

# ANÁLISE DA ENVOLTÓRIA COMO ESTRATÉGIA PARA A SUSTENTABILIDADE DOS EDIFÍCIOS

Prof. Dra. Lucia Pirró  
[lucia.pirro@belasartes.br](mailto:lucia.pirro@belasartes.br)

## RESUMO

Este trabalho trata inicialmente da importância da análise da envoltória como estratégia para o desenvolvimento de projetos de edifícios com baixo consumo energético, conforto ambiental e sustentabilidade. Traz o conceito de envoltória, definida como a pele do edifício e formada por elementos opacos e transparentes que compõem as fachadas e a cobertura. Resume parte dos conteúdos de normas técnicas e manuais de eficiência energética existentes no Brasil, bem como os resultados de pesquisas recentes no âmbito de pós-graduação e ressalta sua importância como fontes de informações para os arquitetos.

**Palavras-chave:** Envoltória, Eficiência Energética, Conforto ambiental, Sustentabilidade

## ABSTRACT

This paper first addresses the importance of the envelope analysis as a strategy for the development the design of buildings with low energy consumption, environmental comfort and sustainability. Brings the concept of envelope, defined as the skin of the building that is formed by opaque and transparent elements that comprise the facades and the cover. Summarizes part of the content of technical standards and existing manuals of energy efficiency in Brazil, as well as the results of recent researches and underscores their importance as sources of information for architects.

Keywords: Envelope, Energy Efficiency, Environmental Comfort, Sustainability

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito e a prática de sustentabilidade associados ao projeto de edifícios são hoje cada vez mais difundidos e discutidos no meio acadêmico e profissional. Sistemas nacionais e internacionais elaborados para a certificação de edifícios e bairros têm levado o mercado da construção civil a adequar-se às exigências de desempenho e de qualidade estabelecidas nos manuais e em diversas normas técnicas. A certificação americana LEED e a adaptação da certificação francesa HQE, denominada Processo AQUA, predominam no mercado brasileiro dos processos de certificação e o número cresce a cada ano. Existem ao todo no momento cerca de 200 edifícios certificados (2014) e, além dos edifícios já certificados,

existem hoje cerca de 1.000 processos em andamento somando as certificações LEED<sup>1</sup> e AQUA<sup>2</sup>. Também têm ganho maior importância e maior número de adesões, o Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal<sup>3</sup> e o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações do PROCEL<sup>4</sup>.

Embora tenham características específicas, todos os sistemas de certificação para edifícios tratam basicamente de seis principais assuntos: a escolha do local e a forma de ocupação do terreno; a mobilidade e a conectividade urbana; a eficiência energética; a eficiência do uso da água; a qualidade dos materiais e matérias-primas utilizados; a qualidade do ambiente interno e as inovações aplicadas. Para que se atinja maior grau de eficiência energética e alto grau de conforto térmico, acústico e luminoso para os usuários, a concepção da envoltória do edifício tem papel extremamente relevante. Como se trata do elemento arquitetônico que separa, e ao mesmo tempo, relaciona o edifício com o meio externo, para que se obtenha um produto de alto desempenho, demanda o conhecimento, por parte do arquiteto, das condições climáticas locais, tornando a envoltória um verdadeiro elemento passivo, capaz de controlar ganhos e perdas de calor, quantidade de luz natural e ventilação.

O que se observa hoje no Brasil, embora haja o crescimento do número de edifícios em processo de certificação, especialmente no setor comercial, mais especificamente com atividades de escritórios, é que quanto à especificação da envoltória, tem-se repetido de forma insistente os modelos de países com condições climáticas muito diferentes das brasileiras, tais como frio extremo e neve, considerando a possibilidade de se obter conforto e eficiência energética por meios ativos, como sistemas de ar condicionado de alto desempenho e iluminação artificial com baixos consumos.

As principais normas existentes hoje no Brasil são a Norma de Desempenho Térmico - NBR 15220, vigente desde 05/2005 e a Norma de Desempenho para Edifícios Habitacionais até Cinco Pavimentos - NBR 15575, vigente a partir de 12/05/2010. As Normas buscam incentivar e balizar o desenvolvimento tecnológico, bem como orientar a avaliação da eficiência técnica e econômica das inovações tecnológicas. Normas de desempenho térmico buscam aprimorar a qualidade dos edifícios, uma vez que estabelecem regras para avaliação do desempenho. No entanto, o foco destas duas normas citadas acima são edifícios habitacionais de até cinco

---

<sup>1</sup> LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*. Disponível em: <http://www.qbcbrasil.org.br/?p=empreendimentos-leed>. (acesso em 13-10-14).

<sup>2</sup> AQUA – Alta qualidade Ambiental. Disponível em: [http://vanzolini.org.br/conteudo-aqua.asp?cod\\_site=104&id\\_menu=810](http://vanzolini.org.br/conteudo-aqua.asp?cod_site=104&id_menu=810). (acesso em 13-10-14).

<sup>3</sup> Disponível em: [http://www14.caixa.gov.br/portal/rse/home/produtos\\_servicos/selo\\_casa\\_azul](http://www14.caixa.gov.br/portal/rse/home/produtos_servicos/selo_casa_azul). (acesso em 13-10-14).

<sup>4</sup> RTQC - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas. Disponível em: [http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010\\_RTQ\\_Def\\_Edificacoes-C\\_rev01.pdf](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf).

pavimentos. Atualmente, apenas o Regulamento Energético do PROCEL traz recomendações para edifícios comerciais em seu manual específico RTQ-C.

Diante deste quadro, é notória também a preocupação de pesquisadores em nível de graduação e pós-graduação, em demonstrar por meio de experimentações e simulações computacionais, os equívocos que podem ocorrer decorrentes do uso destas tipologias e as recomendações para a arquitetura brasileira. As normas existentes no Brasil hoje podem ser revistas e ampliadas em seu escopo levando-se em consideração o crescente número de trabalhos científicos tratando deste tema, e portanto, fica clara a importância da pesquisa científica como meio para traçar e redefinir os rumos da arquitetura brasileira no sentido mais amplo e verdadeiro da sustentabilidade.

## 2 O CONCEITO DE ENVOLTÓRIA

Segundo o manual para aplicação do RTQ-C (PROCEL, 2014), a envoltória pode ser comparada à pele da edificação. Trata-se do conjunto de elementos construtivos que estão em contato com o meio exterior, ou seja, que compõem os fechamentos dos ambientes internos em relação ao ambiente externo. Para a definição da envoltória, o meio externo exclui a parcela construída no subsolo da edificação, referindo-se exclusivamente às partes construídas acima do solo. Independentemente do material ou função de uma edificação, todos os elementos que estão acima do nível do solo e com contato com o exterior, ou com outro edifício pertencem à envoltória, ou seja, trata-se do conjunto formado pelas fachadas e pela cobertura de um edifício. Estas superfícies podem ser compostas por elementos opacos ou transparentes.

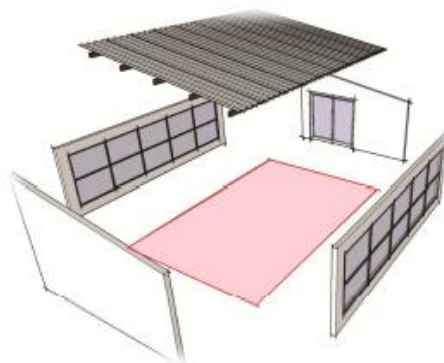


Figura 1- Partes da edificação que compõem a envoltória. O piso pode ser considerado como envoltória quando esta em contato com o meio exterior. No RTQ-C, o contato com o piso não é computado na área da envoltória.  
Fonte: Manual de Aplicação do RTQ-C, PROCEL, 2014.

Segundo o mesmo manual (PROCEL, 2014), os pisos e paredes em contato com o solo, no caso de ambientes localizados no subsolo (garagens e depósitos, por exemplo), não são considerados como parte da envoltória (ver Figura 2). No entanto, em edifícios construídos sobre pilotis, o piso do primeiro pavimento, exposto ao clima exterior, é considerado parte como parte de sua envoltória.

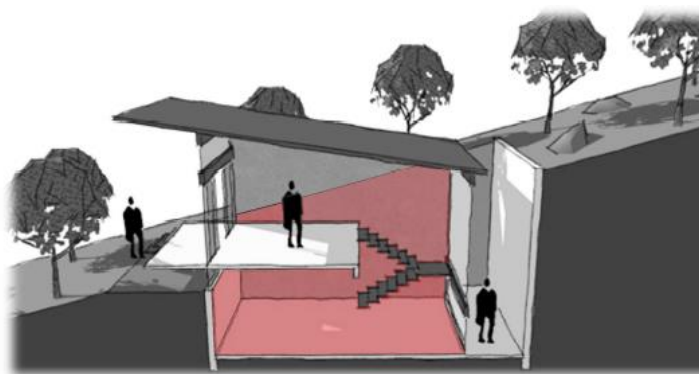


Figura 2 - Subsolo com algumas paredes em contato com o solo. As paredes do subsolo que estão em contato com o ar são consideradas como parte da envoltória.

Fonte: Manual de Aplicação do RTQ-C, PROCEL, 2014.

### 3 ELEMENTOS OPACOS

A correta especificação de elementos opacos pode ser verificada hoje, no Brasil, por meio da consulta aos manuais do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações do PROCEL, à NBR 15220: Desempenho Térmico das Edificações, à NBR 15575-1: Desempenho – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, à NBR 15575-4: Sistemas de vedações verticais externas e internas e à NBR 15575-5: Requisitos para sistemas de coberturas.

Tomando como base o Zoneamento Bioclimático Brasileiro presente na NBR 15220-3, estes documentos trazem recomendações para os valores máximos de transmitâncias térmicas<sup>5</sup> de paredes externas e coberturas, assim como para as cores e a absorvância solar<sup>6</sup> das

<sup>5</sup> Entende-se por transmitância térmica a capacidade do material de ser atravessado por um fluxo de calor induzido por uma diferença de temperatura entre dois ambientes que o elemento constituído por tal material separa (FROTA, 2003).

<sup>6</sup> A cor é utilizada como indicação da absorvância quando não há possibilidade de medição: cores mais claras têm absorvâncias mais baixas. O ideal é obter a especificação da absorvância solar como os fabricantes de tintas ou de revestimentos ou obter resultados de medições previamente realizadas.

superfícies opacas, específicas para cada zona bioclimática, visando maior conforto interno e eficiência energética.

No intuito de auxiliar os arquitetos na compreensão das propriedades térmicas dos elementos opacos e de sua correta especificação, o PROCEL disponibiliza o Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros (Anexo V da Portaria INMETRO N° 50/ 2013), excelente instrumento de consulta que contém também figuras ilustrativas.

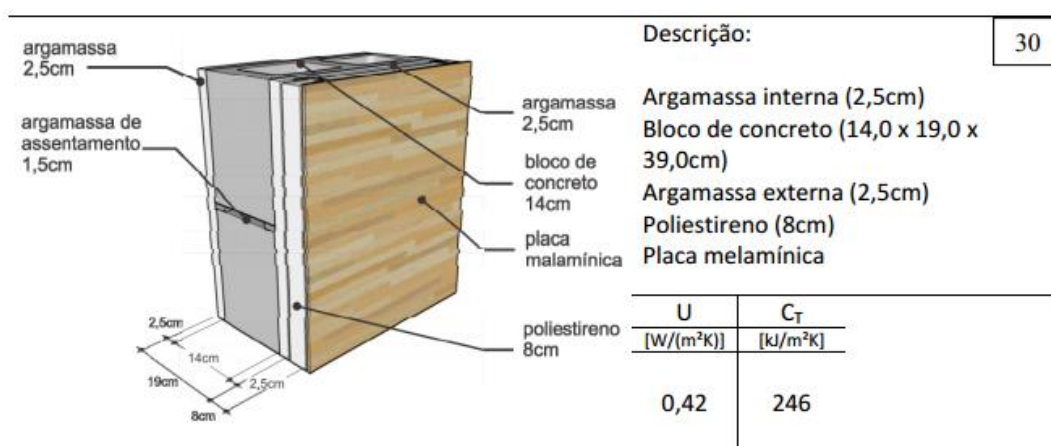


Figura 3 – Propriedades Térmicas de paredes de blocos de concreto com revestimento melamínico.

Fonte: Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros (PROCEL, 2014)

A dissertação de mestrado da arquiteta Clarice Chieppe (2013) é um dos exemplos recentes de pesquisas que buscam comprovar a eficiência de materiais opacos nas envoltórias, comparando inclusive com as normas de desempenho referidas acima. Em seus resultados, a autora aponta para a solução que envolve mantas isolantes térmicas nas fachadas como a melhor solução para habitações em São Paulo. Tal informação coloca em discussão o valor máximo estabelecido pelas Normas para a Região Bioclimática 3, onde a cidade está atualmente inserida, que permite valores mais elevados de transmitância térmica. Com as atuais mudanças no clima (temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar), fica evidente a importância de análises como esta para a readequação das recomendações, quando efetivamente comprovadas.

#### 4 ELEMENTOS TRANSPARENTES E PROTEÇÕES SOLARES

A correta especificação de elementos transparentes, em especial dos vidros que compõem grandes áreas das fachadas dos edifícios de escritórios e as atuais varandas fechadas dos

edifícios residenciais requer ainda maiores cuidados, uma vez que trazem grande quantidade de carga térmica para o interior do ambientes e podem gerar zonas de grande desconforto visual causado pelo ofuscamento. O mercado brasileiro apresenta grande variedade de tipos de vidros e os fabricantes fornecem dados relativos ao fator de ganho solar, refletividade e transmissão luminosa, além das cores e da transmitância térmica. No intuito de auxiliar os arquitetos na verificação das propriedades térmicas e luminosas dos vidros, o PROCEL disponibiliza de forma eletrônica o Catálogo de Propriedades Térmicas e Óticas de Vidros Comercializados no Brasil. Neste catálogo pode-se comparar os dados dos vidros de vários fabricantes.

O tamanho das áreas transparentes é outro fator relevante para a eficiência energética e para o conforto térmico e luminoso dos edifícios. As normas brasileiras NBR 15220: Desempenho Térmico das Edificações, NBR 15575-1: Desempenho – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos e NBR 15575-4: Sistemas de vedações verticais externas e internas tratam de áreas de aberturas apenas no que tange à necessidade de ventilação natural, sem destacar as propriedades dos envidraçados. No entanto, demonstram a importância das proteções solares para que se atinjam níveis satisfatórios de conforto nas várias regiões brasileiras.

Os manuais do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações do PROCEL estabelecem áreas máximas para elementos transparentes nas coberturas, bem como os valores do fator de ganho solar correspondentes, como pré-requisitos para se obter a etiqueta nível A do PROCEL. Aberturas transparentes horizontais recebem insolação direta durante o ano todo e causam enormes ganhos térmicos e desconforto visual. Por isso a área máxima recomendada é de 5% da área total da cobertura. A avaliação da qualidade da envoltória leva em consideração também o percentual de áreas transparentes nas fachadas, o fator de ganho solar dos vidros e a presença de proteções solares.

A Norma ASHRAE 90.1-2010 (ASHRAE, 2010) traz como recomendação que a área máxima de aberturas transparentes nas fachadas seja de 40%, utilizando-se de vidros com fator de ganho solar inferior a 0,20, quando na possuem proteções solares.

No entanto, a utilização de proteções solares traz enormes benefícios para o conforto térmico e para a eficiência energética das edificações brasileiras, quer sejam residenciais ou comerciais. Em sua tese de doutorado, Lúcia Pirró (PIRRÓ, 2004) comprovou por meio de simulações de um modelo típico utilizado em edifícios de escritórios a influência das proteções

solares na redução das cargas térmicas no interior dos ambientes. Cita em suas conclusões que para uma determinada tipologia de fachada sem brises, a redução do percentual de envidraçados do WWR<sup>7</sup> 90% para WWR 50%, provoca redução na carga térmica interna da ordem de 9%. Esta redução é facilmente obtida substituindo-se as áreas transparentes situadas baixo dos planos de trabalho, por materiais opacos. Uma redução ainda maior na carga térmica interna (cerca de 14%) é obtida quando, além de se reduzir o WWR 90% para WWR 50%, protegerem-se os envidraçados com brises, ou outros elementos de sombreamento externo. Mantendo-se o mesmo percentual de superfícies envidraçadas, o sombreamento das fachadas provoca reduções da ordem de 6% a 7% na carga térmica interna total. Estes percentuais de redução da carga térmica são equivalentes à redução dos consumos de energia relativas aos sistemas de ar condicionado.

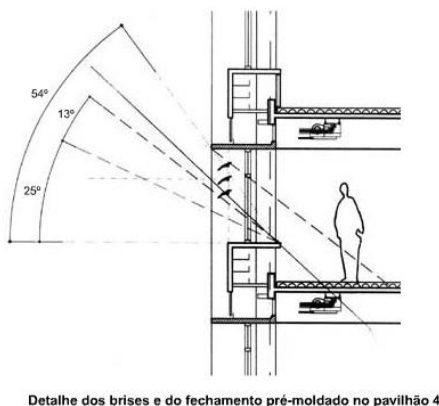


Figura 4 – Detalhe dos brises e do fechamento pré-moldado no pavilhão 4.

Fonte <http://arcoweb.com.br/projetodesign/arquitetura/aflalo-amp-gasperini-arquitetos-parque-sao-31-10-2008>

Outro aspecto relevante e que tem despertado interesse de pesquisadores é a importância das proteções solares para a qualidade da iluminação natural, em especial de edifícios de escritórios. Grandes áreas transparentes nas fachadas, desprovidas de sombreamento externo, causam ofuscamento e tornam indispensável o acionamento de algum tipo de sombreamento interno, com muito menor eficiência para o controle dos ganhos térmicos. Proteções solares exteriores trazem para o ambiente interno apenas a luz refletida e difusa, em níveis de iluminâncias muito mais adequados à atividades humanas. Prateleiras de luz tem se revelado excelentes soluções para o aproveitamento da luz natural e controle do ofuscamento em áreas próximas às janelas, sendo ideais também para o retrofit de edifícios com pavimentos profundos, possibilitando a reflexão da luz para o interior dos mesmos.

<sup>7</sup> WWR- Window Wall Ratio – refere-se ao percentual de área transparente de uma superfície (fachada ou cobertura).

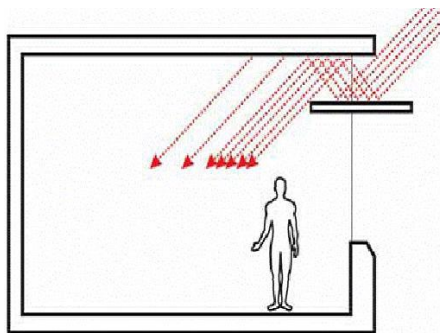


Figura 5 – Prateleira de Luz.

Fonte: <http://www.cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2010/12/Lightshelf.jpg>

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças climáticas são hoje um fato irrefutável. Analistas prevêem graves problemas para a humanidade como o super aquecimento do planeta, a falta de recursos energéticos e a escassez de água e os edifícios são grandes consumidores de recursos quer na sua fase de construção, que na sua fase de operação.

Cabe, portanto, aos arquitetos grande parte da responsabilidade pela redução destes impactos negativos e este trabalho deve ser iniciado mesmo antes dos primeiros desenhos de um projeto. Tudo começa pelo entendimento do clima local, buscando dados atualizados que já contém recentes valores de temperaturas, umidade relativa do ar, ventos e períodos de chuvas.

A segunda etapa é a busca por informações existentes em normas técnicas e manuais de eficiência, quanto às melhores soluções para que a envoltória proposta dê ao edifício condições de ser passivo, pelo menos durante grande parte do ano, reduzindo enormemente seu consumo energético. Vale ressaltar que teses e dissertações de mestrado trazem a verificação destas informações por meio de medições, experimentos e simulações computacionais.

A verificação prévia dos níveis de conforto térmico e do provável consumo energético de um edifício por meio de simulações computacionais pode ser feita ainda na fase de ante-projeto. Programas gratuitos como o Energy Plus são utilizados no mundo todo. No entanto, aqui no



Brasil, seu uso ainda é muito restrito, especialmente para projetos de edifícios que estão sendo elaborados visando algum tipo de certificação verde.

Vale ressaltar finalmente, a importância da atualização constante de normas e manuais técnicos e a ampliação de seu escopo para todos os tipos de edifícios; do incentivo à pesquisa científica e da ampla divulgação das informações no âmbito das universidades e dos escritórios de arquitetura, como ferramentas imprescindíveis de projeto.

## REFERÊNCIAS

ASHRAE – AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ANSI/ASHRAE Standard 90.1-2010: Energy Standard for Building Except Low-Rise Residential Buildings**. Atlanta, EUA, 2010.

CHIEPPE, Clarice P. **A influência de variáveis de projeto na inércia térmica e no desempenho térmico de habitações térreas e assobradadas na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado apresentada ao IPT. São Paulo, 2013.

FROTA, Anésia de B. e SCHIFFER, Sueli R. **Manual de Conforto Térmico**. Ed. Studio Nobel. São Paulo, 2008.

NBR 15220: Desempenho Térmico das Edificações. Disponível em:  
[http://www.engenharia.pro/papers/NBR\\_15220.pdf](http://www.engenharia.pro/papers/NBR_15220.pdf). Acesso em: 15/10/2014.

PROCEL- Manual de Aplicação do RTQ-C. Disponível em:  
[http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/m anualv02\\_1.pdf](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/m anualv02_1.pdf). Acesso em 10/10/2014.

PROCEL – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas - RTQ-C. Disponível em:  
[http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010\\_RTQ\\_Def\\_Edificacoes-C\\_rev01.pdf](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf). Acesso em 02/11/2014.

PROCEL - 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](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/anexos_rac/AnexoV.pdf)