's de cada empreendimento foram elaboradas segundo o PBE Edifica, avaliando as envoltórias em uma das piores orientações. Os cálculos mostraram avaliações muito baixas: nível "E" para o apartamento do Colônia e nível "D" para a casa do Esperança. Após diversas modificações como: utilizar materiais com menor transmitância e absorvância térmicas, tanto nas paredes quanto coberturas, mudanças nas esquadrias, para atendimento de pré-requisitos de iluminação e ventilação naturais e sombreamento das aberturas dos APP, o

resultado final de eficiência energética subiu para nível “C” no apartamento do Colônia e “A” na casa do Esperança.

Devido ao ganho efetivo em conforto e eficiência energética, sugere-se a adoção das normas brasileiras para conforto ambiental, como mandatórias para os projetos do PMCMV, conforme citadas no capítulo 5. Propõem-se ainda que, no futuro, seja adotada a obrigatoriedade da ENCE para todas as faixas do PMCMV, hoje inviabilizada, principalmente, pelo custo inerente do processo. Entretanto, diretamente relacionado a essas medidas, torna-se imperativo que os moradores conheçam quais os benefícios de sua futura morada, como ela foi construída a fim de proporcionar melhor conforto e eficiência, devem ser ensinados a mantê-la e a utilizá-la, lembrando que a redução do consumo de energia e a melhoria do conforto também dependem do usuário.

Conclui-se que o projetar consciente é projetar uma inserção positiva no ambiente e no clima existentes. Utilizar a arquitetura bioclimática é essencial, considerar a insolação e os ventos dominantes no projeto, e os melhores materiais para os diferentes climas, possibilita uma edificação integrada ao meio e ao clima. Aliar a isso um processo de pertencimento, que proporcionará um vínculo com o habitat que hoje não ocorre, fará o projeto mais próximo da sustentabilidade: enquanto seu potencial de economia de energia está vinculado diretamente ao meio ambiente, a vertente social surge pela preocupação, que deveria ser a primeira, com o principal ator desse processo, o morador.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2005. NBR 15220-3. Desempenho térmico de edificações parte 3. Brasil : s.n., 2005.
- (2) ALMODÓVAR, J.M. 2001. The Guest for Daylight: evolution of domes in South American Baroque. Florianópolis : s.n., 2001.
- (3) CARDOSO, Adauto Lucio, et al. 2014. A (in)satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida. Rio de Janeiro : Observatório das Metrópoles/IPPUR/UFRJ, 2014.
- (4) CARLO, Joyce, et al. 2014. Simulação do projeto Minha Casa Minha Vida RJ, segundo o PBE Edifica. Viçosa : Latecae - UFV - Universidade Federal de Viçosa, 2014.
- (5) CIDADES, Ministério das. 2017. Portaria nº 146 de 26 de abril de 2016. [Online][Citado em: 8 de fevereiro de 2017.] <http://www.cidades.gov.br>
- (6) CORBELL, Oscar e YANNAS, Simos. 2003. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. Rio de Janeiro : Revan, 2003.
- (7) DIRECIONAL ENGENHARIA. 2015. Acervo técnico. 2015.
- (8) EPE, Empresa de Pesquisa Energética. 2016. Balanço Energético Nacional. 2016.
- (9) FBR, Fundação bento Rubião. 2015. Acervo técnico. 2015.
- (10) IBDA. IBDA - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura. [Online] [Citado em: 14 de setembro de 2015.] <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=1040>.
- (11) INMETRO. 2013. Anexo Geral V da portaria Inmetro nº50/2013. Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros. Brasil : s.n., 2013.
- (12) ___, 2012. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais, Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012.
- (13) LAMBERTS, Roberto. 2012. Minha Casa Minha Vida: Alternativas de Eficiência Energética. Santa Catarina: LabEEE, 2012. Apresentação em palestra.
- (14) ___, 2014. Aberturas: Influência do sombreamento e da área de ventilação na eficiência energética da edificação. Santa Catarina : CB3E, 2014.
- (15) ROMÉRO, M.A. e ORNSTEIN, S.W. 2003. Avaliação Pós Ocupação, Métodos e Técnicas Aplicados à Habitação Social. Porto Alegre : Coleção Habitare/FINEP, 2003.
- (16) TRIANA, Maria Andrea. 2010. Energia em HIS. Santa Catarina : Sushi Energia - Sustainable Social Housing Initiative, 2010. Apresentação.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



ELISETE ALVARENGA DA CUNHA. Nascida no Rio de Janeiro em 1979. Técnica em edificações pelo CEFET-RJ (Centro Federal de Educação Tecnológica), Arquiteta e Urbanista pela UFF (Universidade Federal Fluminense), Pós Graduada com MBA em Planejamento e Gestão Ambiental pela UVA (Universidade Veiga de Almeida), Pós graduada com MBE em Economia e Gestão da sustentabilidade na construção civil com ênfase em Habitação de Interesse Social, pela UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro). Atuou na área de construção civil, orçamento, gerenciamento e fiscalização de obras, de empreendimentos residenciais, comerciais e industriais por 13 anos. Há 6 anos é Arquiteta da Eletrobras, atuando diretamente na Etiquetagem de Edificações, Selo Procel Edificações e Desempenho Energético Operacional (DEO), no Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL.

MARCO AURÉLIO RIBEIRO GONÇALVES MOREIRA. Engenheiro Eletricista formado pelo CEFET/RJ, com MBA Executivo pela COPPEAD/UFRJ e de Master Science – M.Sc. em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ. Atuou em várias funções técnicas e gerenciais no setor elétrico brasileiro destinadas à gestão da oferta e da demanda de energia, em especial vinculadas à eficiência energética. Atualmente é Engenheiro Sênior do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL.

MARCEL DA COSTA SIQUEIRA. Engenheiro eletricista formado pela UFF, Mestre em Engenharia Elétrica pela COPPE/UFRJ e Pós-Graduado em Finanças pela COPPEAD/UFRJ. Desde 2003 faz parte do quadro de funcionários da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobras e atualmente é gerente do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL.