



AValiação e Classificação do Desempenho Energético de Habitações de Interesse Social no Município de Atalaia/PR.

*Sergio Eduardo Rosales¹, Berna Valentina Bruit Valverrama Garcia Medina²
Rosana Bacicheti Gonçalves Rizzo³*

RESUMO: Este artigo se propôs a avaliar e classificar a envoltória de habitações de interesse social, no Município de Atalaia/PR, por meio do método prescritivo descrito no volume 4 do Manual de Etiquetagem em Edificações - Procel Edifica (2013) e verificar alguns elementos arquitetônicos referentes ao desempenho térmico da edificação considerando a Norma de Desempenho ABNT NBR 15575: 2013. Os resultados demonstraram que a tipologia estudada apresentou padrões mínimos de desempenho térmico limitado pela Norma ABNT NBR 15575: 2013, e apresentou classificação nível D, em uma escala de A até E do processo de etiquetagem em edificações. A ABNT NBR 15575: 2013 aponta a ineficiência das áreas de aberturas para ventilação e iluminação natural da tipologia arquitetônica em estudo. Adequações construtivas nas fachadas, tais como mecanismos ajustáveis para proteção contra incidência dos raios solares nas aberturas e uso de cor clara na cobertura melhorariam o desempenho energético da envoltória dessas edificações.

PALAVRAS-CHAVE: Envoltória. Desempenho térmico. Manual de Etiquetagem. ABNT NBR 15575: 2013.

1 INTRODUÇÃO

Antes da década de 1970, os sistemas de climatização artificial eram muito utilizados nas edificações em diversos países, pois naquele momento não havia a preocupação por parte da população com o excesso de consumo energético e com a escassez das fontes naturais de energia (LIMA, 2010). A partir dessa década, conforme apontado por Lima (2010), em virtude da crise do petróleo e de suas consequências no abastecimento de energia, surgiu a preocupação com o uso eficiente e racional das fontes energéticas. Com o aumento populacional ocorrido nas décadas seguintes, essa preocupação se intensificou de modo que o uso eficiente de energia se tornou uma importante necessidade a ser levada em consideração.

Segundo Piccoli (2010), edificações em fase de uso devem ter consumo de energia reduzido e Bribián; Capilla; Usón (2011) afirmam que isto deve ocorrer por meio de técnicas construtivas previstas na fase de projeto (BRIBIÁN; CAPILLA; USÓN, 2011). Segundo Leduc (2008) diversos estudos identificaram inadequações de projeto que prejudicam a eficiência energética, tais como orientação inadequada da edificação em relação à trajetória solar; aberturas mal dimensionadas; especificação inadequada de materiais para cobertura e vedações de fachadas, inclusive das aberturas; desconsideração de ventos dominantes e ausência de ventilação cruzada; ausência de simulação energética na fase de projeto; pouco aproveitamento de energia renovável; má escolha de materiais construtivos na fase de execução; utilização de equipamentos não eficientes; falta de integração entre os profissionais envolvidos; pouca especialização da mão de obra utilizada na construção civil e dificuldades de financiamento.

Com base no Plano Nacional de Eficiência Energética, foi a partir do decreto no 4.059, de 2001, que se estabeleceu o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE, ressaltando a constituição de um Grupo Técnico para trabalhar no desenvolvimento da metodologia e regulamentação necessária para a avaliação da eficiência energética nas edificações.

Conforme o Manual de Etiquetagem de Eficiência Energética em Edificações (BRASIL, 2001), foi elaborado no ano de 2009, com base no Programa Procel Edifica juntamente com o Inmetro e através do Ministério de Minas e energia, o Regulamento Técnico para a Etiquetagem Voluntária de Edificações Comerciais, de Serviços e Pública, e, no ano seguinte, o Regulamento para Edifícios Comerciais. Em 2013 foi publicado o Regulamento Técnico para Etiquetagem de Edificações Residenciais (RTQ-R, 2013).

O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina foi o responsável pelo desenvolvimento desses documentos. Os regulamentos técnicos avaliam a eficiência energética das edificações com enfoque em três parâmetros: a envoltória da edificação, os sistemas de iluminação e os sistemas de condicionamento de ar. Com base no Volume 4 do Manual de Etiquetagem em Edificações - Manual para aplicação do RTQ-R e RAC-R (2013), para a classificação geral da edificação, cada um dos três parâmetros listados acima recebem um peso, sendo 30% para

¹ Acadêmico do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Cesumar – UNICESUMAR, Maringá – PR.

² Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Cesumar - UNICESUMAR, Maringá - PR

³ Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá - PR



a envoltória, 30% para sistemas de iluminação e 40% para sistemas de condicionamento de ar. De acordo com Leduc (2008), o potencial de economia, especificamente em edificações em cada um dos três níveis levados em consideração, são de 30% do em iluminação, entre 10 e 20% no condicionamento de ar e potencial de 10% de economia na envoltória.

Trabalhando-se, por exemplo, com parâmetros como área de vidro, fator solar do vidro e presença de sombreamento, Dias (2011) diz que um imóvel novo com base nas recomendações do selo Procel Edifica pode obter até 50% de economia em relação a um de mesmo padrão, já no caso de reforma a economia pode ser de até 30%. Entre uma etiqueta A e E a diferença de consumo energético pode chegar a 40% (MEDEIROS, 2009). Para Escorcia et al. (2012) a envoltória é fator chave que influencia na eficiência energética de um edifício habitacional.

Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar e classificar o desempenho energético da envoltória das habitações de interesse social (HIS) em Atalaia/PR, de modo a responder o seguinte problema de pesquisa: os elementos construtivos das HIS em Atalaia/PR, em relação à eficiência energética, estão adequados? Desta forma poderá ser previsto, por meio das normas vigentes, as soluções que podem trazer benefícios não só ao usuário quanto ao conforto térmico do ambiente, como também ao meio ambiente em geral, evitando o desperdício energético. Para tal, a metodologia empregada será o método prescritivo do Procel Edifica e a norma ABNT NBR 15575: 2013 (partes 1, 4 e 5).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia apresenta o objeto do estudo de caso e suas características, os dados necessários para a avaliação da envoltória da edificação pelo método prescritivo de acordo com o RTQ-R (2013) e a avaliação segundo as diretrizes da ABNT NBR 15575: 2013

2.1 OBJETO DO ESTUDO DO CASO

A pesquisa se iniciou com a coleta de dados na prefeitura município de Atalaia/PR. Foram coletadas informações a respeito dos projetos implantados no período de 2013 a 2014, a partir de documentos disponibilizados. Tiveram-se acesso as cópias dos projetos: arquitetônico e social dos programas habitacionais e ao Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS). Neste ponto, o PLHIS do município serviu de fonte para identificar as tipologias habitacionais adotadas nos últimos anos. Dados também foram obtidos a partir de entrevistas estruturadas realizadas com os responsáveis pelos setores de habitação da cidade em estudo. Tais entrevistas tiveram a finalidade de se obter os detalhes do processo de implantação dos projetos.

Com base nos dados obtidos, procedeu-se a classificação das edificações por tipologias quanto à implantação e quantidade de dormitórios. Foram separados em grupos de acordo com a área e se vertical ou horizontal. Essa classificação serviu como base para seleção dos conjuntos habitacionais a serem estudados. Na seleção da amostra, considerou-se a quantidade de repetições de uma mesma tipologia e incremento de inovações tecnológicas ou processo construtivo.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO: REGIÃO E MARINGÁ

Para identificar a zona bioclimática a qual pertence a cidade de Maringá, foi utilizada a parte 3 da ABNT NBR 15220: 2005. Posteriormente, com a zona bioclimática identificada, selecionaram-se as estratégias de projeto que deverão ser utilizadas para obter maior desempenho térmico das edificações. Na sequência, confrontaram-se os dados encontrados (espessura de parede, orientação solar - implantação - e sistema de cobertura) com as recomendações dispostas nas partes 1, 4 e 5 da ABNT NBR 15575: 2013, com a finalidade de elencar as estratégias de projeto mais abrangentes entre essas duas normas.

2.3 DESEMPENHO ENERGÉTICO

Primeiramente, a tipologia arquitetônica identificada foi avaliada quanto ao desempenho ambiental de acordo com a parte 3 da ABNT NBR 15220: 2005 e as partes 1, 4 e 5 da ABNT NBR 15575: 2013. Foram avaliados sistemas de vedações verticais externas e internas, sistema de cobertura e implantação da construção no terreno.

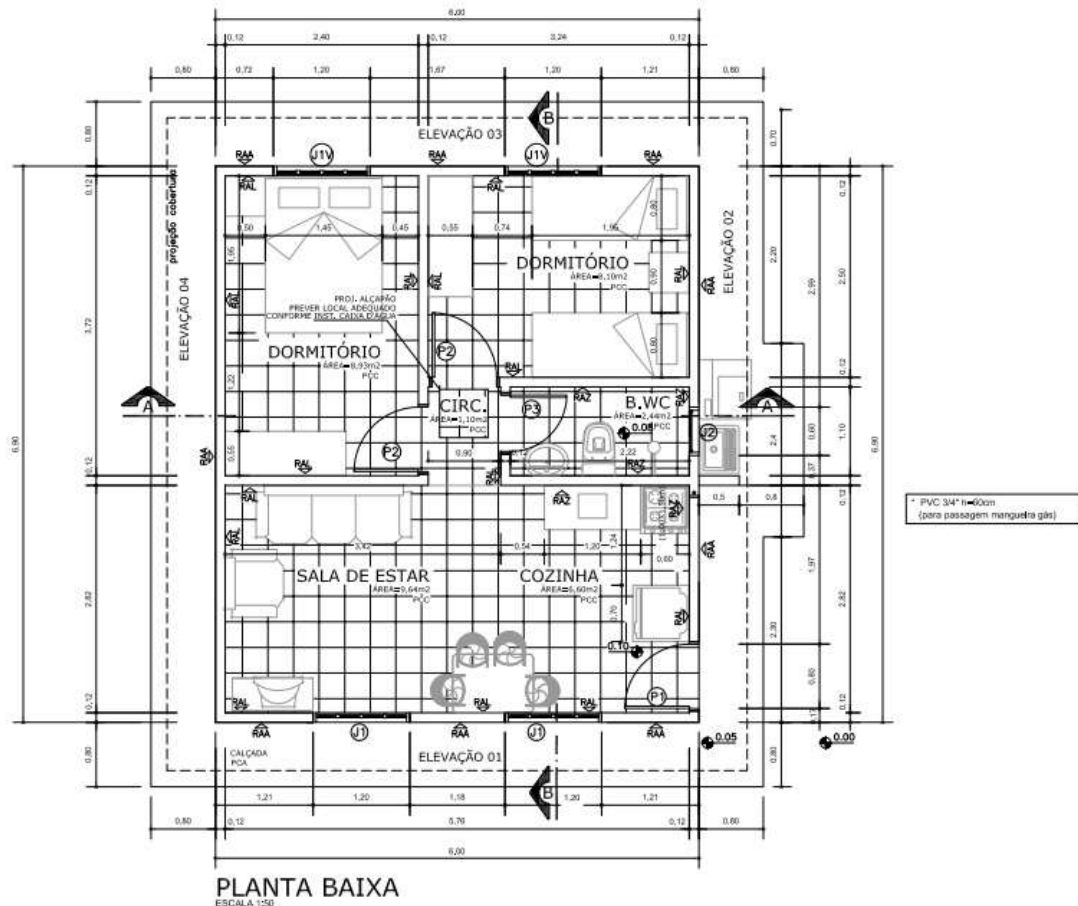
Em seguida, a qualidade da envoltória foi avaliada de acordo com o método prescritivo disposto pelo RTQ-R (Regulamento Técnico da Qualidade – Residencial) para classificação da etiqueta Procel Edifica.



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na fase de coleta dos dados, foi identificada uma única tipologia, denominada de Tipologia padrão, conforme ilustra a Figura 3.1, com áreas próximas a 40 m².

Figura 3.1 - Tipologia padrão



Fonte: Prefeitura Municipal de Atalaia, 2015. Adaptado pelo autor.

Essa tipologia foi definida de acordo com os requisitos do programa Minha Casa minha Vida do Governo Federal. Tais projetos se caracterizam por edificação térrea composta de sala de estar integrada com cozinha e copa, corredor, banheiro e dois dormitórios.

Essa Tipologia foi utilizada em conjuntos habitacionais no início da primeira década de 2010, denominados Jardim Azevedo I e II. A referida tipologia foi utilizada para o estudo com orientação norte conforme ilustra a Figura 3.1.

Para a tipologia analisada, foi encontrado o sistema de cobertura composto por telha cerâmica, câmara de ar (> 5,0 cm) e forro de PVC (1,0 cm). Quanto ao sistema de vedações verticais, caracterizou-se pelo sistema composto por argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm), argamassa externa (2,5 cm) e pintura externa. O pé-direito de 2,50 m. O sistema de aberturas é caracterizado por janela tipo correr (1,20 m x 1,00 m) nos dormitórios, sala, e cozinha. E janela tipo basculante com vidro incolor no banheiro

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO: DIRETRIZES PARA A REGIÃO DE MARINGÁ

Com a compilação dos dados constantes na ABNT NBR 15220: 2005 e ABNT NBR 15575: 2013 foi possível caracterizar estratégias bioclimáticas para a cidade de Atalaia. A região onde se insere a referida cidade, segundo ABNT NBR 15220: 2005, está caracterizada por zona bioclimática 1. No entanto, uma nota técnica emitida pelo Labeee (Laboratório de Eficiência Energética de Edificações) da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), a zona bioclimática para a cidade de Atalaia deverá ser considerada como Z3 (a mesma que contempla a cidade de Londrina/PR). Trata-se de uma zona de conforto em dias de umidade baixa. A ABNT NBR 15575: 2013 recomenda aberturas médias com área acima de 8% em relação ao piso, segundo ABNT NBR 15220: 2005 esta área deverá ser entre 15% e 25% em relação à área do piso dos ambientes de permanência



prolongada. Essas premissas de projeto auxiliam na redução do consumo de energia durante a fase de uso e manutenção dos edifícios, ao evitar aquecimento e resfriamento por equipamentos elétricos.

3.3 DESEMPENHO: ABNT NBR 15220: 2003, ABNT NBR 15575: 2013 E RTQ-R (PROCEL EDIFICA)

Conforme o Quadro 3.1, para a Tipologia padrão, os resultados para os pré-requisitos demonstraram eficiência quanto ao modelo de sistema de vedação vertical externo (paredes de tijolo cerâmico de seis furos com reboco de 2,5 cm interno e externo e pintura externa na cor clara) e cobertura (sistema de telha de cerâmica cor laranja com câmara de ar maior que 0,50 m e forro de PVC), desde que o telhado seja mantido limpo. Portanto, parte-se do princípio de que a edificação pode atingir o nível de eficiência energética A, quanto à envoltória para equivalentes numéricos de resfriamento, aquecimento e refrigeração da envoltória.

Quanto ao pré-requisito do percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação dos ambientes de permanência prolongada, a tipologia não atingiu as aberturas mínimas, conforme os dados apresentados no Quadro 3.2. Portanto, na categoria eficiência para resfriamento da envoltória atingirá no máximo o nível C. Ou seja, para o verão a envoltória não possui desempenho de resfriamento satisfatório o suficiente para atender aos níveis A ou B. As recomendações de projeto seria aumentar as aberturas efetivas de ventilação das janelas ou adotar modelos de janelas que permitam maior ventilação, por exemplo, o modelo basculante.

No pré-requisito para ventilação cruzada das paredes externas, a tipologia padrão atendeu ao coeficiente mínimo de 0,25 da fachada com maior abertura em relação ao somatório das áreas de aberturas para ventilação das demais fachadas, conforme o Quadro 3.3.

Quadro 3.1 - Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para a Zona Bioclimática 3

Tipologia	Componente	Absortância solar	Transmitância Térmica [W/(m²K)]	Capacidade térmica [kJ/(m²K)]	Atende
TQ-R	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	130 CT \geq	
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	130 CT \geq	
	Cobertura	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,30$	Sem exigência	
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 1,50$	Sem exigência	
Tipologias padrão	Parede	$\alpha = 0,4$	$U = 2,59$	145 CT =	S im
	Cobertura	$\alpha = 0,6$	$U = 1,75$	21,4 CT =	S im

Fonte: ABNT NBR 15220-3: 2005; ABNT NBR 15575-4: 2013; ABNT NBR 15575-5: 2013, dados organizados pelo autor

Quadro 3.2 - Percentual de áreas para ventilação em relação à área útil do ambiente

Modelo	Ambiente	Área Ambiente (m²)	Área Aberturas NBR 15575 (m²)	Área Abertura Projeto (m²)	Atende	
a	Tipologi	Dorm. 01	7,92	0,63	0,6	Não
		Dorm. 01	6,51	0,52	0,6	Não
	Padrão	Sala/Coz.	14,96	1,20	1,1	Não



Fonte: ABNT NBR 15575-4: 2013, dados organizados pelo autor

Quadro 3.3 – Área de aberturas das fachadas para ventilação cruzada

Fachada	Área Aberturas A (m ²)	Tipologia
Leste	2,04	
Oeste	0,00	
Norte	1,4	
Sul	1,2	
Proporção de Aberturas	1,16	
Atende?	Sim	

Fonte: O autor

No pré-requisito iluminação natural, a tipologia atendeu ao percentual mínimo exigido de 12,5% de área de abertura para iluminação em relação a área do piso de ambiente, conforme dados apresentados no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Percentual de áreas mínimas para iluminação natural em relação à área útil do ambiente

a	Tipologi	Ambiente	Área Ambiente (m ²)	Área Aberturas RTQ-R (m ²)	Área Abertura Projeto (m ²)	Atende
A		Dorm. 01	7,92	0,99	0,49	Não
		Dorm. 02	6,51	0,81	0,49	Não
		Sala/Coz.	14,96	1,87	2,19	Sim
		BWC	2,31	0,29	0,43	Sim

Fonte: O autor

3.3.1 método prescritivo da envoltória

Com os pré-requisitos estabelecidos, foi permitida a análise dos resultados pelo método prescritivo, conforme os resultados para a tipologia explanados no Quadro 3.5. Partiu-se do princípio de que a envoltória não ultrapassará o nível C, devido ao não atendimento dos pré-requisitos quanto à ventilação e iluminação natural. Ou seja, as envoltórias para verão e para inverno não ultrapassarão o nível C, em eficiência energética.

Quadro 3.5 – Valores obtidos para Graus-hora resfriamento, consumo relativo para resfriamento e consumo relativo para refrigeração

Tipologias	Indicadores	Dorm. 1	Dorm 2	Sala/Coz.	Ponderação pelas áreas	Pontuação Final	Nível Eficiência da UH
Tipologia A	GH _R	2174	2303	2407	1,73	2,03	D
		C	C	C	C		
	C _A	10,507	10,046	14,382	3		
		B	B	C	C		

GH_R= Graus-hora resfriamento (°C.h), CA= Consumo relativo para aquecimento (kWh/m².ano), UH= Unidade Habitacional

Fonte: O autor



Em termos gerais, a tipologia atingiu o nível D para a eficiência energética da unidade habitacional (UH).

O cálculo do valor de graus-hora resfriamento (GH_R) indica a quantidade de horas que uma edificação leva para elevar a temperatura interna de um ambiente para 24 °C, no período de verão. Neste requisito, as tipologias atingiram o nível C. Sendo que o nível mais baixo foi encontrado para o dormitório 1 o qual foi classificado como nível C. Isto ocorreu devido ao dormitório 1 possuir maior quantidade de paredes externas (exposição a orientação solar oeste), o que influenciou no nível C para o resfriamento da envoltória desse ambiente. Ou seja, para o período de verão, esse ambiente possui um desempenho térmico muito baixo, portanto, há necessidade de condicionamento de ar para garantir o conforto térmico no interior desse ambiente.

Uma das soluções seria a adoção de janela que possibilite uma área de ventilação efetiva maior e equipada de mecanismo de controle da entrada da incidência solar. Essa solução também ajudaria no atendimento ao pré-requisito quanto à iluminação natural, o que permitiria atingir uma melhor qualificação. Outra solução seria reduzir o valor da absorvância solar da cobertura, com adoção de uma telha de cor clara ou, simplesmente, pintando o telhado na cor branca.

Essas soluções ajudariam tipologia a elevar sua pontuação final, visto que os resultados para o consumo relativo para aquecimento (C_A), na tipologia, sofreram um decréscimo na qualificação final, devido ao não atendimento aos pré-requisitos quanto à ventilação e iluminação natural. A exemplo do dormitório 2 o qual atingiu níveis de eficiência energética B. Porém, devido ao não atendimento aos pré-requisitos mencionados, foi qualificado como nível C. Caso os pré-requisitos fossem solucionados, o valor para o consumo relativo para aquecimento da envoltória subiria para o nível B.

A tipologia atende aos pré-requisitos da unidade habitacional quanto à medição individualizada de água, medição individualizada de energia, ventilação cruzada e banheiro com iluminação natural.

Quanto às bonificações, atenderam ao requisito de profundidade dos ambientes em relação às áreas de abertura para ventilação e à refletância do teto da cozinha ser maior que 0,6, o que, juntos, somaram uma bonificação de 0,3 pontos acrescidos no cálculo para se obter a pontuação final. Outras bonificações poderiam ser somadas caso a unidade habitacional fosse provida de refrigeradores e lâmpadas com selo Procel A.

No quesito aquecimento de água, tipologia se classificou entre os níveis D e E, pois não possuem sistema de aquecimento solar. Caso a unidade habitacional possua chuveiro elétrico com potência de até 4500 W, a classificação se enquadraria no nível D, caso a potência seja maior que 4500 W, a classificação seria o nível E.

4 CONCLUSÃO

O presente artigo teve como objetivo analisar o desempenho energético de habitações de interesse social no município de Atalaia – Paraná, por meio da metodologia RTQ-R Procel Edifica.

A partir dos resultados coletados, foi constatado que a tipologia arquitetônica empregada nos projetos de habitação de interesse social coordenados pela prefeitura do município, não possuem os requisitos necessários para atingir o nível máximo de eficiência energética A, sendo então classificadas como nível D.

Dessa forma recomenda-se o uso de aberturas com maior área efetiva para ventilação e iluminação além de serem dotadas de mecanismos para controle da insolação solar. Recomenda-se também o uso de telhas de cor clara, ou mesmo pintar o telhado de branco para diminuir a taxa de absorvância do telhado.

Assim, o trabalho atingiu seus objetivos propostos ao avaliar HIS no município de Atalaia – Paraná, onde a partir dos seus resultados, poderá contribuir para uma construção civil mais sustentável e ecológica.

REFERÊNCIAS

A ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT NBR-15220-3: 2005**: Desempenho térmico de Edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-2**: Desempenho térmico das edificações – parte 2: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – desempenho: parte 1 – requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – desempenho: parte 4 – requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-5**: Edificações habitacionais – desempenho: parte 5 – requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013.



BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Decreto nº 4.059** – Lei nº 10.295 - Disponível em: <http://pga.pgr.mpf.gov.br/licitacoes-verdes/sustentabilidade-e-compras-publicas/DECRETO%20No%204_059%20-%20DE%2019%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202001%20-%20DOU%20DE%2020-12-2001.mht>. Acesso em: 05 dez.2012.

BRIBIÁN, I. Z; CAPILLA, A. V; USÓN, A. A. Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. **Building and Environment**, n.46, 2011, p.1133-1140 (2011). Disponível em <<http://www.elsevier.com/locate/buildenv>> Acessado em 19/06/2012.

DIAS, S. **Dica para vender imóveis: selo de eficiência gera economia de até 50% na conta de luz**. Vivareal (2011). Disponível em < <http://blog.vivareal.com.br/2011/10/17/dica-para-vender-imoveis-selo-de-eficiencia-gera-economia-de-ate-50-na-conta-de-luz/> > Acessado em 20 out. 2011.

ESCORCIA, O; GARCÍA, R; TREBILCOCK, M; CELIS, F; BRUSCATO, U. Mejoramientos de envolvente para la eficiencia energetica de viviendas en el centro-sur de Chile. **Informes de la Construccion**, Madrid, V. 64, n. 528, p.563-574, out./dez. 2012.

LEDUC, J. L. G. M. **Procel Edifica: eficiência energética em edificações, ações desenvolvidas**. (2008). Disponível em < <http://www.eletobras.gov.br> >. Acessado em 10 out. 2011.

LIMA, T. B. S. **Qualidade Ambiental e Arquitetônica em Edifícios de Escritórios: Diretrizes Para Projetos em Brasília**. 2010, 253f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). – Universidade de Brasília. Brasília (2010).

MEDEIROS, H. **Procel Edifica: Etiqueta de Eficiência Energética em Edificações**. FINESTRA, Edição 56, Arcoweb (2009).

PICCOLI, R; KERN, A. P; GONZÁLEZ, M. A; HIROTA, E. H. **A certificação de desempenho ambiental de prédios: exigências usuais e novas atividades na gestão da construção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, jul./set. 2010, p. 69-79 (2010).