

ESTRATÉGIAS PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES NA SERRA GAÚCHA: UMA ANÁLISE BASEADA NO RTQ-R

MARIN, Patrícia⁽¹⁾; AMORIM, Cláudia Naves David⁽²⁾

(1) UnB, e-mail: patriciamarin@ibest.com.br

(2) UnB, e-mail: clamorim@unb.com.br

Resumo

O projeto arquitetônico possui forte influência sobre a eficiência energética e o conforto de uma edificação. Até meados do século XX, o conforto no ambiente construído era obtido através da prática da arquitetura vernácula. Com a rápida evolução tecnológica da Revolução Industrial e o advento do chamado Estilo Internacional, a arquitetura passou a utilizar de mecanismos artificiais de climatização. Com a crise de energia iniciada na década de 70 e com a atual crise ambiental, ficou clara a necessidade de mudança da arquitetura até então empregada.

Torna-se cada vez mais necessário projetar edificações energeticamente eficientes, mas com condições satisfatórias de conforto ambiental. O presente trabalho objetiva avaliar comparativamente a eficiência energética de projetos arquitetônicos de residências unifamiliares localizadas na região climática de Antônio Prado - RS, pertencente à Zona Bioclimática 1, indicando possíveis estratégias de otimização.

O estudo avalia duas edificações residenciais unifamiliares em Antônio Prado – RS, a fim de qualificar seu desempenho através do Programa Brasileiro de Etiquetagem para edificações residenciais, utilizando a metodologia do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais. São comparados um exemplo de arquitetura vernácula e um de arquitetura contemporânea, de forma a possibilitar o confronto e a identificação de aspectos positivos e negativos em cada projeto, ressaltando algumas indicações para o projeto bioclimático de residências unifamiliares na Zona Bioclimática 1. Os resultados demonstram que o desempenho da arquitetura vernácula, ao contrário do esperado, não é superior ao da arquitetura contemporânea quanto à eficiência energética para o caso estudado.

Palavras-chave: *Arquitetura, Energia, Residências.*

Abstract

The architectural project has a strong influence on both energy efficiency and comfort of a building. Until the middle of the twentieth century, comfort in built environment was obtained through the practice of vernacular architecture. With the rapid technological developments of the Industrial Revolution and the advent of the so-called International Style, architecture began to use artificial mechanisms of air-conditioning. With the energy crisis started in the 70s and with the current environmental crisis, it was clear the need for change in the architecture until then employed.

It has become increasingly necessary to design energy efficient buildings, but with satisfactory conditions of environmental comfort. The present work aims to evaluate comparatively the energy efficiency of architectural projects regarding single-family detached residences located in the climate region of Antonio Prado - RS, belonging to bioclimatic Zone 1, indicating possible strategies for optimization.

The study assesses two residential buildings in Antonio Prado - RS, in order to qualify its performance through the Brazilian Program of Labeling for residential buildings, using the Technical Regulation Methodology of the Energy Efficiency Level Quality for Residential Constructions. Both vernacular and contemporary architecture are compared to make possible the confrontation and identification of positive and negative aspects concerning each project, highlighting some indications for the single-family detached residence bioclimatic project in bioclimatic zone 1. The results demonstrate that the performance of vernacular architecture, unlike what was expected, is not greater than the contemporary architecture as far as energy efficiency is concerned.

Key-words: Architecture, Energy, Residences

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O projeto arquitetônico tem forte influência sobre o desempenho energético de uma edificação. (ALFONSO, 2012). O partido arquitetônico, a orientação da edificação, a escolha correta da envoltória, o tamanho das janelas e a ventilação natural afetam o comportamento energético do edifício, uma vez que esses fatores são responsáveis pelas trocas térmicas entre ambiente externo e interno, assim como pela captação da iluminação natural. Essas trocas físicas determinarão o conforto ambiental dos usuários da edificação, que quando em desconforto recorrerão a sistemas artificiais de climatização e iluminação.

Historicamente, a manutenção do conforto no ambiente construído vinha sendo obtida através da prática da arquitetura regionalista, vernácula. Para Silva (2006), a arquitetura vernácula tradicional promove, com baixo recurso energético, o nível de conforto dos ocupantes apropriado ao clima regional. A partir da rápida evolução tecnológica pós Revolução Industrial e com o advento na arquitetura do chamado Estilo Internacional, o arquiteto passou a buscar outros paradigmas que não os resultantes da consideração dos elementos naturais. O estilo internacional passou a reproduzir a mesma solução arquitetônica em diversos locais sem levar em consideração as características climáticas locais. Conforme Lamberts (1997), os desenvolvimentos na área de sistemas estruturais, na produção do vidro e no advento da luz elétrica contribuíram para retirar a função térmica do envoltório e passá-la aos sistemas mecânicos de aquecimento e refrigeração, e para substituir as aberturas na função de fontes de luz primárias.

A garantia de conforto foi, e ainda é, obtida por mecanismos artificiais. Existe um amplo acolhimento da idéia de modificação das condições ambientais pelo uso de equipamentos de refrigeração ou aquecimento para o conforto higrotérmico. “Os edifícios tornaram-se *energívoros*. Consomem energia e, de certa forma, consomem a arquitetura num constante embate entre a forma idealizada com materiais inadequados ao clima local.” (SILVA, 2006, p.125). O grande aporte de energia necessária para a manutenção desse modelo de edificação foi reconhecido como problemático a partir da crise do petróleo deflagrada em 1973. Essa crise, assim como a de 1979, levou o governo federal brasileiro a procurar fontes de energia segura e a conservar sua energia.

A partir da crise energética e, posteriormente, da crise ambiental, ficou clara a necessidade de mudança do modelo de arquitetura até então empregado. “O aumento do consumo de energia, a inseqüente extração de recursos naturais e a crescente eliminação de rejeitos trazem a idéia de que, além de insustentável, o atual modelo de desenvolvimento também é indesejável sob critérios da preservação ambiental.” (BRASIL, 2011, p.69). Observa-se, a partir dessa crise, a inserção de um modelo de arquitetura sustentável. Um novo modelo que modifique o

ambiente natural de maneira a produzir um espaço confortável, adequado ao clima do lugar, energeticamente eficiente e com baixo custo de manutenção.

Nesse sentido, a adoção de uma política de conservação de energia é fundamental. No Brasil, programas como o PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) vem atender à necessidade de se aumentar a eficiência nos usos finais da energia, trabalhando pelo lado da demanda da energia elétrica. Conforme o programa Procel Edifica (Plano de Ações para Eficiência Energética em Edificações), estima-se uma redução do consumo de energia na ordem de 30% com implementação de ações de eficiência energética nos sistemas de iluminação, ar condicionado e intervenções arquitetônicas na envoltória de edificações existentes. Para edificações novas essa economia pode significar algo em torno de 50%. (BRASIL, 2011).

1.1. PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem) e RTQ-R (Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais)

Em 2010 foi lançado no mercado brasileiro pelo PROCEL/INMETRO o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, que apresenta os procedimentos e condições para a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), concedida no âmbito do PBE do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

A etiquetagem de eficiência energética para unidades habitacionais autônomas é feita avaliando-se os requisitos relativos ao desempenho térmico da envoltória, à eficiência do(s) sistema(s) de aquecimento de água e a eventuais bonificações. A classificação da envoltória é realizada através de indicadores, obtidos por equações nas quais são inseridos parâmetros relativos às características físicas e às propriedades térmicas da envoltória. “A intenção da avaliação é diminuir o recebimento de calor pela envoltória do prédio, além de aproveitar melhor a iluminação e a ventilação natural.” (MME, 2009). É necessário realizar a avaliação da envoltória individualmente para cada um dos ambientes de permanência prolongada da habitação e avaliar pré-requisitos referentes a iluminação e ventilação naturais. (BRASIL, 2012) De acordo com a pontuação final obtida é atribuída uma classificação que varia do nível A (mais eficiente) ao E (menos eficiente). O nível de eficiência de cada requisito equivale a um número de pontos correspondentes, nível de eficiência A equivale a 5 pontos, nível B a 4 pontos, nível C a 3 pontos, nível D a 2 pontos e nível E a 1 ponto.

1.2. Antônio Prado

A cidade de Antônio Prado está localizada na encosta superior do nordeste do Rio Grande do Sul e, de acordo com o Zoneamento Bioclimático Brasileiro (ABNT, 2005), pertence a Zona Bioclimática 1. A região de Antônio Prado caracteriza-se pelo clima subtropical, onde o calor e o frio apresentam certo rigor, a umidade relativa média anual é de 78% e a temperatura média anual é de 16°C.

1.3. Arquitetura Vernácula de Antônio Prado

Em 1989 o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) declarou Antônio Prado como patrimônio nacional, tombando um conjunto de 48 casas de madeira e alvenaria que foram construídas no final do século XIX e início do século XX pelos imigrantes italianos que povoaram a região.

De acordo com Bertussi (1987), no início da colonização as edificações, assim como seu

material, eram produzidas pelos próprios colonos, sem a interferência de qualquer técnico especializado. As residências dos colonos eram construídas em duas tipologias: a casa mista de pedra e madeira, que aparece com mais frequência, e a casa de tijolos.

1.4. Arquitetura Contemporânea de Antônio Prado

Em Antônio Prado, a arquitetura residencial atual é caracterizada por uma diversificação de estilos. Tanto há casas ditas modernas, com amplas áreas envidraçadas e coberturas planas, assim como residências com traços tradicionais da cultura local, inspiradas na arquitetura vernácula da cidade.

Segundo Luccas (2008), há um consenso de que a arquitetura contemporânea possui inspiração no passado recente da modernidade. A arquitetura moderna constitui um repertório de soluções plásticas e construtivas, com formas geométricas mais puras, exploração do balanço, janelas rasgadas e envidraçamentos generosos.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho objetiva avaliar comparativamente a eficiência energética de projetos arquitetônicos de residências unifamiliares localizadas na região climática de Antônio Prado (Zona Bioclimática 1), indicando possíveis estratégias de otimização.

São também objetivos: contribuir com a divulgação da importância de projetar edificações observando os aspectos climáticos de uma região; aplicar o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais para avaliar a eficiência energética em residências nesta região.

3. ESTUDO DE CASO

Para realizar o estudo, foram escolhidas duas edificações residenciais unifamiliares em Antônio Prado – RS, a fim de qualificar seu desempenho através do PBE para edificações residenciais utilizando a metodologia do RTQ-R. O presente trabalho avalia somente os requisitos relativos à envoltória das residências. Não são avaliados sistemas como aquecimento de água e outros não intrinsecamente ligados à arquitetura.

As residências escolhidas são um exemplo de arquitetura vernácula e um de arquitetura contemporânea, de forma a possibilitar o confronto e a identificação de aspectos positivos e negativos em cada projeto, ressaltando algumas indicações para o projeto bioclimático de residências unifamiliares na Zona Bioclimática 1.

3.1. A Casa Mengato

A casa Mengato é uma das edificações mais antigas de Antônio Prado, sua construção se deu entre os anos de 1986 e 1906 (ver figura 1). A casa é tombada pelo IPHAN. Foi escolhida para a pesquisa por se tratar de um exemplo típico da arquitetura vernácula da cidade e por ser construída parte em alvenaria, parte em madeira, o que permite a avaliação de dois sistemas construtivos diferentes utilizados na época de sua construção. Ao longo do tempo a casa sofreu algumas mudanças. Foi anexado ao pavimento térreo uma cozinha, a sala de jantar e um banheiro, passando a parte existente desse pavimento a ter uso comercial. O uso residencial atual da casa se restringe ao pavimento superior e ao anexo.

As paredes externas da edificação principal são em tijolos maciços duplos e espessura de 45 centímetros, possuem transmitância térmica $U=1,16W/(m^2K)$, capacidade térmica

$C_t=579,29\text{KJ}/(\text{m}^2\text{K})$ e absorvância $\alpha=0,5$. As paredes do anexo, onde estão cozinha e sala de jantar são em madeira de araucária simples com mata junta, possuem $U=2,92\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$, $C_t=53,6\text{KJ}/(\text{m}^2\text{K})$ e $\alpha=0,5$. As divisórias internas, assim como os forros também são em madeira. A cobertura possui telhas de zinco onduladas, $U=1,97\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$, $C_t=40,29\text{KJ}/(\text{m}^2\text{K})$ e $\alpha=0,3$.

3.2. A Casa Rupp

A Casa Rupp foi construída em 2007 (ver figura 2). A casa é projeto do arquiteto Gederson Meotti. O projeto se caracteriza pelo uso de materias locais tradicionais, mas com uma solução plástica moderna, de geometria pura, telhado asa de borboleta, uso do balanço e envidraçamentos generosos. Foi elencada para a pesquisa por ser uma casa tipicamente contemporânea que usa de elementos da arquitetura moderna.

As paredes externas e internas são de tijolos 6 furos assentados na menor dimensão, com exceção da parede ao Sul que é de concreto armado. As paredes de tijolos possuem $U=2,24\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$, $C_t=167\text{KJ}/(\text{m}^2\text{K})$ e $\alpha=0,2$. A parede de concreto possui $U=4,40\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$, $C_t=240\text{KJ}/(\text{m}^2\text{K})$ e $\alpha=0,3$. A cobertura é formada por uma laje de concreto e telha metálica, possui $U=1,80\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$, $C_t=187\text{KJ}/(\text{m}^2\text{K})$ e $\alpha=0,2$.

Figura 1: Casa Mengato



Fonte: da autora

Figura 2: Casa Rupp



Fonte: da autora

4. RESULTADOS

Obteve-se como resultado do trabalho o levantamento de pontos positivos e negativos de cada uma das residências analisadas, além da comparação entre os dois estilos arquitetônicos. De posse desse levantamento, e com base na NBR 15220, foi possível elencar algumas estratégias para a eficiência energética de residências unifamiliares localizadas na Zona Bioclimática 1.

4.1. Classificação da envoltória da Casa Mengatto

4.1.1. Avaliação dos pré-requisitos da envoltória da Casa Mengato

Os pré-requisitos da envoltória são referentes a características térmicas de absorvância, transmitância e capacidade térmica das superfícies e a características físicas relativas à iluminação e ventilação natural. Quanto à transmitância térmica, a capacidade térmica e a absorvância solar, na Casa Mengato, a sala de jantar não atendeu ao pré-requisito de

transmitância térmica e de capacidade térmica, portanto este ambiente obtém nível de eficiência C (EqNum = 3) para a envoltória. O fato se deve ao uso da parede simples de madeira que possui transmitância térmica acima do limite aceitável para a Zona Bioclimática 1 e capacidade térmica baixa. Quanto à ventilação natural todos ambientes atenderam aos pré-requisitos de percentual de área mínima para ventilação. A casa Mengato não atendeu ao pré-requisito de iluminação natural na sala de estar, portanto, a envoltória desse ambiente atinge no máximo nível de classificação C (EqNum = 3).

Quadro 1 – Percentual de área de abertura e área de iluminação em relação a área do piso na Casa Mengato

	S. estar	S. jantar	Dorm. 1	Dorm. 2	Dorm. 3
% de área de abertura para ventilação	19,65%	10,73%	17,62%	19,98%	20,61%
% de área de iluminação	19,65%	10,73%	17,62%	19,98%	20,61%

Fonte: da autora

4.1.2. Determinação do desempenho da envoltória da Casa Mengato através do método prescritivo do RTQ-R

Para se obter o desempenho da envoltória da casa foi realizada a avaliação individual de cada um dos ambientes de permanência prolongada (sala de jantar, sala de estar e dormitórios) da Casa Mengato. Os equivalentes numéricos dos ambientes da Casa Mengato são apresentados no quadro baixo. O equivalente numérico da sala de jantar possui nível de eficiência C (EqNum=3) por não atender aos pré-requisitos de transmitância térmica e de capacidade térmica. A sala de jantar possui nível de eficiência C (EqNum=3) por não atender ao pré-requisito de iluminação natural.

Quadro 2 – Equivalentes numéricos dos ambientes da Casa Mengato

Item	Sala de jantar	Sala de estar	Dormitório 1	Dormitório 2	Dormitório 3
GHR	desconsiderado	desconsiderado	138	108	128
EqNumEnvAmbResf	3 (C)	3 (C)	5 (A)	5 (A)	5 (A)
CA	desconsiderado	desconsiderado	36,053	43,777	43,403
EqNumEnvAmbA	3 (C)	3 (C)	3 (C)	3 (C)	3 (C)

Fonte: da autora

Através da ponderação dos equivalentes numéricos para aquecimento e resfriamento pelas áreas úteis dos ambientes da casa obteve-se um equivalente numérico da envoltória para resfriamento = 4,03 e um equivalente numérico da envoltória para aquecimento = 3,03. O equivalente numérico final da Casa Mengato, obtido pela equação 3.6 do RTQ-R, é 3,11, o que equivale a classificação C da envoltória.

São pontos positivos que contribuem para sua eficiência energética: a alta capacidade térmica das paredes externas do corpo principal da casa; o uso de câmara de ar entre telhas e forro na cobertura, que diminui sua transmitância térmica; a ventilação natural e controlável em todos ambientes da casa; a possibilidade de sombreamento em todas janelas da casa.

São pontos negativos que não contribuem para eficiência energética: a baixa capacidade térmica das paredes externas do anexo onde se localiza a sala de jantar; a iluminação natural ineficiente na sala de estar.

Para melhorar a eficiência energética da Casa Mengatto seriam necessárias mudanças que alteram as características originais da edificação, o que não é possível pois a casa é tombada. Entretanto, aconselha-se a duplicação interna das paredes de madeira no anexo da casa.

4.2. Classificação da envoltória da Casa Rupp

4.2.1. Avaliação dos pré-requisitos da envoltória da Casa Rupp

Quanto à transmitância térmica, a capacidade térmica e a absorvância solar, na Casa Rupp, o dormitório de casal e o dormitório 1 não atenderam ao pré-requisito de transmitância térmica, portanto estes ambientes obtiveram nível de eficiência C ($EqNum = 3$) para a envoltória. O fato se deve ao uso da parede de concreto na fachada Sul, que possui alta transmitância térmica, acima do limite aceitável para a Zona Bioclimática 1. Quanto à ventilação natural todos ambientes atenderam aos pré-requisitos de percentual de área mínima para ventilação. Todos ambientes de permanência prolongada atenderam ao pré-requisito de iluminação natural.

Quadro 3– Percentual de área de abertura e área de iluminação em relação a área do piso na Casa Rupp

	Sala/coz.	escritório	Dorm. casal	Dorm. 1	Dorm. 2
% de área de abertura para ventilação	33,5%	31,37%	19,96%	21,23%	29,03%
% de área de iluminação	111,78%	48,50%	50,82%	49,53%	51,15%

Fonte: da autora

4.2.2. Determinação do desempenho da envoltória da Casa Rupp através do método prescritivo do RTQ-R

Para se obter o desempenho da envoltória da casa foi realizada a avaliação individual de cada um dos ambientes de permanência prolongada (sala/cozinha, escritório, dormitório de casal, dormitório 1 e dormitório 2) da Casa Rupp. Os equivalentes numéricos dos ambientes da Casa Rupp são apresentados no quadro baixo. Os equivalentes numéricos dos dormitório de casal e do dormitório 1 possuem nível de eficiência C ($EqNum=3$) por não atenderem ao pré-requisito de transmitância térmica.

Quadro 4 – Equivalentes numéricos dos ambientes da Casa Rupp

Item	Sala/cozinha	Escritório	Dorm. casal	Dormitório 1	Dormitório 2
GHR	124	152	desconsiderado	desconsiderado	211
$EqNumEnvAmbResf$	5 (A)	4 (B)	3 (C)	3 (C)	4 (B)
CA	16,066	32,205	desconsiderado	desconsiderado	25,509
$EqNumEnvAmbA$	5 (A)	4 (B)	3 (C)	3 (C)	4 (B)

Fonte: da autora

Através da ponderação dos equivalentes numéricos para aquecimento e resfriamento pelas áreas úteis dos ambientes da casa obteve-se um equivalente numérico da envoltória para resfriamento = 4,11 e um equivalente numérico da envoltória para aquecimento = 4,11. O equivalente numérico final da casa Rupp, obtido pela equação 3.6 do RTQ-R, é 4,11, o que equivale a classificação B para a envoltória.

São pontos positivos que contribuem para sua eficiência energética: a boa capacidade térmica e boa transmitância térmica das paredes externas de tijolos 6 furos; o uso de câmara de ar entre telhas e laje na cobertura, que diminui sua transmitância térmica; o uso de cores claras nas paredes e telhas novas na cobertura, que diminuem a absorvância solar das superfícies; a ventilação natural e controlável em todos ambientes da casa; as amplas áreas envidraçadas que permitem a entrada do sol na casa durante o inverno; a iluminação natural farta; e a sombra projetada na fachada norte durante o verão pela laje de cobertura.

São pontos negativos que não contribuem para eficiência energética: a alta transmitância térmica da parede Sul de concreto; a falta de sombreamento nas áreas envidraçadas das fachadas Leste e Oeste; o sistema de esquadrias e vidros ineficientes, de alta transmitância térmica.

Para melhorar a eficiência energética da Casa Rupp se aconselha: diminuir a transmitância térmica da parede Sul, através do uso de isolante térmico; sombrear no verão as áreas envidraçadas das fachadas Leste e Oeste, através de dispositivos móveis, que permitam a entrada do sol no inverno; além de usar de esquadrias e vidros mais eficientes.

4.3. Comparação do desempenho energético entre a Casa Mengato e a Casa Rupp

O desempenho energético da envoltória da Casa Rupp, segundo a avaliação pelo método do RTQ-R, é superior ao da Casa Mengato. A casa de estilo contemporâneo, portanto, obteve resultado superior ao da casa vernácula, contrariando o até então esperado. Conclui-se que, a partir do estudo realizado, para as casas analisadas, a expectativa de que a melhor eficiência energética das residências seria garantido pela arquitetura vernácula não se aplica.

O fraco desempenho energético da arquitetura da Casa Mengato está principalmente no anexo de madeira, material encontrado em fartura na região e largamente utilizado na época. O positivo desempenho da Casa Rupp, por sua vez, justifica-se pela farta ventilação e iluminação natural, elementos que contam pontos na avaliação pelo RTQ-R.

É importante ressaltar que os resultados obtidos referem-se ao estudo comparativo entre duas casas. Para maiores conclusões faz-se necessário a continuação do estudo com mais casas, além de medições in loco de variáveis térmicas e energéticas.

4.4. Estratégias para a Eficiência Energética de residências unifamiliars na Zona Bioclimática 1

A partir da determinação da eficiência energética da envoltória da Casa Mengato e da Casa Rupp pelo método prescritivo do RTQ-R, da identificação de pontos positivos e negativos na envoltória dessas casas e, com base na NBR 15220, pode-se elencar algumas estratégias para a eficiência energética de residências unifamiliars localizadas na Zona Bioclimática 1.

- Adotar paredes externas de alta capacidade térmica e baixa transmitância térmica ($U \leq 3,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$), tal como as paredes de blocos cerâmicos furados da Casa Rupp e as de tijolos maciços duplos da Casa Mengato;
- Utilizar coberturas leves isoladas, com baixa transmitância térmica ($U \leq 2,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$). O uso da câmara de ar entre telhas e forro da Casa Mengato e entre telhas e laje da Casa Rupp é uma boa estratégia.
- Usar do aquecimento solar passivo no inverno orientando as aberturas para o sol, utilizando de jardins de inverno ou paredes de acumulação, como a parede Trombe;
- Possibilitar aberturas para ventilação natural em todos ambientes da casa, de forma

que sempre permitam seu fechamento. A NBR 15220 - parte 3 recomenda aberturas com tamanho 15% a 25% da área do piso em ambientes de permanência prolongada;

- Sombrear as aberturas no verão, com dispositivos móveis, permitindo a entrada do sol durante o inverno, tal como as venezianas na Casa Mengato. O uso de marquise na fachada Norte, como a da Casa Rupp, também é adequado.
- Adotar esquadrias eficientes, que fiquem estanques quando fechadas, de forma a diminuir as trocas térmicas entre interior e exterior quando necessário.
- Privilegiar a iluminação natural em todos ambientes da casa.
- Usar cores claras nas paredes externas e na cobertura, de forma a diminuir a absorção solar das superfícies, indesejável no verão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa traz como contribuição a relação de algumas estratégias arquitetônicas para a eficiência energética a serem usadas em residências unifamiliares localizadas na Zona Bioclimática 1. O arquiteto deve conhecer as exigências humanas de conforto e o clima, conhecer as características térmicas dos materiais e projetar sua arquitetura de acordo com as características específicas do local, a fim de alcançar conforto aliado a eficiência energética.

Cabe salientar que nenhuma regulamentação por si garante uma edificação de qualidade. Maiores níveis de eficiência podem ser alcançados através de estratégias no projeto de arquitetura. Igualmente, os usuários tem participação decisiva no uso eficiente das edificações eficientes através dos seus hábitos, que podem reduzir de forma significativa o consumo de energia. (BRASIL, 2012)

REFERÊNCIAS

ALFONSO, Mariana Barreto; AMORIM, Cláudia Naves David. **A aplicabilidade do requisito técnico da qualidade do nível de eficiência energética em edificações comerciais existentes:** a problemática da prospecção. In: ROMERO, Marta Adriana Bustos; SILVA, Caio Frederico e (org.). Olhares da Reabilitação Ambiental Sustentável, Produtos das Edições do Curso de Especialização Reabilita. Brasília: UNB, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220 – Desempenho Térmico de Edificações.** Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Eficiência Energética:** Premissas e Diretrizes Básicas. Versão: 18 out. 2011.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº18, de 16 de janeiro de 2012.** Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. Rio de Janeiro, 2012.

BERTUSSI, Paulo Iroquez. **Elementos de Arquitetura da Imigração Italiana.** In: WEIMER, Günter (org.) A Arquitetura no Rio Grande do Sul. 2. ed. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1987.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: PW Editores, 1997.

LUCCAS, Luís Henrique Hass. **Arquitetura contemporânea no Brasil:** da crise dos anos setenta ao presente promissor. Revista Arqtextos n. 101, ano 09, out 2008. Disponível em: <<http://vitruvius.es/revistas/read/arqtextos/09.101/99>> . Acesso em: 21 de maio de 2012.

MME. Nova etiqueta mede eficiência de edifícios. Jul,2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/noticias/destaque_foto/destaque0002.html> Acesso em: 22 de agosto de 2012

SILVA, Heitor da Costa; KINSEL Luciane Stürmer. **Região Climática de Porto Alegre,** revisão para um desenho inteligente e uma arquitetura adequada. Revista Arqtexto, n. 9, 2006, p.124 - 133.