



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E
URBANISMO - PÓSARQ**

Marcelo Galafassi

**IMPACTO DO MÉTODO PRESCRITIVO DO RTQ-C NO
PROCESSO DE PROJETO ARQUITETÔNICO DE
EDIFICAÇÕES: A VISÃO DE ARQUITETOS EM
FLORIANÓPOLIS - SC**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Fernando Oscar Ruttkay Pereira, PhD

Florianópolis-SC
2012

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Galafassi, Marcelo

Impacto do método prescritivo do RTQ-C no processo de projeto arquitetônico de edificações [dissertação] : a visão de arquitetos em Florianópolis - SC / Marcelo Galafassi ; orientador, Fernando Oscar Ruttkay Pereira - Florianópolis, SC, 2012.

122 p. ; 21cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Processo de Projeto Arquitetônico. 3. Eficiência Energética. 4. Conforto Ambiental. 5. RTQ-C. I. Pereira, Fernando Oscar Ruttkay. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós- Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Marcelo Galafassi

**IMPACTO DO MÉTODO PRESCRITIVO DO RTQ-C NO
PROCESSO DE PROJETO ARQUITETÔNICO DE
EDIFICAÇÕES: A VISÃO DE ARQUITETOS EM
FLORIANÓPOLIS - SC**

Esta dissertação foi julgada e aprovada perante banca examinadora de trabalho final, outorgando ao aluno o título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração Projeto e Tecnologia do Ambiente Construído, do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Florianópolis, 02 de julho de 2012.




Prof. Ayrton Portilho Bueno, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Fernando Oscar Ruttkay Pereira, PhD.
Orientador - UFSC



Prof. Eduardo J. F. Castells, Dr.
UFSC



Prof. Fernando S. Westphal, Dr.
UFSC



Prof.ª Cláudia M. de L. Barroso-Krause, Dr.ª
UFRJ

“Você tem que ser o espelho da mudança que está propondo. Se eu quero mudar o mundo, tenho que começar por mim”.

Mahatma Gandhi

Dedico este trabalho aos meus pais Paulo e Maria, que fizeram de tudo para que eu pudesse ter uma vida com qualidade e formação digna. À Carolina, companheira de sempre e maior incentivadora.

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho, recebi apoio e incentivo de algumas pessoas para as quais gostaria de registrar o meu agradecimento:

À Carol, minha namorada (noiva, esposa...) e amiga, que me entusiasmou e me estimulou a aceitar este desafio para voltar à vida acadêmica, e me ajudou sempre e em todos momentos.

Mãe, Pai (*in memorian*), Dani, Jenifer, Flávio e Helena (linda), pela energia positiva, pelos esforços dedicados à causa e pelos numerosos momentos de descontração e felicidade ao longo do caminho; à Graça e ao TiGeraldo pelo apoio incondicional; minha sempre grande amiga Raquel pela força e orgulho demonstrado.

Ao Professor Fernando Ruttkay, pela paciência (grande...), dedicação e apoio ao longo deste trabalho. Foi acima de tudo um grande amigo.

Aos amigos Lucas Arango e Rafa, pelas longas conversas e discussões que auxiliaram na evolução deste trabalho, e me ajudaram de verdade!!!

Às amigas da turma de 2009, pelos momentos mais do que maravilhosos, tanto científicos quanto divertidos: Natalia Giraldo, Rô e Lud, e também ao amigo Agosta.

À Ian Wayne Miles: thank you so much...

À Ana Paula Melo pela ajuda eficaz e oportuna.

Aos colegas do LabCon/UFSC e LabEEE, Veri, Alejo, Rapha, Lê, Laura, Adriane, Andrea Triana e Andrea Invidiata. À Pati, pelas horas dedicadas auxiliando na compreensão da metodologia.

Ao PósARQ pela oportunidade, com atenção mais que especial à Ana Maria W. Ramos, sempre atenciosa, prestativa e eficiente.

Aos professores Eduardo Castells, Fernando Westphal e Cláudia Barroso-Krause, por aceitarem o convite para participar da defesa desta dissertação contribuindo com seu enorme conhecimento.

Aos colegas arquitetos que aceitaram participar das entrevistas e com as suas opiniões tornaram pertinente este trabalho.

Agradecimento e reconhecimento à Fundação Norte-Rio-Grandense de Pesquisa e Cultura (FUNPEC) e a ELETROBRAS, por meio da R3E, pela bolsa de pesquisa.

À trilha sonora que embalou este trabalho: Iron Maiden, Frank (o Sinatra), U2 e Renato (o Borghetti) - sem vocês a vida seria mais difícil!!!

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma maneira para que este trabalho fosse concluído.

Muito Obrigado.

RESUMO

No Brasil, a importância da questão energética começou a crescer efetivamente a partir de 1985, com a criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). No ano de 2001, após a necessidade do racionamento de energia elétrica, foi promulgada a Lei nº 10.295, chamada lei de eficiência energética, que teve sequência em 2009 com a criação do Regulamento para Etiquetagem Voluntária do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), visando quantificar e qualificar o consumo de energia elétrica nas edificações. Esta pesquisa tem como objetivo identificar como os indicadores utilizados para o cálculo do nível de eficiência energética do RTQ-C influenciam o modo de projetar dos arquitetos. Parte-se de uma reflexão acerca do processo projetual, analisando as variáveis de conforto ambiental e bioclimatologia, de maneira a obter melhor desempenho da edificação com relação à eficiência energética. A pesquisa fundamenta-se metodologicamente em estudos de caso de arquitetos que utilizaram o RTQ-C e outros que não utilizaram, interpretados qualitativamente, segundo roteiro em forma de questionário e questões abertas, com entrevista presencial, para que se possa identificar a importância que o arquiteto atribui às distintas estratégias durante os estágios do processo de projeto. Os arquitetos que não utilizaram o RTQ-C demonstraram maior preocupação com variáveis como função, contexto, custos e estética, em relação ao desempenho energético da edificação, diferentemente dos que projetaram visando obter a etiqueta, que consideram que o desempenho energético da edificação deve ser fundamental e que o domínio dos conceitos de conforto ambiental e de estratégias bioclimáticas é que deve orientar as soluções de projeto. Independentemente de o Regulamento brasileiro ser obrigatório ou não, o presente estudo mostra que, quando incorporados nas fases iniciais do projeto, os conceitos de conforto e bioclimatologia pode efetivamente melhorar o desempenho energético de um edifício.

Palavras-chave: arquitetura, processo de projeto, eficiência energética.

ABSTRACT

In Brazil, the importance of the energy issue really began to grow in 1985, through the National Program for Energy Conservation (PROCEL). In 2001, after electricity rationing had been necessary due to electricity shortages, Law 10.295 was enacted, called the 'energy efficiency law', which was later followed in 2009 with the creation of the 'Technical Regulation on the Quality Level of Energy Efficiency of Commercial Buildings, and Public Services' (RTQ-C), in order to quantify and qualify the energy consumption in buildings. This research aims to identify how the indicators used for calculating the energy efficiency level of RTQ-C influence the architectural design process. It starts with a reflection on the design process, analyzing the variables of comfort and bioclimatology, in such a way as to determine the best performance of the building in relation to energy efficiency. The study is methodologically based on case studies with architects who have used the RTQ-C and others who have not. The method consists of a series of questionnaires, open questions and interviews, so one can identify the importance that architects have given to different strategies during the main stages of the design process. The architects who have not used the RTQ-C showed greater concern with variables such as function, context, cost and aesthetics in relation to the buildings energy performance, unlike those who have designed to obtain the energy label, who consider that energy savings are fundamental and that mastery of the concepts of comfort and bioclimatic strategies should serve as a guide for the design process. Regardless of the Brazilian regulations being compulsory or not, the present study shows that when incorporated into the early stages of design, the concepts of comfort and bioclimatology can effectively improve the energy performance of a building.

Keywords: architecture, energy efficiency, design process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Consumo final de energia por setor	3
Figura 2: Quadro Resumo do Problema	4
Figura 3: Tipos de processo projetual - método da caixa preta e caixa transparente	10
Figura 4: Faguswerk - Arquiteto: Walter Gropius	11
Figura 5: Processo projetual - habilidades intelectuais	11
Figura 6: Sequência com o núcleo das metodologias de projeto	12
Figura 7: Planos de representação para necessidades de projetistas e usuário	15
Figura 8: Geodesic Dome - Arquiteto Buckminster Fuller	17
Figura 9: Villa Savoye - Arquiteto Le Corbusier	17
Figura 10: Esquema de processo de projeto - baseado em Viollet-le-Duc	19
Figura 11: Trocas térmicas entre a edificação e o meio	21
Figura 12: Hospital Rede Sarah, Rio de Janeiro - Arquiteto João Filgueiras Lima	25
Figura 13: California Academy of Sciences, San Francisco - Arq: Renzo Piano	26
Figura 14: Redução do consumo em função das variáveis arquitetônicas e da eficiência do ar-condicionado (Fonte: LIMA e PEDRINI, 2008)	29
Figura 15: Equação Geral do RTQ-C para cálculo da pontuação total do edifício	31
Figura 16: Equação para cálculo do Indicador de Consumo da Envoltória, Zona Bioclimática 3 com área de projeção do edifício maior que 500 m ²	32
Figura 17: Diferença entre PAZ e PAFt	35
Figura 18: Definição dos ângulos de sombreamento - AHS e AVS	36
Figura 19: Carta Solar para a cidade de Florianópolis (Latitude 27°30' Sul): classificação qualitativa da insolação	37
Figura 20: Absorção dos raios solares em fechamento transparentes	39
Figura 21: Modelo de Questionário utilizado nas entrevistas presenciais	44

Figura 22: Relação entre as questões do Questionário e os parâmetros do RTQ-C	45
Figura 23: Formato das Questões Abertas utilizadas nas entrevistas presenciais	47
Figura 24: Grau de importância para decisões de projeto nas etapas projetuais relativas ao Grupo 1	53
Figura 25: Grau de importância para decisões de projeto nas etapas projetuais relativas ao Grupo 2	54
Figura 26: Exemplos de diferentes volumetrias com seus respectivos FF	76
Figura 27: Aproveitamento bioclimático para diferentes formas de volumetria	77
Figura 28: Ventilação através de pilotis	78
Figura 29: Efeito chaminé	78
Figura 30: Obstrução causada por volumetrias em aberturas zenitais	82

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Absortividade em função da cor</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 2: Comparação entre AHS e AVS</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 3: Limites de Fator Solar dos vidros conforme o percentual de abertura zenital</i>	<i>81</i>
<i>Tabela 4: Quadro resumo com os objetivos específicos da pesquisa, métodos usados para atingi-los e resultados obtidos</i>	<i>91</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO	
PROPOSTO	4
1.2 OBJETIVOS	6
1.2.1 Objetivo Geral	6
1.2.1 Objetivos Específicos	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Processo de Projeto	9
1.2.1 Tecnologia e Projeto	16
2.2 Conforto Ambiental	20
2.3 Eficiência Energética	26
2.4 O RTQ-C	31
2.4.1 Transmitância Térmica (U)	33
2.4.2 Absortância (U)	33
2.4.3 Percentual de Abertura Zenital (PAZ)	34
2.4.4 Área de Projeção da Cobertura (Apcob)	35
2.4.5 Área de Projeção do Edifício (Ape)	35
2.4.6 Área Total (Atot)	35
2.4.7 Área da Envoltória (Aenv)	35
2.4.8 Ângulos de Sombreamento	35
2.4.9 Fato de Forma (FF)	37
2.4.10 Fator Altura (FA)	38
2.4.11 Fator Solar (FS)	39
3. METODOLOGIA	41
3.1 LOCAL	41
3.2 PARTICIPANTES	41
3.3 COLETA DE DADOS	42
3.4 ETAPAS DA PESQUISA	42

3.4.1 Etapa 1: Elaboração dos questionários e entrevista	43
3.4.2 Etapa 2: Realização de pré-teste do instrumento de coleta	43
3.4.2.1 Questionário	44
3.4.2.2 Questões Abertas	46
3.4.3 Etapa 3: Avaliação das variáveis do RTQ-C no processo de projeto	47
3.4.4 Etapa 4: Coleta de Dados	48
3.4.5 Etapa 5: Análise dos Dados	48
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	51
4.1 ANÁLISE QUESTIONÁRIOS	51
4.1.1 Análise Questionário - Grupo 1	51
4.1.2 Análise Questionário - Grupo 2	53
4.1.3 Análise Comparativa entre Grupo 1 e Grupo 2	55
4.2 ANÁLISE QUESTÕES ABERTAS	56
4.2.1 Análise por Categorias - Grupo 1	56
4.2.1.1 Importância da Eficiência Energética	56
4.2.1.2 O Desempenho Energético no Processo de Projeto	57
4.2.1.3 A Sustentabilidade, o Conforto Ambiental e o Processo de Projeto	59
4.2.1.4 O Regulamento de Eficiência Energética	60
4.2.1.5 O Serviço de Consultoria para a Arquitetura	62
4.2.2 Análise por Categorias - Grupo 2	64
4.2.2.1 Importância da Eficiência Energética	64
4.2.2.2 O Desempenho Energético no Processo de Projeto	66
4.2.2.3 A Sustentabilidade, o Conforto Ambiental e o Processo de Projeto	68
4.2.2.4 O Regulamento de Eficiência Energética	69
4.2.2.5 O Serviço de Consultoria para a Arquitetura	71

4.2.3 Considerações Finais - Análise das Questões	
Abertas	74
4.3 ANÁLISE CRÍTICA DO RTQ-C	75
4.3.1 Os Sistemas do RTQ-C	75
4.3.2 Fator de Forma (FF)	75
4.3.3 Fator Solar (FS)	79
4.3.4 Transmitância Térmica (U) e Absortância Solar (α)	79
4.3.5 Percentual de Abertura Zenital (PAZ)	81
4.3.6 Ângulos de Sombreamento	82
5. CONCLUSÕES	85
5.1 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS - QUESTIONÁRIO	85
5.2 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS - QUESTÕES	
ABERTAS	86
5.3 ANÁLISE DO RTQ-C	88
5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
5.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	92
5.6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	92
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

1. INTRODUÇÃO

Analisando o conceito de Bioclimatologia, como a ciência que estuda as relações entre o clima e os seres vivos, e o conceito da Arquitetura Bioclimática, como sendo a que fornece ao ambiente construído um alto grau de conforto ambiental com o mínimo consumo energético, percebe-se que o processo arquitetônico pode e deve incorporar esses conceitos por meio de uma relação profunda entre o clima e a edificação.

Edifícios sustentáveis são definidos, entre outros aspectos, como aqueles que têm um impacto positivo (ou neutro) sobre o meio ambiente, contribuem positivamente para o balanço de energia, produzindo mais energia do que consomem e criam condições de vida mais saudáveis e confortáveis para seus ocupantes sem impactar negativamente no meio ambiente. A pesquisa realizada por Hamza (2011) analisa o projeto de sustentabilidade como sendo uma resposta mais específica ao local, capturando o *genius loci*¹ na tentativa de fornecer uma experiência sensorial e experimental ao usuário, que responda ao clima e ao local, que utilize energias renováveis (na medida em que esse uso seja possível) e que também esteja em conformidade com regulamentos construtivos.

A maior parte do consumo de energia das edificações é relacionada diretamente aos aspectos da arquitetura da edificação e ao uso do espaço, sendo que 30% da população mundial vivem e trabalham em edifícios. Quase a metade da energia usada nesses edifícios, seja para construí-los e/ou operá-los, é para obtenção de conforto interno (RAYDAN e TURNER, 2005).

Em um apanhado sobre o desenvolvimento e as tendências da Arquitetura sustentável, Gylling et al. (2011) resume o quadro evolutivo desse processo. A crise de energia da década de 1970 foi um estímulo aos arquitetos para que começassem a pensar em edifícios a partir de uma nova perspectiva, mudando a compreensão de sustentabilidade e de edifícios sustentáveis. As técnicas pioneiras dessa década consideravam os edifícios verdes como dispositivos de economia de energia, e focavam o desenvolvimento das tecnologias de construção para melhorar o desempenho energético. A década de 1980 trouxe métodos alternativos de construção e uma nova maneira de pensar sustentabilidade, com ideologias do tipo ‘construa você mesmo’. Durante a década de 1990, a sustentabilidade passou de ecologia, para

1 Geoffrey H. Baker cita em seu livro “Análisis de la Forma” a necessidade que as construções têm de possuírem consigo as propriedades do lugar aproximando-as do homem. O *genius loci* seria o espírito do lugar, um equilíbrio entre a natureza e a cultura do local. Culturas antigas, como a grega e a romana, tiveram destaque pela criação de espaços criados a partir da compreensão do *genius loci* (BAKER, 1991).

projetos high-tech em larga escala, onde as tecnologias de energia renovável tornaram-se uma importante medida na indicação da sustentabilidade. Na década de 2000 a sustentabilidade dos edifícios de prestígio apareceu para o nível das casas, sendo o usuário o ponto focal para o desenvolvimento e a construção de edificações sustentáveis.

O aumento da importância das questões energéticas promoveu um reconhecimento do valor do projeto bioclimático resultando, em princípio, em um comprometimento maior da Arquitetura com essas mudanças. Segundo o Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2009), pode-se alcançar uma economia de energia elétrica por meio da utilização de estratégias de arquitetura bioclimática (como utilização da ventilação natural e aproveitamento da iluminação natural) de até 50% para prédios novos e de até 30% em edificações existentes.

No Brasil, a importância da questão energética começou a crescer efetivamente a partir de 1985, com a criação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). Com o objetivo de promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, foi o início de um processo para que o Brasil estabelecesse planos de combate ao desperdício, centrados em mecanismos técnicos que promovessem a eficiência energética das edificações construídas no país. No ano de 2001 foi promulgada no Brasil a Lei nº 10.295 (BRASIL, 2001a), regulamentada pelo Decreto nº 4059 (BRASIL, 2001b), que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Essa Lei enfoca, além da preservação ambiental, um modo de disponibilizar de forma mais eficiente os recursos energéticos do Brasil, incluindo neste escopo, as edificações.

Em 2004, foi criada a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), com a função de promover estudos e pesquisas a fim de auxiliar o planejamento do setor energético. A EPE é responsável também pelo relatório anual do Balanço Energético Nacional (BEN), que divulga dados referentes à oferta e ao consumo de energia no Brasil. O gráfico da Figura 1 mostra os dados do relatório do BEN 2011, onde os setores residenciais, comerciais e públicos são responsáveis por aproximadamente 45% do consumo de energia elétrica no Brasil, em forma sobretudo, dos aspectos de iluminação artificial e climatização de ambientes das edificações. Esse gráfico evidencia a importância de ações de melhoria do desempenho energético das edificações.

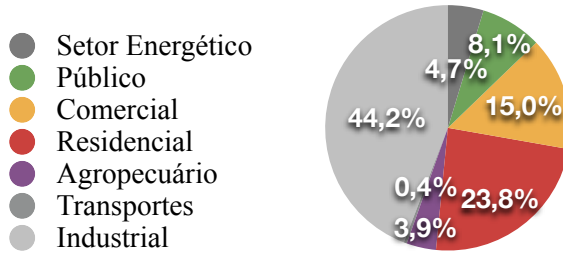


Figura 1: Consumo final de energia por setor.

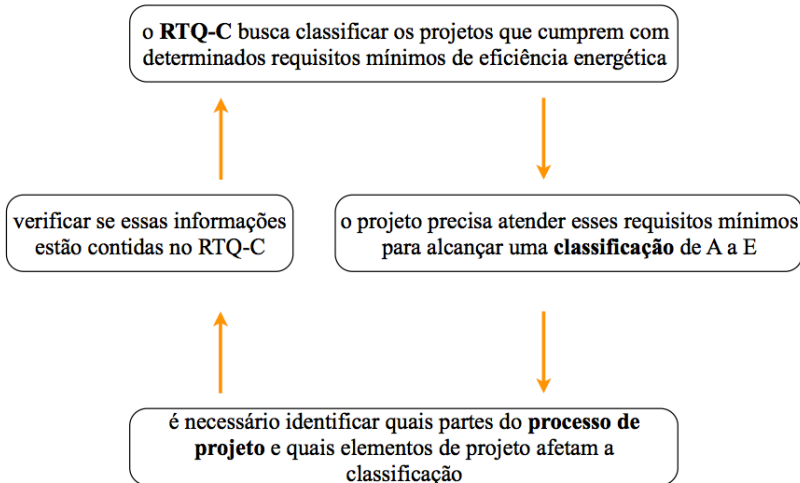
(Fonte: BEN 2011)

Para promover a aplicação da Lei 10.295, foi criado o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética - CGIEE, e também o Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações no País - GT Edificações - que regulamentam e elaboram procedimentos para a avaliação da eficiência energética das edificações visando o uso racional da energia elétrica (BRASIL, 2001a). A inclusão do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) por meio da Comissão Técnica de Edificações (CT Edificações) auxiliou nas discussões e no desenvolvimento da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações.

Carlo (2008) elaborou uma metodologia para avaliar as edificações brasileiras do ponto de vista de eficiência energética da envoltória de edificações, atualmente divididas em dois focos: as edificações comerciais de serviços e públicas, objeto desta pesquisa, e as edificações residenciais. A pesquisa de Carlo e outros estudos realizados pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, da Universidade Federal de Santa Catarina (LABEEE - UFSC), foram utilizados como base para a criação do primeiro Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), lançado pelo INMETRO e desenvolvido pelo LabEEE. O RTQ-C especifica os requisitos técnicos e os métodos para classificação dos edifícios quanto à eficiência energética, criando condições para que estes sejam etiquetados.

O RTQ-C interfere no processo de projeto do arquiteto pois especifica níveis mínimos a serem atingidos para determinados parâmetros, e o arquiteto necessita saber quais das decisões tomadas durante o processo de projeto vão ter um peso maior na equação final do RTQ-C, ou de que maneira ele vai adequar as decisões do projeto a fim de atingir um nível de eficiência melhor.

A pergunta de pesquisa pode ser definida em: “de que maneira os arquitetos irão interpretar o RTQ-C para utilizá-lo em seus projetos?”. A Figura 2 apresenta um quadro resumo do problema de pesquisa:



: Quadro resumo do problema.

1.1. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO PROPOSTO

A crise de energia da década de 1970 foi o despertar da sociedade para a consciência energética, com o surgimento de estudos e pesquisas e uma mudança de atitude. As preocupações com relação à eficiência energética nas edificações surgiram como uma reação para a crise do petróleo de 1973, com atenção voltada ao meio-ambiente e com a insalubridade dos ambientes. No Brasil o ponto limite para a necessidade do racionamento de energia elétrica deu-se em 2001, em decorrência do blecaute² e conseqüentemente com a promulgação da Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001 (BRASIL, 2001a), chamada lei de eficiência energética.

² No ano de 2001 o governo brasileiro implantou um rigoroso programa de racionamento de energia elétrica. Essa crise teve origem em parte pelo longo período de falta de chuvas nas regiões Nordeste e Sudeste, que ocasionou na diminuição do nível de água nas represas, e em parte pela falta de planejamento e de investimentos em geração e transmissão. O resultado foi um esvaziamento progressivo dos maiores reservatórios do sistema interligado nacional, que evoluiu para uma deficiência estrutural de energia. Houve uma redução compulsória de 20% do consumo de eletricidade determinada pelo governo federal, que durou até o mês de Fevereiro de 2002 (ELETROBRAS, 2012)

Atualmente, o assunto corrente refere-se ao aquecimento global e à preocupação quanto à sustentabilidade e a eficiência energética em um sentido mais amplo. Buscando alternativas para resolver essas questões, realizou-se na cidade do Rio de Janeiro durante o mês de Junho de 2012 a conferência Rio+20, com o objetivo de renovar o compromisso político com o desenvolvimento sustentável, tratando da economia verde neste contexto, da erradicação da pobreza e da estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2012). Algumas estratégias vêm sendo utilizadas, como gestão, uso e ocupação do solo, reaproveitamento de água, economia de energia, uso de materiais e recursos adequados (FOSSATI & LAMBERTS 2008). Outro fator a ser destacado é o modo como as construções são inseridas no meio urbano, influenciando a alteração do micro clima urbano e contribuindo para o aumento do gasto com energia e com o desconforto dos usuários.

A maioria dos países desenvolvidos possui normas de eficiência energética de edificações e os países em desenvolvimento já apresentam pesquisas na área (LAMBERTS et al., 2004; FOSSATI & LAMBERTS, 2008). Essas regulamentações estabelecem diretrizes para que o projeto contemple soluções visando o conforto ambiental aliado à redução no consumo de energia.

Segundo Pereira e Cunha Neto (1988), na criação de normas, códigos e regulamentos, deve-se ter sempre em mente o resultado a que se pretende chegar, de maneira a não permitir que as decisões de projeto tenham imposição ou predomínio entre si, e devem auxiliar o profissional a conseguir um equilíbrio entre elas, sugerindo alternativas ou restrições. Os requisitos de projeto são muitas vezes conflitantes e o arquiteto tem que escolher entre alternativas.

O LABEEE/UFSC desenvolveu no ano de 2008 uma metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envolvimento de Edificações Não-Residenciais e, em parceria com a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS), com o PROCEL e com a Secretaria do Grupo Técnico de Edificações (GT Edificações), elaborou a Regulamentação para Etiquetagem Voluntária do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), visando quantificar e qualificar o consumo de energia elétrica nas edificações. O RTQ-C possui caráter voluntário para edificações novas e existentes.

No caso do RTQ-C, a meta do governo brasileiro é a redução do consumo de energia no Brasil. É uma meta para a sociedade. Ao considerarem-se todas as partes envolvidas no processo de produção de edificações energeticamente eficientes (profissionais, mercado da construção, usuários, governo), constata-se que é necessário um conjunto de ações. O RTQ-C pode ser um meio para que o arquiteto consiga atingir a meta de redução do consumo de energia elétrica, mas não é, necessariamente, a solução para isso. O objetivo do regulamento é reduzir o consumo de energia das edificações com projetos que sejam

eficientes, que utilizem estratégias de sombreamento de fachada (visando à redução da radiação solar direta), que tenham cores de cobertura e fachadas e materiais adequados (visando redução da absorvância solar e transmitância da radiação), e que especifiquem aparelhos de ar-condicionado e sistemas de iluminação melhores e mais eficientes.

As variáveis climáticas podem ser introduzidas no projeto de maneira simples, pensando nelas como resultado do fluxo natural de energia, criado pela interação de Sol, vento, chuva, vegetação e as temperaturas resultantes do ar e do solo. Pode-se considerar o edifício como sendo um envelope de proteção ao usuário e, para tanto, devendo fornecer a esse mesmo usuário condições de conforto no verão (promovendo a perda de calor e resistindo ao ganho) e no inverno (promovendo o ganho de calor e resistindo a perda), de modo que essas condições de conforto estejam garantidas em qualquer época (WATSON e LABS, 1983).

Este estudo procura estabelecer uma relação entre o RTQ-C e o processo projetual, por meio de entrevistas com arquitetos e uma análise do regulamento, para que se possa determinar qual o impacto que o RTQ-C tem no processo de projeto.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Identificar como os indicadores utilizados para o cálculo do nível de eficiência energética do RTQ-C influenciam o modo de projetar dos arquitetos.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Identificar as principais diretrizes de projeto fornecidas pelo programa de regulamentação aos profissionais de arquitetura, contidas no item Envolvória do RTQ-C.

2. Identificar quais critérios provenientes do sistema de etiquetagem foram e têm sido adotados pelos profissionais em seus projetos.

3. Identificar se existe alguma diferenciação no modo de projetar dos arquitetos por conta do uso do RTQ-C e qual a percepção do profissional sobre o regulamento.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse trabalho está dividido em Introdução, Revisão Bibliográfica, Metodologia e Resultados e Discussões e Conclusões. O segundo

capítulo trata da Revisão Bibliográfica realizada para o estudo da dissertação, abrangendo a importância do conforto ambiental no processo de projeto arquitetônico e relacionando-os com a Eficiência Energética; uma apresentação sobre o item Envolvória do RTQ-C completa o capítulo. O terceiro capítulo trata da Metodologia adotada no trabalho, descrevendo quais procedimentos foram utilizados para que se possa atingir os objetivos estabelecidos no primeiro capítulo. O quarto capítulo aponta os resultados alcançados com a aplicação do Questionário, com as entrevistas presenciais e a análise crítica do RTQ-C. No quinto capítulo são apresentadas as conclusões e considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão da literatura existente. Está dividido em quatro partes: Processo de Projeto, Conforto Ambiental, Eficiência Energética e uma análise do RTQ-C. O objetivo é abordar a ligação existente entre o processo de projeto e o estudo do conforto ambiental com o intuito de obter-se o máximo de desempenho em eficiência energética, e como o regulamento interpreta essa questão.

2.1. PROCESSO DE PROJETO

O processo de projeto revela-se como a maneira pela qual o arquiteto demonstra sua compreensão da arquitetura e como ele exerce a atividade de projetar (CASTELLS, 2001). Funciona como uma leitura do arquiteto, uma maneira de representar o que o arquiteto idealiza e onde registra sua bagagem conceitual. Os esboços iniciais são a maneira de materializar o pensamento graficamente.

Benevolo (2004) afirma que as experiências em projeto não são independentes entre si, e que têm uma espécie de relação permanente entre os projetistas. A Arquitetura não é um espelho dos ideais da sociedade ou uma força que sozinha pode regenerar essa sociedade. Um equilíbrio entre o conjunto de serviços que servem à sociedade é o ideal, e a Arquitetura é um ponto desse equilíbrio. O processo projetual faz parte de um processo social - com diversos agentes e interesses que participam das soluções e decisões projetuais - e também faz parte de um processo intelectual - guiado pela inteligência, criatividade e conhecimento humano (FABRÍCIO & MELHADO, 2002).

A criatividade, composta por fatores como intuição, talento, inspiração, experiência e observação, é o que desencadeia o processo de projeto, mas não é o que determina o processo de projeto. O processo projetual necessita de técnicas e rotinas instrumentais que são transmitidas por meio da teoria. Os conhecimentos adquiridos ao longo do aprendizado contribuem e intervêm no processo criativo.

A Arquitetura é uma área do conhecimento na qual o arquiteto precisa planejar e idealizar o projeto arquitetônico (GASPERINI, 1988, p.52). Esse planejamento, ou essa idealização, passa por um processo que não é identificado e/ou visualizado. Silva (1984) demonstra o processo de projeto comparando-o a uma caixa preta (*black box*), que representa um sistema do qual não se vê o funcionamento, sendo apenas conhecidos a entrada, ou formulação do problema e a saída ou resposta ao problema. Com isso, assume-se que quando o conhecimento não é visto, não existe a possibilidade de assimilá-lo e conseqüentemente transmiti-lo. Se o processo criativo for comparado a uma caixa transparente (*glass box*), representando um sistema em que se pode

observar e conhecer o modo de funcionamento, o conhecimento pode ser transmitido, reproduzido e também aperfeiçoado (Figura 3).

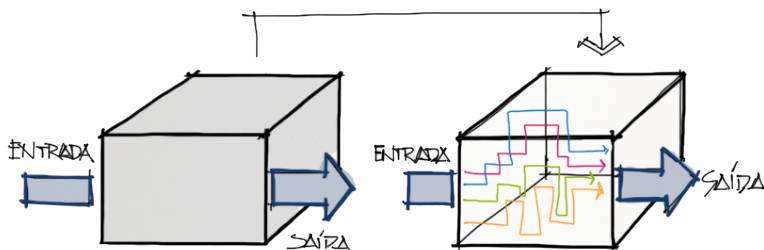


Figura 3: Tipos de processo projetual - método da caixa preta e caixa transparente.

(Fonte: Adaptado de Silva, 1984)

Um exemplo curioso pode ser visto na arquitetura de Gropius³, bem descrito por Giulio Carlo Argan em sua obra sobre o arquiteto alemão (ARGAN, 2005). O autor cita a dificuldade em separar o momento teórico do momento criativo ou do momento pedagógico, pois seus trabalhos tinham um propósito radical de renovar os métodos produtivos da arquitetura e da arte aplicada, que eram simultaneamente formulação teórica, aplicação prática e ato criativo. Isso pode ser visto na *Faguswerk* (Figura 4), construída em 1912, na cidade de Alfeld, Alemanha. Nesse trabalho surge pela primeira vez a fachada de vidro, com uma estrutura sutilmente estampada nos pilares de aço, sem sustentação nos ângulos. Gropius conseguiu uma edificação com qualidade plástica, a partir do processo construtivo, com integridade formal original ao projeto desenhado.

³ Walter Gropius (1883-1969), arquiteto alemão, foi um importante teórico e professor, que envolveu-se com diversos grupos de artistas radicais no pós-guerra em 1918. Foi presidente do Conselho de Trabalho de Arte e diretor da Escola Bauhaus.



Figura 4: Faguswerk, Alfeld - Alemanha, 1925. Arquiteto: Walter Gropius.

(Fonte: <http://www.wikiartis.com/en/walter-gropius/works/das-fagus-werk-hauptgebaude/>, acessado em 10/12/2011)

Na mesma linha de raciocínio, Fabrício e Melhado (2002), com base na análise de outros trabalhos, esquematizaram o processo mental de projeto em quatro habilidades intelectuais principais (Figura 5): [1] a capacidade analítica e de síntese, [2] a criatividade e o raciocínio, [3] o conhecimento e [4] a capacidade de representação e comunicação. A capacidade de análise e síntese serve para que se possa, a partir de dados de entrada, obter, classificar e organizar as informações contidas no programa de necessidades e formular um problema. A criatividade e o raciocínio vão expressar a capacidade para propor soluções que sejam coerentes com o problema proposto. O conhecimento servirá de ligação entre a criação e o desenvolvimento das soluções projetuais. A representação e a comunicação são a forma de apresentar as soluções desenvolvidas.

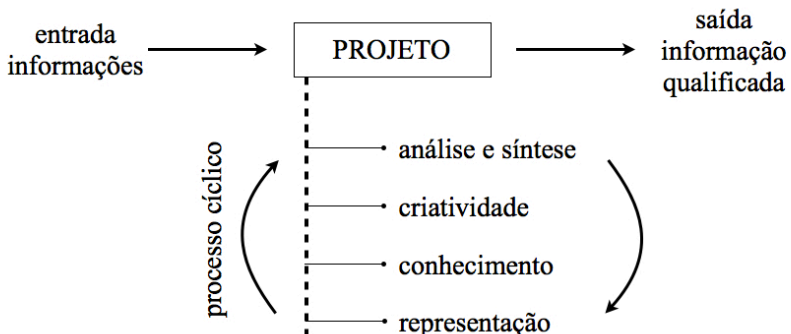


Figura 5: Processo projetual - habilidades intelectuais.

(Fonte: Adaptado de Fabrício e Melhado, 2002)

As quatro habilidades descritas na análise apresentada acima ocorrem de forma inter-relacionada e dependente, gerando um ciclo que pode processar-se repetidamente e também com a ausência ou inversão entre as etapas.

No campo da criatividade, qualquer procedimento criativo é necessariamente originário de uma idéia e também movido por metas. A idéia, para o arquiteto, deve ser concebida de modo que se consiga obter a boa proporção entre as partes do todo (PANOFSKY, 1994).

Para Mahfuz (1995), o processo de materialização da idéia dentro do contexto da composição arquitetônica pode ser um procedimento que vai das partes para o todo, em um plano conceitual e outro material. O plano conceitual permite a definição do partido, sendo um processo intelectual e imaterial. Para que se possa ultrapassar o plano mental para o material, e organizar a maneira de visualizar a idéia, cada arquiteto utiliza um método de projetar (GASPERINI, 1988).

Por outro lado, Martinez (apud CASTELLS, 2001) afirma que o processo de criação pode partir do geral para o particular iniciando com definições de esquemas sobre a forma e estudos de configurações e disposições construtivas, até atingir a precisão. Portanto, diferentes projetos podem ser desenvolvidos tendo como base um mesmo partido, pois conforme o projeto se desenvolve as alternativas são eliminadas.

Conforme Castells (2001), “[...] o arquiteto necessita de um campo de atuação onde análise, síntese e avaliação ocorram em todas as fases do processo de projeto [...]”, e não necessariamente de forma separada. Krüger (apud CASTELLS, 2001) cita que esse processo surge por meio de um registro de comportamento do projetista, gerado por analogias formais. Nesse registro constam as modificações de determinados estados de informação do projeto em outros que supostamente estejam mais próximos da solução procurada. Baseando-se nesse comportamento projetual, onde os objetivos de encaminhamento de projeto são constantemente redefinidos, pode-se dizer que a projeção é um continuado processo de agir e aprender, que não é inflexível e que não deve ser utilizado de forma sequencial.

A Figura 6 mostra que as soluções de projeto não são definidas a partir de uma primeira ou única análise. Avaliando o resultado, pode-se descobrir que não foi a melhor alternativa e o processo pode ser reiniciado.

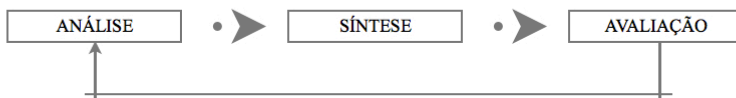


Figura 6: Sequência com o núcleo das metodologias de projeto.

O pensamento projetual deve ser centrado em uma solução conceitual, gerada desde o início do processo de projeto. Esse processo parte de experiências anteriores, de referenciais gerais e da intuição. No caso de a análise e a avaliação mostrarem falhas a respeito das hipóteses iniciais, deve-se abandoná-las e buscar um novo conceito, reiniciando o ciclo (CROSS, apud CASTELLS, 2001). Esse procedimento pode ser bastante útil para evitar que o projetista adote uma primeira solução e não recorra a outras possíveis alternativas que poderiam produzir melhores resultados, visto que quando o arquiteto se compromete com um programa detalhando seu projeto em um nível suficiente para atendê-lo, tende a ficar restrito a esse programa, não executa grandes mudanças e não procura melhorá-lo. As condições e os contextos de um problema devem ser documentados e analisados, pois a solução de um problema passa pelo modo como ele é percebido e articulado (CHING, 1998).

Da riqueza de repertório acumulado pelo arquiteto dependerá a ocorrência de uma dessas alternativas de projeto. A qualidade e a profundidade do repertório que o profissional acumulou é que influenciará a percepção de um problema e a formulação de sua resposta (CHING, 1998). Aumentará a gama de soluções na mesma proporção que se tiver maior conhecimento sobre o assunto. A riqueza de repertório também é citada por Maciel (2006), que considera que o processo de projetar acumula valores técnicos, científicos e artísticos. Gasperini (1988) atenta para o fato de que devemos centrar o pensamento de projeto em um contexto histórico, o que fará com que apareçam os conceitos sobre a concepção formal. De certa forma, salienta o fato de que se deve usar a bagagem intelectual no processo de projeto, de modo que seja dada continuidade e posterior materialização às idéias.

Conforme Snyder e Catanese (1984), descrever o processo de projeto como partindo de um estado inicial (onde é iniciado por uma idéia), para um estado futuro (que foi imaginado) não explica o desenvolvimento mental do processo ao longo do caminho. Esse processo necessita de um método, um modelo de atividade que, conforme Health (apud CASTELLS, 2001), define ações que serão desempenhadas para que se consiga resolver desde o problema até a solução.

Cada projetista aborda o problema de projeto de forma diferente, utilizando inclusive muitos métodos para que possam cumprir o objetivo de resolver o problema. Castells (2001) aponta para uma espécie de roteiro básico para dar solução aos problemas de projeto, um ponto de partida comum: o brief, ou o programa básico de necessidades, desenvolvido apenas no nível de iniciar o processo projetual. Gasperini (1989) mostra que, se o método utilizado for o mesmo, as soluções e sínteses produzidas são pessoais e diferentes, fazendo que não existam

projetos iguais, muito em parte devido ao peso das escolhas e aos dados recebidos.

Em uma pesquisa realizada por Krüger e Cross (2006), para identificar um modelo no processo de projeto de produto, ficaram claras as diferenças individuais entre os pesquisados na maioria dos dados, referentes tanto ao processo de projeto quanto aos resultados da seleção, mesmo sendo realizadas as mesmas tarefas sob as mesmas condições de trabalho. Através dos pontos em comum encontrados nas entrevistas, foi possível separar o processo de projeto em quatro pontos: o processo guiado pelo problema, o processo guiado pela solução, o processo guiado pela informação e o processo guiado pelo conhecimento. Os resultados mostraram que os projetistas têm dificuldade para resolver problemas, principalmente no que diz respeito a focar na solução gerada ao invés de focar na análise do problema. Os que utilizaram o processo de projeto guiado pela solução conseguiram melhores resultados com relação à criatividade, mas resultados menos satisfatórios com relação à qualidade da solução encontrada. Projetistas que utilizaram o processo de projeto guiado pelo problema, tendem a produzir melhores resultados no que se refere ao equilíbrio entre a qualidade da solução e a criatividade. Isso devido ao fato de que a geração de soluções é concentrada, podendo até gerar soluções alternativas, mas não impedindo que exista redução na qualidade das soluções.

O processo de determinação formal e organizacional de um edifício pode ser determinado por seus usos imediatos, determinados pelo programa, por seus propósitos históricos, pelo ambiente em que está inserido e pela individualidade, onde o arquiteto poderá demonstrar o seu estilo pessoal (MAHFUZ, 1995). Gasperini (1988) afirma que na atividade projetual existe uma dualidade metodológica, formada pela linearidade e pela subjetividade, em que o arquiteto segue uma linha de pensamento dirigida por uma bagagem de conhecimento sem no entanto se desprender da criatividade que o processo oferece. Por conta da bagagem de conhecimento adquirida, o profissional pode fazer escolhas conscientes que caracterizarão e definirão seu projeto. O conhecimento dos conceitos é fundamental para o desenvolvimento da base de conhecimento profissional, principalmente no que diz respeito à consideração de soluções inovadoras (MACIEL, 2006).

No que tange os conceitos arquitetônicos, Mahfuz (1995) os separa em conceitos de ordem morfológica - relacionadas ao aspecto formal da composição - ou conceitos de ordem funcional - que pertencem ao aspecto conceitual e subjetivo da composição arquitetônica (onde pode muito bem estar inserida a variável de eficiência energética). Porém, segundo Cordiviola (2001), esse processo de síntese citado por Mahfuz é central na atividade projetual, mas também pode ser bastante abrangente, visto que deixa margem para

interpretações que vão desde a super valorização da intuição até outras que estão repletas de formalismos.

Silva (1984) representa as necessidades de projetistas e usuários em dois planos, denominados pelo autor como plano mental e plano real (Figura 7). No plano mental, concentra-se a idéia inicial, onde são definidos o programa e o partido geral. Estratégias que visem o conforto ambiental e a eficiência energética devem estar presentes no plano mental.

O plano real manifesta toda a concepção do projeto e o contexto em que ele será inserido, e o produto do projeto, a obra pronta, aparece. A partir desse momento, o comportamento do usuário e o uso que ele faz do espaço construído pode influenciar no consumo energético, e interferir no desempenho da edificação.

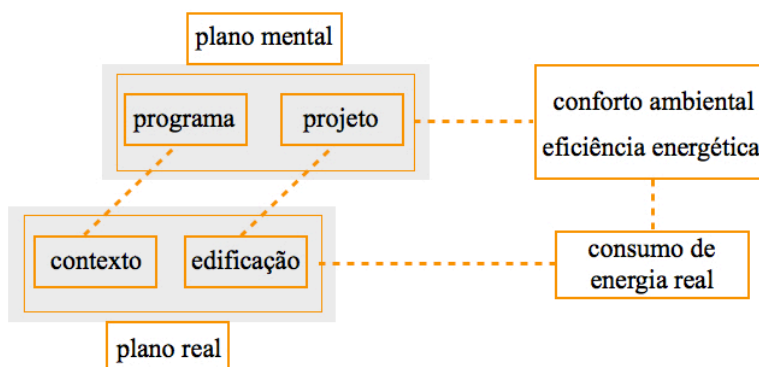


Figura 7: Planos de representação para necessidades de projetistas e usuários, com conforto ambiental e eficiência energética.

(Fonte: Adaptado de SILVA, 1984)

Mahfuz (1995) também cita os dois planos (embora com denominações diferentes, utilizando plano conceitual e plano material), mostrando que quando o plano conceitual começa a se tornar material, têm-se o produto da arquitetura, a obra concreta, os edifícios erguidos pelo homem que a tornam visível, material e tangível. O projeto é um meio para se chegar à obra, é a ligação entre a idéia (o processo imaterial) e o objeto (GASPERINI, 1988). Silva (1984) descreve o projeto arquitetônico como uma proposta para resolver um particular problema de organização de um espaço, através de uma forma que seja possível de ser construída, bem como a descrição desta forma e as prescrições para sua execução.

Em uma relação entre os termos arte e ciência, Cekan (apud CASTELLS, 2001) coloca que a arte corresponde ao tipo de atividade que o arquiteto desenvolve nos estágios iniciais do processo projetual, e a ciência corresponde às fases de desenvolvimento, detalhamento e especificação do projeto. Demonstra que a capacidade analítica/racional e a capacidade criativa/artística têm que fazer parte do conceito de Arquitetura, e que é necessário que exista um equilíbrio entre os dois processos.

2.1.1. Tecnologia e projeto

A Revolução Industrial, através da criação de novos métodos, mecanização, normatização, dentre outras características relativas aos novos processos produtivos que surgiram, modificou completamente a forma de produção, antes baseada tão somente na suficiência manual/individual. Modificou também a produção arquitetônica, alterando as relações entre o projeto e a obra, e o modo de representação gráfica, antes muito mais artesanal (PERRONE, 1993).

Para Cross (1980), o alcance do ato de desenhar é uma força moderadora entre a sociedade e a tecnologia, e pode ser dividido em consciente e inconsciente: o primeiro está diretamente ligado ao processo artesanal, e o segundo parece ser uma função integrada ao processo industrial. O desenho consciente pode fornecer ao desenhista uma percepção maior do que a do artesão, podendo visualizar o desenho proposto como um todo, modelando-o antes de produzi-lo. Contudo, há a necessidade de um novo processo de desenho; um processo que acompanhe as mudanças tecnológicas através de dois conceitos chaves, que seriam o sistema e o processo, em substituição ao componente e ao produto. O projetista tem que buscar inovações no sistema ou no processo de projeto, em vez de limitar-se às modificações no produto.

Kowaltowski et al. (2006) cita um aumento da exigência da qualidade ambiental nas construções de grande porte, movido pelo avanço rápido da tecnologia, pela mudança de percepção e da demanda dos clientes e por um aumento da troca de informações. O surgimento de novas tecnologias e de soluções inovadoras tornaram-se condições de partido. Esse contexto de rápida transformação envolve um retorno à natureza (já evidenciado no Movimento Romântico), que a partir do Movimento Moderno foi substituído pela fé na ciência para revelar a essência do método operativo da natureza. Arquitetos como Buckminster

Fuller ⁴ (Figura 8) e Le Corbusier ⁵ (Figura 9) são exemplos dessa doutrina funcionalista do Movimento Moderno, onde a forma era resultado de um processo lógico, e as exigências e as técnicas operacionais eram agrupadas formando um todo, buscando encontrar o máximo de eficiência na tecnologia de seus trabalhos (COLQUHOUN, 1975). É uma relação estreita entre a Indústria e a Arquitetura na procura de uma construção que correspondesse de forma técnica, racional e materialista aos problemas da sociedade.



Figura 8: Geodesic dome.
Arquiteto: Buckminster Fuller.

(Fonte: Disponível em:
www.klimkitten.wordpress.com)



Figura 9: Villa Savoye, Poissy - França, 1928. Arquiteto: Le Corbusier.

(Fonte: Disponível em:
www.fondationlecorbusier.fr)

Viollet-le-Duc⁶ desenvolveu um método arquitetônico há mais de um século, que possuía uma unidade de estilo que fundamentada na semelhança existente entre a Arquitetura e a natureza orgânica, de modo que se fosse capaz de deduzir a forma de um edifício observando-se uma de suas partes. As formas deveriam ser, da mesma maneira que as formas da natureza, o resultado de um princípio de estruturação, do qual a forma seria automaticamente decorrente (COLQUHOUN, 1975) e pelo

⁴ Richard Buckminster Fuller (1895-1983), arquiteto, inventor, designer e escritor. Visionário norte-americano, conhecido por desenvolver mais de 2.000 patentes em processo, resolvendo problemas de abrigo humano, nutrição, transporte, meio-ambiente e poluição, buscando fazer mais com menos através da tecnologia (Fonte: <http://www.buckminsterfuller.com/>)

⁵ Le Corbusier, nascido Charles-Edouard Jeanneret-Gris (1887-1965), arquiteto suíço, urbanista e pintor, um dos mais importantes arquitetos do século XX, criador dos 'cinco pontos da nova Arquitetura' - planta livre, fachada livre, pilotis, terraço-jardim e janelas em fita (Fonte: <http://www.fondationlecorbusier.fr>)

⁶ O arquiteto francês Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc (1814-1879) pode ser considerado um precursor teórico da Arquitetura Moderna. Publicou livros que lhe proporcionaram grande prestígio, entre os quais *Entretiens sur l'architecture*. Concebeu um sistema teórico ideal entre os elementos de forma, estrutura e função, onde buscou a lógica do conjunto arquitetônico (Fonte: www.answers.com).

qual buscava a lógica do conjunto arquitetônico. O método criado por Viollet-le-Duc dedica atenção especial para o programa de requerimentos, com um método de construção apoiado nas propriedades dos materiais e na maneira como estes poderiam se comportar plasticamente (CASTELLS, 2001). O esquema representado na Figura 10 mostra o processo de projeto baseado no método de Viollet-le-Duc.



Figura 10: Esquema do Processo de Projeto - baseado no método de Viollet-le-Duc

2.2. CONFORTO AMBIENTAL

Conforme discutido anteriormente, é na concepção do projeto que o arquiteto deve aplicar os conceitos de conforto, dedicando atenção ao clima para buscar atender aos requisitos necessários ao conforto ambiental nas edificações. Além dos requisitos e perfil do usuário, o clima é uma variável que nos fornece informações importantes para a concepção de uma edificação.

Cross (1980) cita Christopher Alexander, ao dizer que todo o processo de desenho começa com um ajuste entre a forma e seu contexto, onde a forma é a solução do problema e o contexto é o definidor do problema. Caso não ocorra a interação adequada, situações de conflito podem ocorrer entre a forma e o contexto, ou porque a forma não é adequada ou porque o contexto mudou, ou não foi suficientemente compreendido. A interpretação do meio em que uma edificação será inserida passa pela análise da orientação, da implantação, do entorno e da relação entre as edificações vizinhas, de maneira que, quando essas análises forem utilizadas em projeto, produzam o desempenho esperado. Analisado de forma adequada, a interação entre clima e edificação tende a melhorar a qualidade do espaço interno, tendo o contexto como grande aliado na busca pelo conforto.

Segundo Watson e Labs (1983), o tema arquitetura bioclimática pode ser introduzido de maneira simples, considerando que os edifícios projetados são como um envelope protetor em torno do espaço que habitamos. Esta envolvente é de natureza dinâmica, colocada em teste a partir do exterior pelos elementos climáticos, e do interior por opções de projeto do arquiteto - por meio de janelas, aberturas zenitais, elementos de vedação. A Figura 11 mostra como se realizam as trocas de energia térmica entre a edificação e o meio.

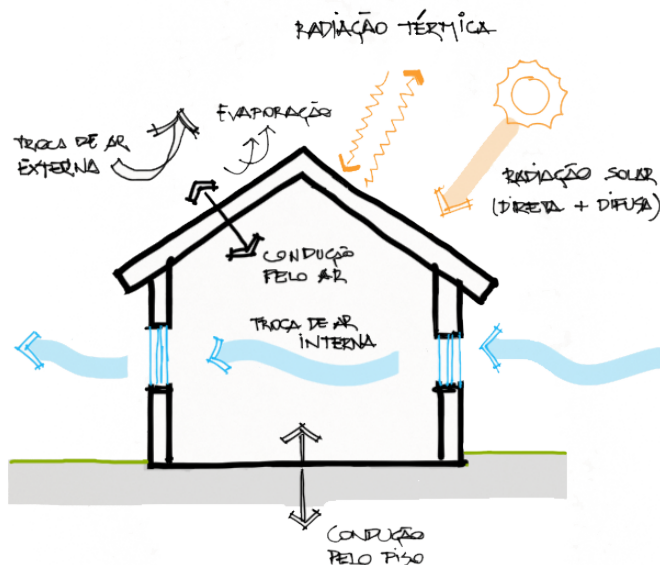


Figura 11: Trocas térmicas entre a edificação e o meio

(Fonte: adaptado de Watson e Labs, 1983)

O projeto tem de focar o clima para atender às questões de conforto requeridas, que variam a cada situação. A pesquisa de Cartana (2006) revelou dificuldades para que as premissas da arquitetura bioclimática sejam transferidas para o meio edificado, e que as causas para que isso ocorra estão em parte no mercado da construção civil e em parte na formação acadêmica. É importante a integração das disciplinas de conforto ambiental com as disciplinas de projeto, desde os cursos de graduação. A disciplina de projeto arquitetônico não deve ser tratada como um módulo autônomo, mas sim utilizada para aplicar os conhecimentos adquiridos nas outras disciplinas, como se fosse um projeto baseado na aprendizagem (HAMZA & HORNE, 2007).

Cursos que fazem essa integração obtêm bons resultados. Hamza e Horne (2007) desenvolveram uma pesquisa na Escola do Ambiente Construído, na Universidade de Northumbria, no Reino Unido, baseada em um triângulo de expectativas formado por metas do governo, expectativas de empregadores e expectativas pedagógicas do ensino superior, interligando um projeto de ensino com três módulos: projeto, desempenho da avaliação ambiental e projeto auxiliado por computador, tradicionalmente ensinados e avaliados separadamente. Os resultados revelaram que, quando é desafiado a aplicar diferentes soluções por meio da relação interdisciplinar, o aluno desenvolve habilidades e a

capacidade de resolver problemas, podendo ser uma metodologia interessante para que se consiga aliar diferentes disciplinas no início da formação acadêmica, que vai refletir no processo projetual dos futuros arquitetos e na incorporação dos conceitos de conforto e de eficiência energética desde o início do projeto.

Conforme Pereira (1987) e Pedrini (2002), no início do processo de projeto, na fase denominada Estudo Preliminar, quando efetivamente são lançados os primeiros esboços do desenho, o arquiteto deve considerar as condicionantes climáticas - térmicas, lumínicas e acústicas - pois as modificações e aperfeiçoamentos que forem feitos ainda nessa fase são a melhor maneira para que se consiga um melhor desempenho energético de um edifício. Medidas corretivas pós-ocupação tendem a ser mais caras e podem vir a ter um desempenho duvidoso. Albatici e Passerini (2011) também discorrem sobre isso, colocando a relação entre os edifícios e o ambiente natural como importante para que se consiga obter um controle das condições de conforto internas e das necessidades de energia. Ao se pensar o projeto de uma edificação levando em conta seu entorno imediato já nos primeiros estágios de projeto, a chance de êxito nas questões de conforto são muito maiores.

O conhecimento das características climáticas de cada região é fundamental para que o arquiteto possa tomar decisões de projeto mais adequadas, estabelecendo uma relação entre a forma e o clima, com um projeto de arquitetura concebido para um local específico. Pereira (1987) coloca que a Arquitetura deve estar relacionada ao clima através de sua linguagem formal, de modo que essa linguagem consiga constituir um compromisso estreito com a energia disponível no meio ambiente. Uma compreensão da interação que existe entre o clima e o edifício pode fornecer respostas para perguntas como “quais decisões podem ser tomadas?” e “qual a importância dessas decisões?” (PEDRINI, 2002).

Segundo Baker (1991), a Arquitetura está condicionada a três fatores básicos, fatores esses que os edifícios devem englobar: as condicionantes do sítio, os requisitos funcionais e a cultura que os engloba (o grau de progresso que se encontra essa cultura vai refletir o tipo de estrutura e de materiais empregados). Para Chavez (2005), a implementação de uma arquitetura, além de responder favoravelmente aos requisitos relacionados à tradição, à cultura e ao clima, também deve se aproveitar dos avanços tecnológicos disponíveis, baseados em uma cultura ecológica e sustentável para satisfazer às necessidades do homem.

Cada local possui um clima regional que é característico e varia conforme o ângulo de incidência do Sol, força, direção e frequência do vento e também pelas chuvas. Do ponto de vista da eficiência energética, ignorar esses fenômenos é como desprezar um conjunto vital de elementos que moldam a maneira como um espaço é conhecido e

usado (SNYDER & CATANESE, 1984, p.141). O ambiente deve ser construído utilizando os meios de produção mais adequados ao melhoramento da qualidade de vida, pois os edifícios fazem parte de um contexto espacial, perceptivo e comportamental, que faz com que o arquiteto seja responsável pela ligação entre o projeto e o entorno. O arquiteto deve identificar e compreender quais requisitos de um programa de necessidades devem ser atendidos e relacioná-los aos aspectos formais, de modo que se consiga uma boa relação com o entorno (GASPERINI, 1988; SILVA, 1984).

Conforme uma pesquisa realizada por Touman e Al-Ajmi (2004), a falta de atenção à cultura e ao clima locais podem ser as principais razões para o sucesso ou o fracasso de um projeto. A introdução dos novos códigos, regulamentos e leis adotados por outras culturas e sem as considerações climáticas do sítio da implantação, fizeram com que a tradição e o clima fossem os conceitos mais negligenciados na Arquitetura do Kuwait (local da pesquisa).

Cabe ao arquiteto, através da Arquitetura, procurar dar à habitação a condição de uso, protegendo-a das condições climáticas desfavoráveis e adequando-a as características físicas e climáticas do lugar onde se pretende viver (VIANNA & GONÇALVES, 2007). Exemplos de arquitetura projetada em função das características locais podem ser vistos em cidades da Grécia antiga e da Roma antiga, nas quais a implantação era feita em função do Sol, e as casas tinham direito à acesso ao Sol e ao aquecimento pelo Sol.

É muito importante que se consiga encontrar um ponto de equilíbrio entre os conflitos que se originam por conta das necessidades da edificação, como as exigências funcionais, estéticas, econômicas e tecnológicas, que vão ao encontro das exigências que o usuário coloca para a habitabilidade (PEREIRA & CUNHA NETO, 1988). Um edifício que consegue aliar as exigências de conforto com as variáveis climáticas e o entorno pode ser descrito como climaticamente equilibrado, com um projeto que se ajuste ao clima por meio de sua implantação, orientação e forma, que são fatores que têm forte influência (OLGYAY, 2008; SZOKOLAY & PEDRINI, 2000). É importante agregar a variável ambiental aos projetos como uma possível solução para diminuir os problemas relacionados à eficiência energética dos edifícios (JOHN, 2008).

Knudstrup et al. (2009) cita os requisitos de conforto para temperatura, a iluminação natural, a acústica e a ventilação, e também os padrões de trabalho do usuário como importantes variáveis que devem ser levadas em conta ao se iniciar o projeto. O perfil do usuário e o contexto climático influenciam no sucesso e na escolha das estratégias de projeto para a aplicação dos princípios de projeto. Uma vez reconhecidas as condições climáticas, as estratégias de projeto para

ventilação do edifício e para ganhar ou evitar ganhos de calor podem ser desenvolvidas.

A questão da Sustentabilidade entra no contexto da pesquisa, pois possui influência sobre aspectos econômicos, ecológicos, culturais, espaciais e sociais. Barbirato et al. (2011) destacam a relação que deve existir entre os princípios de bioclimatologia e os critérios descritos acima: a dimensão econômica com redução de recursos financeiros e redução do consumo de energia; a dimensão ecológica com o uso dos sistemas passivos de energia; a dimensão cultural com a preservação dos padrões arquitetônicos do local; a dimensão espacial com planejamento ambiental e uma arquitetura que interaja com a natureza; a dimensão social com as necessidades do homem associadas ao conforto.

De acordo com o Brundtland Report, o Desenvolvimento Sustentável é concebido como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades”. Mudanças de valores, aliadas a novos arranjos sócio-econômicos, devem se basear em atividades não-materiais, de forma a garantir que o consumo e o conceito de bem-estar relacionem-se apenas ao suprimento das necessidades de uso (LOMARDO, 2011). O objetivo é diminuir a influência das edificações para com o ambiente na tentativa de conservar energia, aproveitando-se das energias disponíveis, como vento, luz e calor.

As abordagens para o desenho de projetos que visam a sustentabilidade, geralmente preocupam-se com uma das duas questões: ou incorporam a noção de que o projeto de edifícios deveria essencialmente levar em conta sua relação com o impacto no ambiente natural; ou preocupam-se com o conceito de redução da dependência dos combustíveis fósseis para operar um edifício. Geralmente, todas as abordagens enfatizam a importância do contexto climático e/ou cultural em que o projeto está inserido (KNUDSTRUP et al., 2009).

Vários países da Europa, e também Estados Unidos, Canadá e Japão, possuem regulamentos que visam a eficiência energética e/ou a sustentabilidade. Geralmente integram aspectos referentes à sustentabilidade já durante os primeiros estágios do processo, porém sua aplicação dá-se frequentemente em diferentes estágios de projeto. Em sua pesquisa, Maciel (2006) obteve dados que revelam a satisfação dos entrevistados europeus com seus requerimentos específicos de eficiência energética. Para os entrevistados, esses códigos são ferramentas interessantes e positivas para integração das questões bioclimáticas ao projeto, e também para que as pessoas tornem-se mais cientes da questão.

Ao buscar como objetivo a arquitetura sustentável, a energia usada pelos edifícios deve ser minimizada, e o controle das condições internas de conforto deve ser realizado ao máximo por meio de recursos

passivos, como o aproveitamento da ventilação e da iluminação natural, tornando o uso de sistemas passivos uma espécie de espinha dorsal do conceito de projeto.

Segundo Cartana (2006), à medida que as fases do projeto avançam e restrições de normas, códigos e regulamentos vão sendo incorporadas, as possibilidades, as alternativas e as liberdades de escolha vão diminuindo. É importante a integração dos conceitos de conforto ambiental e de sustentabilidade com o processo de projeto. Essa integração está diretamente relacionada com a análise do local onde será implantada a edificação, com a definição de estratégias a serem utilizadas para se alcançar o conforto, com o desenho e posterior verificação dessas estratégias.

As variáveis climáticas, assim como também as normas, as legislações e os regulamentos, não podem e nem precisam ser vistas como instrumentos que engessem a criatividade do arquiteto, e sim como aqueles que abastecem o profissional no sentido de orientação e auxílio à sua capacidade de criação (PEREIRA, 1987). As idéias e limitações constantes em tais documentos devem ser absorvidas, como forma de estímulo da criatividade. Para John (2008), o arquiteto não deixará de ser criativo e o processo tornar-se-á muito mais desafiador. As Figuras 12 e 13 mostram dois edifícios públicos dentre os muitos exemplos de projetos onde os arquitetos consideraram aspectos ambientais em seus projetos, guiando-se pelas condições climáticas do local, sem deixar de expressar sua criatividade.



Figura 12: Hospital Rede Sarah, Rio de Janeiro - Brasil - Arquiteto: João Filgueiras Lima.

(Fonte: Disponível em: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=732926> - acessado em 17/04/2011)



Figura 13: California Academy of Sciences, San Francisco - Estados Unidos - Arquiteto: Renzo Piano.

(Fonte: Disponível em: <http://epd372.blogspot.com.br/2008/09/renzo-pianos-california-academy-of.html> - acessado em 17/04/2011)

2.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Segundo Lamberts et al. (2004), a eficiência energética pode ser compreendida como sendo a obtenção de um serviço com baixo gasto de energia, ou seja, um edifício será mais eficiente que outro se proporcionar as mesmas condições ambientais com um menor consumo de energia, e também atendendo as exigências básicas do usuário.

O consumo energético das edificações é um importante critério na concepção de projeto, tornando-se mais importante ainda dentro do atual cenário de gradual escassez de energia no Brasil e no mundo. Esses índices podem ser substancialmente reduzidos se a dependência em relação aos sistemas artificiais de climatização e de iluminação forem diminuídas. É interessante notar que a Arquitetura como profissão está ciente dos obstáculos com relação aos padrões utilizados para produzir arquitetura de baixo consumo de energia. Quando os arquitetos trabalham integrando energia, luz natural e conforto, relacionados ao processo de projeto, o equilíbrio dessas variáveis pode resultar em novos e amplos padrões para arquitetura com baixo consumo de energia (MARSH e LAURING, 2011).

Já na década de 1970, princípios da casa solar passiva foram definidos em estudos feitos por Brenda e Robert Vale (1978), que descreveram uma habitação que poderia funcionar independente de qualquer tipo de alimentação externa, como serviços de gás, água, rede de esgoto ou eletricidade. Poder-se-ia utilizar as fontes de energia do

Sol, vento e chuva para autoabastecimento e para processar seus próprios resíduos.

A preocupação com a conservação dos recursos naturais e com a utilização de fontes de energia renováveis revelou conceitos como *soft technology*, termo utilizado por Robin Clarke (1976) para designar uma forma de tecnologia que vai utilizar energia solar ou eólica, fontes que efetivamente não contribuem para o aumento da carga térmica do planeta. E para que seja eficiente esse uso, são necessários dois fatores: mais pesquisa e uma adaptação cultural e social, fatores que devem ser analisados simultaneamente.

Cross (1980) há muito coloca que as mudanças de atitude com relação ao uso e à economia de energia, tanto no uso quanto no processo de projeto das edificações, remetem à mudança de comportamento e de estilo de vida, colocando a *soft technology* como alternativa frente à tecnologia industrial. Essa transição entre a *soft technology* e a tecnologia industrial deve acontecer de maneira que ocorra um equilíbrio entre os interesses financeiros e políticos para que possa ser colocada em prática.

Segundo Cartana (2006), há um reflexo das questões referentes à preservação do meio ambiente e dos recursos naturais nos conceitos de sustentabilidade e eficiência energética, dentro do mercado da construção civil. A adaptação da Arquitetura ao meio ambiente é mais importante conforme crescem os centros urbanos, dependentes de novas fontes de energia e recursos naturais.

Conforme Lamberts et al. (2004), é nos edifícios comerciais e públicos que existe uma maior necessidade de integração de sistemas naturais e artificiais, seja para iluminação ou para condicionamento. O uso em períodos prolongados, durante o dia e/ou noite, e uma maior densidade de usuários nesses edifícios faz com que haja um uso maior de sistemas de iluminação artificial e ar-condicionado, representando aproximadamente 64% do consumo final de energia. As questões relacionadas a um maior uso de sistemas artificiais para resfriar e/ou aquecer podem ser melhor resolvidas aproveitando-se do grande número de pesquisas na área de eficiência energética que resultam em novos materiais e equipamentos e soluções tecnológicas, e proporcionam ao arquiteto poder obter soluções que estejam cada vez mais focadas em contribuir no aumento da eficiência energética dos edifícios.

Os materiais e técnicas empregadas no projeto de edifícios influenciam diretamente na avaliação de eficiência energética. As estratégias específicas de controle energético nas edificações para cada localidade, somadas à escolha de materiais adequados que possuam melhor desempenho com relação às exigências climáticas locais, podem servir como indicadores tecnológicos (CARTANA, 2006).

Gratia e De Herde (2003) também colocam que decisões tomadas no estágio inicial de projeto podem ter um grande impacto no

desempenho final do edifício. Variáveis como a profundidade e a altura dos ambientes e o tamanho das aberturas, quando resolvidas de maneira equivocada, podem aumentar o consumo de energia da edificação, pois reduzem o ganho de luz natural e aumentam as temperaturas de verão para níveis que causam desconforto ao usuário.

Lima e Pedrini (2008) realizaram uma pesquisa que teve como objetivo principal identificar as decisões projetuais mais importantes relacionadas com a redução do consumo energético, principalmente aquelas definidas diretamente pelo arquiteto. A pesquisa foi realizada por meio de simulação computacional, considerando variáveis de projeto como a orientação, sombreamento, dados de cobertura, paredes, fração de abertura na parede e tipo de vidro. Concluiu-se que o sombreamento da fachada foi uma das principais estratégias na redução do consumo de energia, mesmo com uso de aberturas grandes, vidros pouco eficientes e paredes com valor de absorvância alta, representando uma redução no consumo de energia de até 30%. Os resultados obtidos permitiram enumerar as principais recomendações projetuais visando à eficiência energética de hotéis da cidade de Natal, no Estado do Rio Grande do Norte, enfatizando a importância das estratégias definidas na fase de concepção do projeto arquitetônico, como por exemplo, a orientação e forma do edifício no eixo Leste/Oeste, com volumes mais alongados, de modo a conseguir melhor aproveitamento da insolação.

Conforme Vianna e Gonçalves (2007) é comum encontrar no Brasil edifícios de uso público com elementos de proteção solar dimensionados de maneira incorreta, comprometendo a quantidade de luz natural necessária nos ambientes e causando um aumento do uso dos sistemas artificiais de iluminação e do aquecimento e um consequente aumento no consumo de energia elétrica. Lúcio Costa (1983), durante o Seminário de Arquitetura Bioclimática em 1983 no Rio de Janeiro já criticava o fato de que a arquitetura teria sido “severamente ironizada como dócil subproduto do vidro [...]”, aliado ao uso intensivo do ar-condicionado. E que deveriam, provavelmente, existir outras maneiras para reduzir o excessivo consumo de energia requerido pelo partido arquitetônico adotado de forma geral nas edificações de grande porte.

Para Brown e DeKay (2004), o objetivo em se identificar os padrões genéricos de aquecimento e resfriamento, que representem o desempenho de uma edificação ao longo de um ano, é o de se estabelecer estratégias de projeto adequadas, enquanto o projeto estiver nos estágios iniciais. Os pesquisadores enfatizam que, encontrando-se os pontos de equilíbrio entre o clima e a forma e o uso da edificação, mesmo que o tempo usado nessa etapa seja longo, será compensado com a solução de uso de estratégias adequadas para conseguir um aproveitamento dessas informações. O trabalho realizado por Aguilar et al. (2011) também demonstrou a preocupação em conciliar ganhos solares no inverno e promover a perda de calor no Verão. Embora

analisando o clima de Barcelona (latitude 41°18' Norte), algumas considerações podem ser válidas para Florianópolis, como por exemplo, o fato de que as formas lineares têm melhor performance térmica ao longo do ano, se forem implantadas no sentido Leste/Oeste - captura da radiação no inverno, com maior área de exposição para a fachada Norte, e menor incidência no verão devido a áreas menores de exposição para Leste/Oeste.

Lamberts et al. (2004, p. 55) colocam que não é necessário eliminar o uso de equipamentos de condicionamento de ar e evitar o uso de iluminação artificial para definir que uma Arquitetura é eficiente energeticamente. Deve-se procurar saber quando e quanto os condicionadores de ar devem ser utilizados. Pensar no uso da iluminação e da ventilação naturais como variáveis de projeto e no início do processo é uma alternativa para que se reduza a dependência dos sistemas de iluminação e de condicionamento de ar. Na pesquisa de Lima e Pedrini (2008), que procurou identificar quais as decisões de projeto que estão relacionadas com o consumo energético, os resultados encontrados demonstraram que a combinação das variáveis arquitetônicas foram mais decisivas na redução do consumo de energia do que as variáveis relacionadas com a eficiência do sistema de condicionamento do ar, conforme a Figura 14

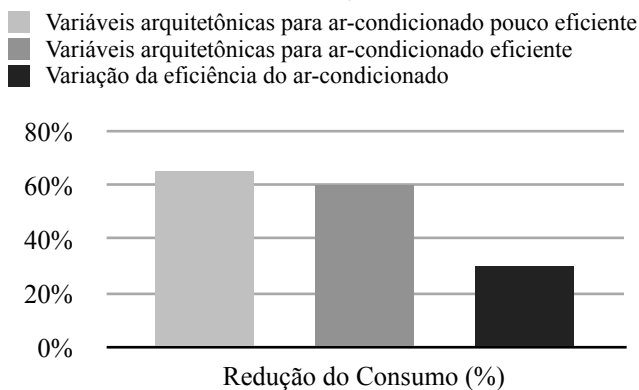


Figura 14: Redução do consumo em função das variáveis arquitetônicas e da eficiência do ar-condicionado.

(Fonte: LIMA e PEDRINI, 2008)

Um estudo realizado por Raydan e Turner (2005) monitorou e comparou o consumo de energia de três edificações no Reino Unido, a fim de destacar os principais eventos que causaram mudanças no consumo de energia dessas edificações. Nos três casos foram encontrados problemas como defeitos na construção e estratégias de projeto adotadas de forma inadequada, que contribuíram para que o

consumo de energia esperado não fosse alcançado. As tecnologias de eficiência energética foram avaliadas ao longo de cinco anos, mas o fraco desempenho dos edifícios ditos energeticamente eficientes foi encoberto, em parte talvez para que não houvesse certa frustração de projetistas e construtores em não alcançarem essa eficiência, e muito para não desestimular clientes e empresários a investirem em eficiência energética por conta do alto investimento e do pouco retorno nos casos pesquisados (RAYDAN e TURNER, 2005).

A pesquisa de Maciel (2006) entrevistou arquitetos visando explorar como eles tratam aspectos de bioclimatologia, principalmente no que se refere ao uso das variáveis bioclimáticas. Os resultados demonstraram que o caráter plástico é a diretriz predominante nas filosofias de projeto dos entrevistados, e que o conforto ambiental é utilizado como diretriz para adoção de estratégias passivas, com relação principalmente à iluminação e ventilação natural e ao sombreamento de fachadas, sendo que a eficiência energética é uma diretriz secundária no processo, pois é vista como uma consequência natural da aplicação das estratégias passivas.

Deve-se atender ao programa de necessidades que é trazido pelo cliente, contemplando os requisitos funcionais e técnicos que o projeto exige, sem ignorar o fator econômico que é proposto por esse cliente. Para que se obtenham melhores resultados no que diz respeito à eficiência energética, os projetistas precisam instigar o *briefing* do cliente, precisam conseguir que exista uma flexibilidade para promover mudanças no projeto visando um mínimo consumo de energia. Isso pode ser alcançado através da informação aos arquitetos, clientes e usuários para que se tornem mais sensíveis às questões relacionadas ao projeto com eficiência energética (RAYDAN; TURNER, 2005).

Alguns estudos apontam para abordagens holísticas como sendo um novo modo de avaliar os edifícios de forma qualitativa e não somente de forma quantitativa, promovendo uma significativa melhora na qualidade de vida (GYLLING et al., 2011). Nessa proposta, o edifício é visto como a soma de todas as partes que tornam os aspectos quantitativos e qualitativos inter-relacionados, expondo-os e dando apoio em seus pontos fortes e fracos, e que o projeto deve considerar o deslocamento e as necessidades do usuário. Na pesquisa de Okeil (2010), utilizou-se uma abordagem holística para analisar a eficiência energética de edifícios, baseada em três aspectos principais: o conforto térmico nos espaços internos, a exploração das energias renováveis e os efeitos da urbanização no clima da cidade. Nessa abordagem, Okeil comparou sistematicamente três edificações com formas diferentes, sendo uma proposta, com uma discussão sobre a sinergia criada pela forma proposta, e seus resultados mostraram que uma abordagem holística pode gerar formas mais eficientes energeticamente do que as formas convencionais.

Segundo Gylling et al. (2011), esses métodos de avaliação garantirão que os edifícios sustentáveis do futuro assegurem que dispositivos experimentais sejam considerados tão importantes quanto aspectos técnicos, no desenvolvimento de produção de energia, CO2 neutro, clima interno bom e saudável, e projetos que considerem o entorno e o usuário.

2.4. O RTQ-C.

O Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - RTQ-C (MME, 2010), por hora de caráter voluntário, é aplicado a edifícios com área útil mínima de 500m² e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3kV. Abrange três itens: [1] o desempenho da Envoltória; [2] a eficiência e potência instalada do Sistema de Iluminação e [3] a eficiência do Sistema de Condicionamento do ar. Esses requisitos são avaliados pelo método prescritivo, através de equações e tabelas que limitam os parâmetros da envoltória, iluminação e condicionamento de ar separadamente de acordo com o nível de eficiência energética. Para a classificação geral das edificações, as avaliações parciais recebem pesos, distribuídos da seguinte forma: Envoltória = 30%, Sistema de Iluminação = 40% e Sistema de Condicionamento de Ar = 40%. Os níveis de eficiência variam, para todos os itens, de **A** para mais eficiente à **E** para menos eficiente. A classificação geral do edifício é dada pela Equação abaixo (Figura 15), onde aparecem os itens de classificação com as siglas de seus respectivos equivalentes numéricos (EqNum) e os pesos que lhes foram atribuídos:

$$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(\text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + 0,30 \cdot \left(\text{EqNumDPI} \right) + 0,40 \cdot \left\{ \left(\frac{\text{EqNumCA} \cdot AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot \text{EqNumV} \right) \right\} + b_0^1$$

The diagram illustrates the RTQ-C equation with arrows pointing from specific terms to their corresponding categories:

- ENVOLTÓRIA** (red arrow) points to $\text{EqNumEnv} \cdot \frac{AC}{AU}$.
- ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL** (orange arrow) points to EqNumDPI .
- VENTILAÇÃO** (green arrow) points to EqNumV in both the first and second large curly braces.
- BONIFICAÇÃO** (black arrow) points to b_0^1 .

Figura 15: Equação geral do RTQ-C para cálculo da pontuação total do edifício.

(Fonte: MME, 2010)

Podem ser usados também o método de simulação computacional, baseado em simulação termoenergética de dois modelos computacionais - um modelo de edifício real proposto em projeto, e um modelo de referência baseado no método prescritivo. No modelo de referência avalia-se quatro modelos, um para cada nível de etiqueta. A classificação é obtida pela comparação do consumo anual de energia elétrica entre os modelos, onde o modelo do edifício real deve ter consumo menor que o do modelo de referência para o nível de eficiência pretendido (MME, 2010). O uso da simulação avalia a edificação para obter um nível melhor do que o identificado pelo método prescritivo, nos casos em que a geometria do edifício é menos convencional, quando se tem um entorno denso que pode sombrear a edificação avaliada ou ainda em casos que não há condicionamento artificial e utiliza-se a ventilação natural.

Nesta pesquisa é abordado o item Envolvória, que segundo o RTQ-C, é formada por todos os planos externos da edificação, que são fachadas, empenas, cobertura, marquises, aberturas, brises e todo e qualquer elemento que os compõem. São os elementos em contato com o exterior, que compõem o edifício e os fechamentos dos ambientes internos em relação ao ambiente externo. A equação do RTQ-C para o cálculo da Envolvória na Zona Bioclimática 3 (da qual pertence a cidade de Florianópolis) aparece na Figura 16.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \begin{array}{c} \text{Índice de} \\ \text{Consumo da} \\ \text{Envolvória} \end{array} & & \begin{array}{c} \text{Fator} \\ \text{Altura} \end{array} & & \begin{array}{c} \text{Fator de} \\ \text{Forma} \end{array} & & \begin{array}{c} \text{Percentual de} \\ \text{Área de} \\ \text{Fachada total} \end{array} \\
 \uparrow & & \uparrow & & \uparrow & & \uparrow \\
 \text{ICEnv} = -14,14 \cdot \text{FA} - 113,94 \cdot \text{FF} + 50,82 \cdot \text{PAFt} + & & & & & & \\
 4,86 \cdot \text{FS} - 0,32 \cdot \text{AVS} + 0,26 \cdot \text{AHS} - 35,75 / \text{FF} - 0,54 \cdot & & & & & & \\
 \text{PAFt} \cdot \text{AHS} + 277,98 & & & & & & \\
 \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\
 \begin{array}{c} \text{Fator} \\ \text{Solar} \end{array} & \begin{array}{c} \text{Ângulo Vertical} \\ \text{de Sombreamento} \end{array} & \begin{array}{c} \text{Ângulo Horizontal} \\ \text{de Sombreamento} \end{array} & & & &
 \end{array}$$

Figura 16: Equação para cálculo do Indicador de Consumo da Envolvória, Zona Bioclimática 3 com área de projeção do edifício maior que 500 m².

(Fonte: MME, 2010)

Três parâmetros são definidos como pré-requisitos específicos para classificação do nível de eficiência da envolvória: a Transmitância Térmica, a Absortância Térmica e o Percentual de Aberturas Zenitais (PAZ).

Outros oito parâmetros são utilizados nas equações que vão determinar o Indicador de Consumo da Envolvória (ICEnv). Esses

parâmetros foram os que apresentaram maior correlação com o consumo segundo Carlo (2008), e são descritos individualmente na sequência: Área de Projeção da Cobertura (Apcob), Área de Projeção do Edifício (Ape), Área Total (Atot), Área da Envoltória (Aenv), Ângulos de Sombreamento (AVS e AHS), Fator de Forma (FF), Fator Altura (FA), Fator Solar (FS).

2.4.1. Transmitância Térmica (U)

Expressa em $W/m^2.K$, essa propriedade dos componentes demonstra o quão condutor de calor um material é, ou seja, quanta energia térmica (Watts) pode ser transmitida pelo elemento em $1m^2$ para $1K$. Serve para um fechamento (porção da Envoltória) e está diretamente ligada às características térmicas dos materiais utilizados (ABNT, 2005).

Em um clima subtropical como o de Florianópolis, uma das causas de desconforto térmico é o ganho de calor produzido pela absorção de energia solar que atinge as superfícies dos ambientes construídos. A carga térmica de um edifício é gerada pela radiação incidente na edificação, pela diferença de temperatura, pelo sistema de iluminação, pelos equipamentos que estão em seu interior, pelos usuários e pelo ar exterior de renovação.

Lamberts et al. (2004) escrevem que o objetivo principal na especificação de um tipo de fechamento é evitar que no Verão ocorram ganhos elevados de calor e no Inverno ocorram perdas excessivas. Uma edificação eficiente do ponto de vista térmico deve proporcionar condições de conforto durante todo o ano.

Existem dois casos a serem distinguidos no que tange a radiação solar: primeiro, a energia térmica resultante da radiação solar que entrou no ambiente através das aberturas e foi absorvida pelo chão e pelas paredes; segundo, a energia solar absorvida pelas paredes e convertida em calor. Nos dois casos há um aumento da temperatura do ar interno causado pelo aquecimento das superfícies e provocando desconforto dos usuários no Verão.

2.4.2. Absortância (α)

A absortância é a parcela da radiação solar incidente que é absorvida em uma determinada superfície, geralmente relacionada à cor (ABNT, 2005). A NBR 15220-2 fornece uma tabela contendo o valor de absortância para algumas cores e materiais. Quanto maior a absortância, maior será a parcela da energia incidente que se transforma em calor (radiação de ondas longas) após incidir sobre um material opaco. Materiais com cores claras vão refletir uma parcela maior de energia, conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Absortividade em função da cor.

Tipo de superfície	α	ϵ	
Chapa de alumínio (nova e brilhante)	0,05	0,05	
Chapa de alumínio (oxidada)	0,15	0,12	
Chapa de aço galvanizada (nova e brilhante)	0,25	0,25	
Caiçação nova	0,12 / 0,15	0,90	
Concreto aparente	0,65 / 0,80	0,85 / 0,95	
Telha de barro	0,75 / 0,80	0,85 / 0,95	
Tijolo aparente	0,65 / 0,80	0,85 / 0,95	
Reboco claro	0,30 / 0,50	0,85 / 0,95	
Revestimento asfáltico	0,85 / 0,98	0,90 / 0,98	
Vidro incolor	0,06 / 0,25	0,84	
Vidro colorido	0,40 / 0,80	0,84	
Vidro metalizado	0,35 / 0,80	0,15 / 0,84	
Pintura:	Branca	0,20	0,90
	Amarela	0,30	0,90
	Verde clara	0,40	0,90
	"Alumínio"	0,40	0,50
	Verde escura	0,70	0,90
	Vermelha	0,74	0,90
	Preta	0,97	0,90

(Fonte: ABNT/NBR 15220-2, 2005)

Para garantir envoltórias mais eficientes, o RTQ-C determina para as Zonas Bioclimáticas 2 a 8 uma absorvância menor que 0,5 (50% da energia incidente é absorvida e 50% é refletida) para os materiais de revestimento externo das paredes - onde incide radiação solar - e para as coberturas que não possuam teto jardim ou telhas cerâmicas não esmaltadas. Não são consideradas as fachadas (ou superfícies) que estiverem 100% do tempo sombreadas, sem considerar os prédios ou elementos do entorno. Também não são contabilizadas áreas cobertas por coletores e painéis solares, pois a radiação incidente neles contribui para a geração de energia elétrica, auxiliando na redução do consumo de energia.

2.4.3. Percentual de Abertura Zenital (PAZ)

Percentual de área de abertura zenital na cobertura refere-se somente as aberturas que possuem inclinação inferior a 60° em relação ao plano horizontal de uma superfície. Aberturas com inclinações maiores que 60° fazem parte do cálculo do Percentual de Área de Abertura na Fachada Total (PAFt), e abrangem, geralmente, aberturas em paredes verticais e com inclinação superior a 60°. Na Figura 17 pode-se visualizar a diferença entre PAZ e PAFt.

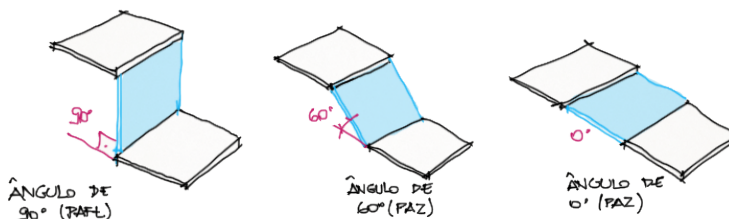


Figura 17: Diferença entre PAZ e PAFT

Fonte: MME, 2010

2.4.4. Área de Projeção da Cobertura (Apcob)

Área de projeção horizontal da cobertura inclui terraços cobertos ou descobertos.

2.4.5. Área de Projeção do Edifício (Ape)

Diferentemente do conceito que aparece em Planos Diretores e Códigos de Obras dos Municípios, que a identificam como a área de projeção do edifício no chão, no Regulamento aparece como a média da soma das áreas dos pavimentos.

2.4.6. Área Total (Atot)

Área total dos pavimentos, medida através do perímetro externo da envoltória.

2.4.7. Área da Envoltória (Aenv)

Engloba todas as áreas que compõem as fachadas e empenas e a área da cobertura. É toda parte do edifício (incluindo as aberturas) em contato com o meio externo.

2.4.8. Ângulos de Sombreamento

O RTQ-C utiliza os termos Ângulo de Sombreamento Vertical e Ângulo de Sombreamento Horizontal, representados pelas siglas AVS e AHS respectivamente. Os ângulos de sombreamento são calculados em planta (AHS) e em corte (AVS). O AVS mede no plano vertical o efeito das proteções solares horizontais, enquanto o AHS mede o efeito das proteções solares verticais no plano horizontal, conforme mostram a Tabela 2 e a Figura 18.

Tabela 2: Comparação entre AHS e AVS.

Ângulo	Plano de Medição	Visualização	Tipo de elemento de proteção medido
AHS	Plano Horizontal	em Planta	Proteções Verticais
AVS	Plano Vertical	em Corte	Proteções Horizontais

Fonte: Manual para aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C (MME, 2008)

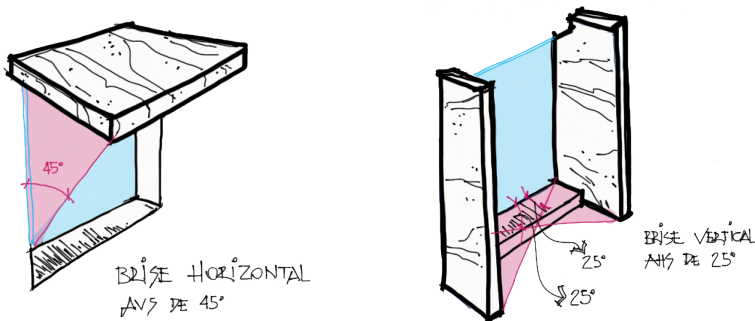


Figura 18: Definição dos Ângulos de sombreamento - AHS e AVS

Os ângulos de sombreamento são formados pelos elementos horizontais e/ou verticais que protegem as aberturas da radiação solar. Esses elementos são brises-soleils, cobogós, pérgulas, venezianas, toldos, e podem ser verticais, horizontais ou mistos (BITTENCOURT, 2004).

As proteções solares externas são importantes na redução de ganhos térmicos, mas devem ser projetadas e dimensionadas de modo que não comprometam o aproveitamento da luz natural. O RTQ-C fixou um limite de 45° para os dois ângulos de sombreamento, na tentativa de minimizar o uso de proteções super dimensionadas que possam impedir a entrada de luz natural nos ambientes internos.

O estudo realizado por Didoné (2009) comprovou por meio de simulações que os ângulos de sombreamento interferem totalmente no aproveitamento da luz natural. Quanto maior o ângulo de sombreamento, maior será também o consumo de energia elétrica com iluminação artificial e menor o consumo com condicionamento de ar. Isso ocorre em virtude da diminuição das cargas térmicas ocasionadas pela radiação solar e barradas pela proteção solar.

Um instrumento útil para o projeto e dimensionamento de elementos de proteção solar são as cartas solares. As cartas solares representam graficamente a trajetória do sol na abóbada celeste nos diferentes períodos do dia e do ano. Por meio da análise da carta solar podem-se visualizar as estações do ano e os horários onde o Sol é desejável e indesejável. Na Figura 19 observa-se na carta solar de Florianópolis (latitude 27°30' Sul) qual o comportamento do Sol. Através desse desenho, pode-se projetar para obstruir ou permitir que o Sol chamado ruim seja bloqueado de forma eficiente.

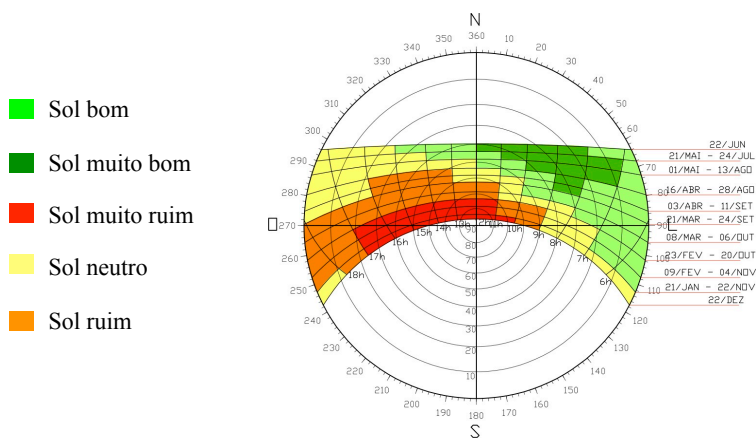


Figura 19: Carta Solar para a cidade de Florianópolis (Latitude 27°30' Sul) - classificação qualitativa da insolação

(Fonte: Cartana, 2006)

2.4.9. Fator de Forma (FF)

O RTQ-C utiliza o Fator de Forma e o Fator Altura como índices de representação da volumetria da edificação. O cálculo do Fator de Forma é obtido pela razão entre a área da envoltória e o volume total da edificação.

A forma da arquitetura influencia no conforto ambiental de uma edificação e no seu consumo energético (LAMBERTS et al., 2004, p. 52), podendo facilitar ou dificultar a entrada dos fluxos de vento para o interior e a quantidade de luz natural e radiação que incidirão sobre a edificação.

A entrada e circulação dos fluxos de vento fazem com que a sensação de calor no interior da edificação diminua e é um fator importante na redução do uso de condicionadores de ar. O

aproveitamento da luz natural reduz a utilização da iluminação artificial e o consumo de energia elétrica. O arquiteto pode fazer uso dessas condicionantes naturais relacionando-as diretamente à forma da edificação.

A pesquisa de Ourghi et al. (2007) analisou o impacto da forma do edifício (forma, tamanho das aberturas, vidros) no seu desempenho térmico (uso de aquecimento ou resfriamento), e os resultados mostraram que existe uma forte relação entre a forma e seu consumo de energia. A forma ideal para uma edificação é aquela que desprende uma quantidade mínima de energia no Inverno e absorve o mínimo de energia no Verão, sendo a planta quadrada a que possui as melhores características para manter o calor no Inverno e o ar fresco no Verão. Isso ocorre pelo fato de que um edifício quadrado tem um volume maior e um menor perímetro de exposição (OLGYAY, 2008, p.88). No entanto, as tipologias com aberturas maiores, por trazerem uma quantidade maior de radiação para o ambiente, não se encaixam nessa afirmação.

Em um estudo feito por Olgyay (2008) nos Estados Unidos, foi investigado o efeito da forma no entorno térmico, utilizando edificações hipotéticas em quatro regiões climaticamente diferentes, com um sistema construtivo comum, com 40% de vidro na fachada Sul e 20% nas fachadas restantes. Como principal conclusão, em todos os casos, a forma ideal foi aquela que se desenvolve ao longo de um eixo Leste - Oeste.

Carlo (2008) analisou modelos de edificações onde os consumos de energia foram apresentados em função do Fator de Forma e verificou que edificações menores consomem mais (Fator de Forma maior). No entanto, o consumo pode ser maior se existir um sistema de condicionamento de ar mais eficiente usado para encobrir uma volumetria mal resolvida.

2.4.10. Fator Altura (FA)

A variável Fator Altura está relacionada basicamente ao número de pavimentos da edificação. Com o Fator de Forma compõe os índices de representação da volumetria da edificação. Sua fórmula é expressa pela razão entre a área de projeção da cobertura e a área total construída (exceto subsolos).

No estudo de Carlo (2008) foram feitas simulações considerando a possibilidade de se alterar os impactos da envoltória no consumo de energia (a Densidade de Carga Interna, a orientação solar da edificação, a eficiência do sistema de condicionamento de ar e a volumetria da edificação), para avaliar como a volumetria influencia na alteração do consumo de eletricidade pela área.

O mesmo estudo constatou uma relação da volumetria com o envoltório, quando relacionou o número de pavimentos com o clima,

com as cargas internas e com a área exposta da cobertura, que pode ser variável para edificações até 5 pavimentos.

Edificações com dimensões de plantas maiores e com muitos pavimentos, apresentam os menores consumos de energia elétrica pela área ao longo do ano; as edificações com as plantas menores e com um pavimento, ou até mais de um pavimento, tem um aumento significativo no consumo de energia elétrica (CARLO, 2008).

2.4.11. Fator Solar (FS)

O RTQ-C avalia o Fator Solar de elementos translúcidos. Pode-se modificar a influência desse parâmetro alterando orientação e tamanho das aberturas, o tipo de vidro que será utilizado nas aberturas e fazendo uso de proteções solares externas, a fim de que a radiação solar não atinja o vidro.

O Fator Solar varia conforme o ângulo de incidência da radiação solar (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2004, p. 71) e está diretamente relacionado à latitude do local. Um vidro com FS de 0,42 permite a entrada de 42% de calor proveniente dos raios solares para dentro do ambiente, conforme a Figura 20.

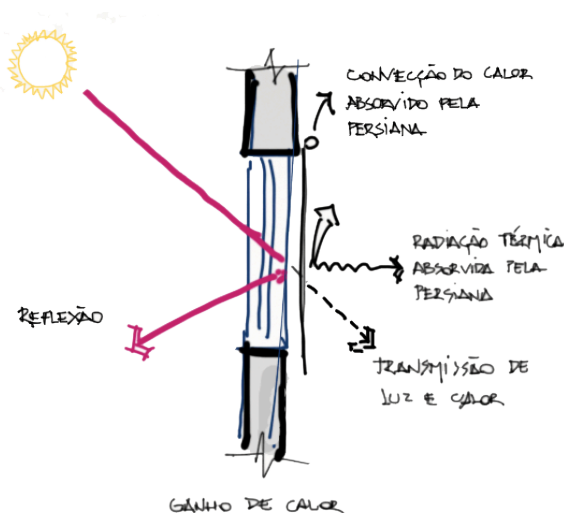


Figura 20: Absorção dos raios solares em fechamentos transparentes.

(Fonte: adaptado de Watson e Labs, 1983)

3. METODOLOGIA

A identificação do impacto da aplicação das modificações exigidas pelo RTQ-C no modo de projetar do arquiteto foi realizada por meio de uma pesquisa exploratória-descritiva de abordagem qualitativa.

O método exploratório foi escolhido de forma a aumentar a familiaridade dos arquitetos com a regulamentação, para que fosse possível esclarecer conceitos expressos no RTQ-C e descrever como o regulamento se comporta no trabalho do arquiteto. Nesse caso, por ser exploratória, a pesquisa qualitativa pôde contribuir para buscar entre os profissionais da Arquitetura respostas sobre as questões que envolvem o regulamento e cujas informações poderiam estar ainda indisponíveis ou serem insuficientes.

Por meio de entrevistas semi-estruturadas, segundo um roteiro em forma de questionário e questões abertas, cada entrevistado pôde desenvolver suas próprias opiniões sobre o assunto, baseando-se em experiências adquiridas e metodologias de projeto desenvolvidas ao longo de sua carreira (MARCONI & LAKATOS, 2009).

3.1. LOCAL

A pesquisa foi desenvolvida nas cidades de Florianópolis e Criciúma, Estado de Santa Catarina, entre o período de Novembro de 2011 a Fevereiro de 2012. Estas cidades foram utilizadas para satisfazer a condição de realizar as entrevistas de forma presencial, em local definido pelos participantes.

3.2. PARTICIPANTES

Os participantes são arquitetos que possuem um número significativo de projetos de edificações comerciais, com histórico de atuação no município e reconhecida atuação profissional, e também arquitetos que tiveram projetos etiquetados em Santa Catarina, sendo estes identificados por meio dos registros do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO).

Yin (2005) alerta para um erro comum que se comete ao realizarem-se estudos qualitativos, tratando-os como uma generalização estatística. Afirmo que, como não são unidades de amostragem, tais pesquisas não devem ser escolhidas por essa razão, mas sim, por serem representativas no universo da pesquisa.

Os arquitetos foram contatados por meio do envio de e-mail e, em três casos, por contato telefônico, contendo uma apresentação resumida sobre o conteúdo da pesquisa e acerca da possibilidade de participar dessa de modo presencial. Foi informado aos arquitetos sobre a utilização da entrevista para fins acadêmicos e a posterior publicação do

conteúdo das gravações mediante autorização por e-mail, dos entrevistados.

Foram contatados 12 participantes, dos quais 2 arquitetos não demonstraram interesse em responder à pesquisa, mesmo após algumas tentativas. Outros 2 profissionais que tiveram edificações etiquetadas foram descartados: um por motivo de falecimento no ano de 2010, e o outro caso por se tratar de um projeto de reforma de edificação, e não um projeto que foi concebido para ser etiquetado. O universo final de participantes da pesquisa contou com 8 arquitetos, divididos em dois grupos, descritos a seguir:

- Grupo 1: formado por 3 arquitetos que projetaram edificações comerciais, de serviços ou públicas no Estado de Santa Catarina, e tiveram seus projetos etiquetados pelo RTQ-C, de acordo com a lista disponível em Outubro de 2011, no endereço eletrônico do INMETRO. Dessa forma, foi possível identificar como o RTQ-C influenciou no processo de projeto desses arquitetos. Para efeito de sigilo, eles foram denominados como E1, E2 e E3, e possuem idade entre 38 e 50 anos.
- Grupo 2: formado por arquitetos que têm projetos de edificações comerciais na cidade de Florianópolis, em Santa Catarina e não utilizaram o RTQ-C. A análise desse grupo tem como objetivo identificar os critérios do RTQ-C adotados no processo de projeto. Para efeito de sigilo, eles foram denominados como E4, E5, E6, E7 e E8, e possuem idade entre 35 e 60 anos.

3.3. COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio da análise de entrevistas semi-estruturadas. O instrumento de coleta de dados foi elaborado e embasado nos questionários de Pedrini (2002) e Cartana (2006). O mesmo possui duas partes, o que permitiu que a entrevista pudesse ser estruturada em duas etapas. Assim, a primeira parte do instrumento constitui-se de um questionário, e a segunda parte de questões abertas. No início de cada entrevista os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa, do uso de um aparelho de gravação, do anonimato e da dinâmica da conversa, nas quais se tomou como premissa ouvir sem interrupções.

3.4. ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em cinco etapas, descritas conforme segue:

3.4.1. Etapa 1: Elaboração dos questionários e entrevistas

Foi elaborado um questionário contendo 14 questões relacionadas com estratégias para projeto, sendo que todas as questões foram também relacionadas com as variáveis existentes na equação da Envoltória do RTQ-C e com os seus pré-requisitos, descritos no capítulo 2.4 da Revisão Bibliográfica. Essas questões foram mensuradas em uma escala de 1 a 3, dos quais 1 é o item de menor importância e 3 é o de maior importância. Essa importância é contemplada nas diferentes etapas geralmente utilizadas no processo projetual, definidas na pesquisa como: [1] Estudo Preliminar, [2] Anteprojeto e [3] Detalhamento. Estas etapas foram escolhidas por caracterizarem uma sequência dentro do processo de projeto. No Estudo Preliminar são considerados os dados iniciais levantados a partir do Programa de Necessidades, podendo ser representados por estudos volumétricos sem caracterizar o projeto de forma definitiva. No Anteprojeto surgem as informações técnicas que permitem que o projeto seja detalhado. E na fase de Detalhamento as particularidades do projeto são definidas.

Foram elaboradas 4 questões abertas para caracterizar a pesquisa semi-estruturada, procurando abordar a importância da eficiência energética no processo de projeto, a influência do RTQ-C na prática projetual e a importância do serviço de Consultoria.

3.4.2. Etapa 2: Realização de pré-teste do instrumento de coleta

Foi realizado um pré-teste do instrumento de coleta com o objetivo de aprimorar o instrumento a partir da aplicação do mesmo com um arquiteto com características semelhantes ao universo da pesquisa.

Do mesmo modo que nas entrevistas, o pré-teste foi realizado de maneira presencial, e optou-se por gravar as entrevistas, para que o entrevistado pudesse tratar sobre o tema de maneira mais natural, facilitando também sua posterior transcrição e o aprimoramento do questionário.

Após sua realização, ocorreram mudanças no questionário, reduzindo-se o número de questões de 14 para 10, de modo a melhor categorizar as estratégias de projeto e disponibilizar um tempo maior para as perguntas abertas. Sua estrutura também sofreu uma alteração na mensuração das questões de múltipla escolha, que inicialmente possuíam uma escala de 1 a 3, para uma escala de 1 a 4, de modo a evitar que os entrevistados tivessem uma opção intermediária e definissem de forma mais explícita suas respostas. Também foram realizadas algumas modificações nas questões abertas, tornando-as mais

objetivas. A seguir descreve-se a estrutura final do questionário e das questões abertas.

3.4.2.1. Questionário

O Questionário ficou composto por questões de escolhas simples, contendo perguntas elaboradas de forma a não induzir as respostas dos entrevistados. São 10 questões que abordam a utilização que o arquiteto faz de determinadas estratégias de projeto, relacionadas aos requisitos abordados pelo RTQ-C. Essas questões foram mensuradas em uma escala de 1 a 4, sendo que 1 é o item de menor importância e 4 é o de maior importância. Essa importância é contemplada nas etapas do processo de projeto, definidas na pesquisa como: [1] Estudo Preliminar, [2] Anteprojeto e [3] Detalhamento. A Figura 21 mostra a versão final do Questionário:

Indique qual importância você atribui às seguintes estratégias durante os estágios do processo de projeto:	Estudo Preliminar				Anteprojeto				Detalhamento			
	-imp ←-----→				-imp ←-----→				-imp ←-----→			
	+imp				+imp				+imp			
Definição da forma (geometria) do envelope construtivo	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tamanho e orientação das aberturas para iluminação natural e ventilação natural	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tecnologia construtiva: característica dos elementos de vedação das paredes	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tecnologia construtiva: característica dos elementos de vedação da cobertura	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Orientação das fachadas da edificação em relação ao conforto	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Legislação: definição da altura dos pavimentos (pé-direito)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Definição dos tipos de esquadrias	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Definição dos elementos de proteção solar	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Uso de aberturas zenitais	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Escolha de cores das fachadas e cobertura	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

Figura 21: Modelo de Questionário utilizado nas entrevistas presenciais.

As estratégias de projeto contempladas no questionário foram escolhidas por serem importantes na concepção do projeto arquitetônico e também por fazerem parte do RTQ-C. A Figura 22 apresenta a relação entre as questões do questionário e os parâmetros do RTQ-C aos quais elas se referem:

PAF	orientação das fachadas da edificação com relação ao conforto
	tamanho e orientação das aberturas para iluminação natural e ventilação natural
Âng. Somb.	definição dos elementos de proteção solar
Transmitância Térmica e Absortância Solar	tecnologia construtiva: característica dos elementos de vedação das paredes
	tecnologia construtiva: característica dos elementos de vedação da cobertura
	escolha das cores das fachadas e cobertura
FS	definição dos tipos de esquadrias
FF	definição da forma (geometria) do envelope construtivo
PAZ	uso de aberturas zenitais
FA	legislação: definição da altura dos pavimentos (pé-direito)

Figura 22: Relação entre as questões do Questionário e os parâmetros do RTQ-C

3.4.2.2. Questões Abertas

As entrevistas foram realizadas de maneira presencial, entre os meses de Novembro de 2011 e Fevereiro de 2012. Foram formuladas 4 questões, em um formato de entrevista semi-estruturada, com perguntas definidas mas com liberdade para o entrevistado discorrer. As perguntas foram relacionadas à eficiência energética dentro do processo projetual (perguntas 1 e 2), à influência do RTQ-C nesse processo e ao uso do serviço de consultoria. Estão descritas abaixo:

1ª Questão: Importância da eficiência energética

Nesta questão, o objetivo foi o de identificar qual a importância que a eficiência energética tem no processo projetual. A pergunta envolveu a importância dessa variável frente a outras variáveis: função, estética, contexto e custos. Essas foram as variáveis mais citadas durante a aplicação do pré-teste do instrumento de coleta e, portanto, selecionadas para que se efetuasse a comparação.

2ª Questão: Eficiência energética no processo projetual

Após averiguar a importância atribuída à eficiência energética, essa pergunta procurou saber em qual momento do processo de projeto essa importância efetivamente se manifesta.

3ª Questão: Regulamentação de eficiência energética no processo projetual

Procurou-se identificar como se deu a utilização do regulamento em um projeto específico; prós e contras que possibilitaram que o profissional pudesse adotar uma postura diante da nova norma. A pergunta foi elaborada especificamente para o Grupo 1, mas alguns arquitetos do Grupo 2, que tiveram algum contato com o RTQ-C, também expressaram suas opiniões.

4ª Questão: Uso do serviço de Consultoria

A pergunta foi formulada para que se pudesse identificar a importância da utilização do serviço para o uso do RTQ-C junto ao Grupo 1. Porém, tratando-se de uma tendência crescente nos escritórios de arquitetura, os arquitetos do Grupo 2 responderam-na abrangendo o uso da Consultoria em outras áreas de trabalho.

A Figura 23 mostra a página final com as questões abertas:

1)	-imp ←-----→ +imp			
Qual a importância do desempenho energético (baixo consumo de energia) em seus projetos, em relação a outras variáveis (exemplo: função, estética, contexto, custos)?	1	2	3	4
2) Em qual parte de seu processo projetual essa importância se manifesta?				
3) De que maneira o RTQ-C influenciou as decisões de projeto na definição da envoltória (caso o RTQ-C tenha sido considerado)?				
4) Com relação ao uso do serviço de Consultoria para a etiquetagem de edificações (caso já tenha feito uso desse serviço):				
O que aprenderam ao utilizarem esse serviço?				
Quando fizerem outro trabalho, contratarão uma nova consultoria?				
O que poderão fazer no sentido de agilizar/melhorar os próximos trabalhos?				

Figura 23: Formato das Questões Abertas utilizadas nas entrevistas presenciais

3.4.3. Etapa 3: Avaliação das variáveis do RTQ-C no processo de projeto

O objetivo desta etapa, por meio de uma análise crítica ao RTQ-C realizada pelo autor, foi o de avaliar se as variáveis constantes no regulamento interferem no processo de projeto e podem auxiliar o profissional a conseguir projetos que sejam mais eficientes, do ponto de vista da eficiência energética.

3.4.4. Etapa 4: Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semi-estruturadas, com o intuito de se encontrar descrições qualitativas. As entrevistas foram gravadas de modo a conseguir sua transcrição na íntegra e não desperdiçar o conteúdo relatado pelo participante.

3.4.5. Etapa 5: Análise dos Dados

Os dados coletados foram analisados de maneiras distintas para o questionário e para as questões abertas.

- Questionário: O Questionário foi aplicado de forma idêntica aos dois Grupos de pesquisa, e de maneira presencial. Os resultados foram analisados de maneira separada - avaliação do Grupo 1 e avaliação do Grupo 2 - com comparações entre os entrevistados de cada Grupo, e também de maneira conjunta, com comparação entre o Grupo 1 e o Grupo 2.

- Questões abertas: O método escolhido para análise das questões abertas foi o de categorização. A categorização consiste em se classificar elementos diferenciados, que fazem parte de um conjunto, para em seguida reagrupá-los por analogia, com critérios previamente definidos. A representação de maneira mais simplificada dos dados das entrevistas não introduz desvios no material e mostra índices antes invisíveis ao nível dos dados em bruto (BARDIN, 2010). A metodologia para o tratamento das questões abertas pode ser definida em 3 fases:

- Na primeira fase as entrevistas são integralmente transcritas a partir da gravação, incluindo risos, hesitações, silêncios e qualquer outra manifestação do entrevistado. A cada nova entrevista torna-se necessária uma abstração das entrevistas anteriores e também do próprio pesquisador. Com a transcrição da entrevista, prossegue-se uma análise temática, descrita por Bardin (2010) como uma leitura atenta para que se possa descobrir os recortes do texto que, como idéias constituintes, passarão a ser enunciados, e preposições com significados que podem ser considerados à parte. Estes se constituirão em categorias;

- Com a segunda fase formam-se categorias, para cada pergunta, de forma a explorar o material da transcrição para compreender o texto. Classificar o texto em categorias permite identificar o que cada texto tem em comum entre eles (BARDIN, 2010). Em um primeiro momento, foram encontradas 14 categorias, inicialmente separadas de acordo com as partes textuais escolhidas por sua importância.

- A terceira fase consiste no tratamento dos resultados obtidos e na interpretação das categorias definidas. As categorias foram então

analisadas e reunidas conforme a semelhança do tema, restando ao final da análise 5 categorias separadas por questão:

- 2 categorias para a questão 1: Importância da Eficiência Energética; A Sustentabilidade, o Conforto Ambiental e o Processo de Projeto;

- 1 categoria para a questão 2: O Desempenho Energético no Processo de Projeto;

- 1 categoria para a questão 3: O Regulamento de Eficiência Energética;

- 1 categoria para a questão 4: O Serviço de Consultoria para a Arquitetura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados e discussões obtidos com a aplicação da metodologia descrita, e está estruturado em três sub capítulos.

No primeiro é apresentado um panorama das respostas do Questionário demonstrado através de uma representação gráfica com as respostas fornecidas pelos entrevistados. Foi feita primeiramente a análise com os Grupos 1 e 2 individualmente, e após com os dois grupos em conjunto.

O segundo sub capítulo contém a análise das questões abertas, através da categorização do conteúdo das entrevistas e das considerações finais acerca do apresentado.

O terceiro sub capítulo trata da análise crítica do RTQ-C.

4.1. ANÁLISE QUESTIONÁRIOS

A avaliação das decisões de projeto incorporadas no questionário foi elaborada a partir de gráficos que demonstram a importância atribuída para cada decisão de projeto nos estágios de desenvolvimento. Primeiramente, é feita a análise do Grupo 1 - que utilizou o RTQ-C para etiquetar um projeto - e em seguida é feita a análise para o Grupo 2 - que não utilizou o RTQ-C.

Por fim é feita uma análise comparativa entre os dois grupos de pesquisa, discutindo-se os resultados coletados nos dois grupos.

4.1.1. Análise Questionário - Grupo 1

Para o Grupo 1 as decisões de projeto que de certa maneira estruturam esse projeto, como a definição da forma, orientação das fachadas e a definição das alturas dos pavimentos, têm importância máxima na fase de Estudo Preliminar, onde o projeto é concebido.

Os entrevistados do Grupo 1 consideraram a definição da forma como o único item com importância máxima em todas as etapas do processo de projeto. Esta importância contínua foi justificada pelos entrevistados porque não fica definida apenas nos primeiros esboços, sofrendo modificações e adequações ao longo do processo até que consigam alcançar a volumetria que julgam adequada.

A definição do pé-direito (altura dos pavimentos) geralmente explicitada nos Planos Diretores, ganha importância máxima no Estudo Preliminar, na concepção do projeto, e perde sua importância nas fases seguintes, chegando ao Detalhamento já definida.

As definições de projeto relacionadas às aberturas - como definição das esquadrias, tamanho e orientação das aberturas e aberturas zenitais não seguiram critérios similares. A definição das esquadrias,

onde efetivamente é escolhido o material das esquadrias que será utilizado, é a única decisão de projeto para o Grupo 1 que tem a importância máxima apenas na fase de Detalhamento. Porém, o tamanho e a orientação das aberturas têm seu processo inverso com relação à definição do material que será utilizado nas esquadrias. Os entrevistados não apontam tamanho e orientação das aberturas, visando à iluminação e ventilação naturais, com importância máxima, preferindo defini-las ao longo do projeto, com pouca importância no Detalhamento. Mas para as aberturas zenitais dão prioridade no Estudo Preliminar com importância máxima, e na sequência do processo especificam dimensões e tipos de material do sistema zenital.

A orientação das fachadas, para os entrevistados, tem importância fundamental no Estudo Preliminar, diminuindo ao longo do projeto por já estarem definidas. As soluções dos elementos de proteção solar são extremamente valorizadas, com importância máxima no Anteprojeto e no Detalhamento. Percebe-se que o Grupo 1 dedica muita atenção para resolver questões relacionadas ao conforto desde o início do processo projetual.

As definições de projeto relacionadas à transmitância térmica e à absorvância térmica tiveram importância maior e máxima na fase de Anteprojeto. A definição dos elementos de vedação de paredes e também a definição dos elementos de cobertura são contempladas nessa fase, com uma importância relativa na fase de Detalhamento. A definição das cores de fachadas e da cobertura, além do Anteprojeto, também tem importância máxima no Detalhamento.

A Figura 24 mostra o grau de importância dado pelos participantes do Grupo 1 para cada decisão de projeto e em cada etapa projetual.

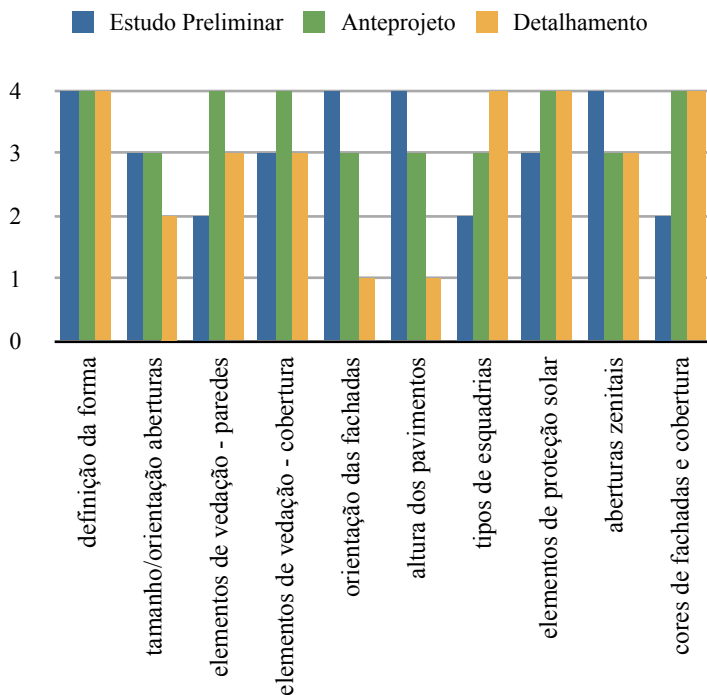


Figura 24: Grau de importância para decisões de projeto nas etapas projetuais relativas ao Grupo 1.

4.1.2. Análise Questionário - Grupo 2

Para os entrevistados do Grupo 2, a orientação das fachadas e o tamanho e orientação das aberturas tem importância fundamental no Estudo Preliminar, diminuindo ao longo do projeto. São definições de projeto relacionadas diretamente com o conforto, e que possuem valorização desde e principalmente no início do projeto.

As definições da forma e dos elementos de proteção solar têm importância idêntica: ambos ganham importância máxima no Estudo Preliminar e na fase de Detalhamento, e perdem importância na fase de Anteprojeto. Para os elementos de proteção solar, tal nível de importância no Detalhamento é justificado para que se façam ajustes e se obtenham definições sobre dimensões e tipo de material. No caso da definição da forma, pode se supor que na fase de Detalhamento o projetista aperfeiçoe a volumetria, após todas as definições feitas com o Anteprojeto.

As definições de projeto relacionadas à transmitância térmica e à absorvância térmica tiveram importância máxima na fase de

Detalhamento. A definição dos elementos de vedação de paredes e também a definição dos elementos de cobertura têm importância menor nas fases anteriores. As aberturas zenitais começam com uma importância bastante reduzida no Estudo Preliminar e alcançam importância máxima no Anteprojeto e Detalhamento.

A definição dos tipos de esquadrias tem no início do processo uma importância muito pequena frente a outras definições, crescendo no Anteprojeto e chegando ao nível máximo no Detalhamento.

A definição da altura dos pavimentos tem sua importância máxima no Estudo Preliminar, na concepção do projeto, diminuindo sua importância nas fases seguintes e chegando ao Detalhamento praticamente definida.

Constatou-se também a pouca importância que a escolha de cores para as fachadas e cobertura tem perante outras decisões de projeto. Sua importância é pequena no Estudo Preliminar, e cresce pouco durante as fases seguintes. A Figura 25 mostra o grau de importância dado pelos participantes do Grupo 2 para cada decisão de projeto e em cada etapa projetual.

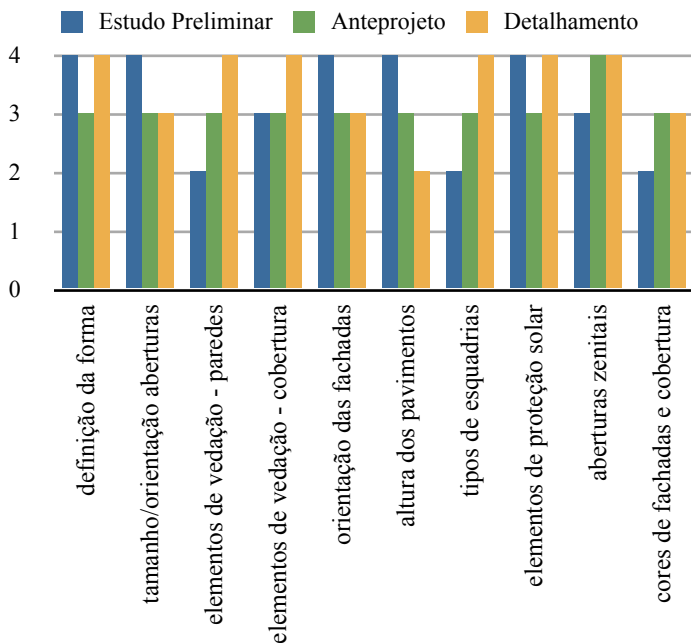


Figura 25: Grau de importância para decisões de projeto nas etapas projetuais relativas ao Grupo 2.

4.1.3. Análise Comparativa entre Grupo 1 e Grupo 2

Os dois grupos de entrevistados responderam sobre as mesmas questões referentes à importância de determinadas decisões de projeto durante o processo projetual. Alguns dados interessantes foram obtidos.

As respostas dos dois grupos sobre a importância atribuída para a definição dos elementos de vedação das paredes e da cobertura indicaram pouca importância para essas decisões na fase de Estudo Preliminar. Para os arquitetos que etiquetaram uma edificação com o RTQ-C, a importância máxima é na fase de Anteprojeto, e para os que não etiquetaram essa importância ocorre na fase de Detalhamento. As duas questões estão relacionadas às variáveis de transmitância e absorvância térmica do RTQ-C como pré-requisitos da Envoltória. A maior importância atribuída na fase de Anteprojeto, indicada pelo Grupo 1, provavelmente deva estar relacionada ao fato de que estes utilizaram o regulamento ou tiveram Consultoria para tal. A escolha das cores para fachadas e cobertura, também relacionada à absorvância térmica, foi indicada com maior importância para o Grupo 1, embora para os dois grupos ela se manifeste apenas a partir do Anteprojeto.

O outro pré-requisito da Envoltória, chamado no RTQ-C de Percentual de Abertura Zenital (PAZ), foi avaliado com a questão de aberturas zenitais. O Grupo 1 indicou importância máxima a essa questão no Estudo Preliminar, exatamente o oposto do Grupo 2. Novamente, quem utilizou o RTQ-C indicou maior importância com relação ao grupo que não utilizou.

A orientação de fachadas foi indicada pelos dois grupos com importância máxima no Estudo Preliminar. O tamanho e a orientação das aberturas visando à iluminação natural e a ventilação natural, também tiveram respostas indicando importância maior no Estudo Preliminar, com maior ênfase nessa importância pelo Grupo 2. As duas questões estão relacionadas ao Percentual de Área de Fachada (PAF) do RTQ-C. Parece claro que essas definições ocorram no lançamento do projeto, de maneira que sejam evitadas medidas corretivas, tanto em relação ao conforto quanto à eficiência energética.

No entanto, o Grupo 2 indicou importância máxima e contínua ao longo das etapas de projeto para a definição dos elementos de proteção solar, ao contrário do Grupo 1, que indica importância máxima a essa questão apenas nas etapas finais. Essa questão, relacionada aos ângulos de sombreamento, não reflete as respostas obtidas na definição da orientação das fachadas, onde a definição vem desde o Estudo Preliminar. Provavelmente, os elementos de proteção solar sejam agregados ao projeto para resolver algum problema ocasionado por limitações na orientação da edificação, ou ainda para obter o nível A.

A preocupação com a definição da forma e com a altura dos pavimentos é basicamente a mesma nos dois grupos, de maneira máxima

principalmente no Estudo Preliminar. Quanto à definição da forma, cuja importância se mantém alta em todas as fases, seja por questão estética ou pela eficiência energética, não basta só definir a forma no início do projeto, mas durante todo o processo de projeto ela necessita ser verificada e/ou ajustada.

A definição dos tipos de esquadrias foi a única decisão de projeto que apresentou as mesmas opiniões nos dois grupos de pesquisa: importância máxima no Detalhamento. Decisões que podem sofrer alterações, principalmente ajuste de ordem econômica, vão sofrer essas alterações na etapa de Detalhamento.

4.2. ANÁLISE DAS QUESTÕES ABERTAS

4.2.1. Análise por Categorias: Grupo 1

4.2.1.1. Importância da Eficiência Energética

Os arquitetos do Grupo 1, que utilizaram o RTQ-C e etiquetaram edificações institucionais, foram contundentes no que diz respeito à importância da eficiência energética. Todos afirmaram que seus projetos sofrem interferência direta dessa variável e que não projetam mais sem considerar a questão energética. Bastante citado no Grupo 2 e que será abordado no capítulo seguinte, o fator custo, tido como determinante nas definições do edifício, é visto de maneira diferente na opinião dos participantes do Grupo 1, como pode ser verificado nos trechos transcritos abaixo:

“... por ter consciência de que aumento de custo de implantação reduz custo de operação e manutenção, eu sempre procuro nos projetos gastar mais na implantação do projeto para reduzir operação e manutenção depois.” (E3)

“Bom, eu acho que já faz bastante tempo que o desempenho energético é importante [...] Tudo começou muito em função de projeto de loja, aonde me despertou bastante pra essa parte de iluminação artificial, consumo de energia... uma loja de roupas, você tem que ter destaque na roupa [...] não tem uma grande opção de iluminação que realce, muitas são incandescentes, consumo altíssimo de energia e gera calor absurdo, o que faz consumir muito mais o ar-condicionado. Então você vai pras alternativas de lâmpadas [...] aonde você aumenta a rentabilidade da lâmpada, a durabilidade dela, hora/uso [...] e abaixo o consumo violentamente e reduz o calor. Óbvio que isso [...] aumenta em cinco vezes ou mais o custo [...], mas o cliente, graças a Deus, hoje entende que aquilo é necessário...” (E1)

Ainda com relação a custos que gerem uma economia em um prazo além do investimento inicial, pode-se verificar no trecho abaixo que os argumentos corretos são importantes para justificar o gasto inicial maior em benefício do futuro da edificação.

“... eu acho que eficiência energética é importante, porque é conhecido que o prédio gasta muito mais em operação e manutenção do que ele custou pra

ser produzido, principalmente um prédio institucional [...] que vai ficar 40 anos lá... se eu reduzir a conta de luz dela durante esses 40 anos... eu acho que o desempenho energético em função dessas outras variáveis, ele não rivaliza com essas variáveis, ele complementa e induz, até.” (E3)

Ao citar que o desempenho energético complementa e ainda induz a utilização de outras variáveis, deve-se considerar que, com a crescente preocupação com a questão energética, novas tecnologias e soluções inovadoras tendem a aperfeiçoar e auxiliar o projeto.

É importante destacar o fato de que a eficiência energética está presente de forma definitiva para esses arquitetos. Sua importância frente às variáveis citadas na entrevista foi indicada com o nível máximo para todos os participantes, conforme descrito abaixo:

“Função: [...] eu achei que a função [...] ficaria melhor se tivesse uma solução de iluminação natural que ia implicar em redução de consumo. Estética: eu achei que aquele prédio ia ficar mais bonito se ele tivesse aquele telhado que ele tem; acho que o grande diferencial é aquele telhado que aquele prédio tem, que torna ele diferente, bonito. Contexto: eu acho que as soluções de baixo consumo de energia se adaptam ao contextual... ficou fácil convencer [...] de fazer aquele prédio, com aquelas características, porque estamos em um contexto histórico em que é importante passar essa imagem de sustentabilidade” (E3)

“...o consumo de energia ele tá presente em qualquer projeto meu hoje.” (E1)

“... isso é um princípio nosso.” (E2)

Segundo o depoimento, o atual cenário mundial tem a eficiência energética e a sustentabilidade como questões extremamente discutidas e presentes, e é um argumento para que elas sejam incorporadas nos projetos de arquitetura de forma efetiva.

4.2.1.2. O Desempenho Energético no Processo de Projeto

A eficiência energética aparece para os participantes do Grupo 1 desde o Estudo Preliminar como fator fundamental do projeto. Conforme os entrevistados, é nessa fase que o projeto incorpora os conceitos necessários para que o edifício possua bom desempenho energético. Em um dos trechos, é citada a experiência acumulada como principal elemento na incorporação da questão de eficiência energética no projeto. Essa importância fica bem evidente nas declarações abaixo:

“Não surge depois, surge desde o primeiro risco. É algo que nós assimilamos em função de experiências nossas até hoje.” (E2)

“Mas o estágio que eu acho que é mais significativo, mais importante, em relação à Arquitetura especificamente, e não em relação às especialidades, não aos complementares, é no estágio conceitual, no estágio de Estudo Preliminar. Eu acho que é ali que a edificação tem que nascer com uma concepção de eficiência energética... fica difícil incorporar depois, é mais fácil incorporar no início do processo de projeto; já é sabido disso e eu sigo essa lógica.” (E3)

Porém, essa importância não fica restrita apenas ao Estudo Preliminar. Ela se manifesta de forma constante em todas as etapas de projeto, sofrendo avaliações, análises e adequações até o nível de Detalhamento.

“Em todas as fases. Ela está em todas as fases. A gente trabalha isso do início ao fim. A gente já começa com essas premissas [...] Desde o início, isso bem claro.” (E2)

“Acho que já começa no início e vai indo até o final. Assim, é aquela consciência de que: aqui eu quero Sol, aqui eu não quero Sol. Então isso já vem já do início.” (E1)

A importância da experiência acumulada do arquiteto pode e deve ser utilizada no processo de projeto para que o arquiteto materialize suas idéias e faça escolhas conscientes. Os profissionais afirmam que o uso do regulamento não interfere no processo porque ele contempla variáveis que já estão presentes na rotina projetual. Um projeto baseado nas diretrizes de conforto, segundo os entrevistados, facilitará o processo de etiquetagem e será garantia de uma edificação eficiente energeticamente.

“O fundamental pro arquiteto não é dominar em minúcias o RTQ, mas sim dominar os conceitos nos quais ele vai ter que estar pautado, pra utilizar projetos que sejam fáceis de ser etiquetados [...] Acho que é isso que os arquitetos têm que correr atrás, da capacidade de fazer prédios que atendam critérios de conforto. Sejam eles etiquetados ou não.” (E3)

“Essas coisas do regulamento, de certa forma, elas já eram algo intuitivamente eu já usava. Então não houve dificuldade.” (E1)

É importante um registro acerca da afirmação sobre a tecnologia, com softwares de simulações computacionais e outros sistemas de desenho, que devem servir para auxiliar o arquiteto e dar-lhe alternativas, sem contudo torná-lo dependente ou engessar seu processo de projeto. Este fato foi abordado em outro ponto da pesquisa:

“...antes eu não dispunha de tantos recursos, pra representar tão bem em um tempo tão breve. Tanto que, de uns anos pra cá [...] hoje esse tempo é substituído pela solução virtual que ela é mais rápida e ela tem um poder de persuasão bem grande.” (E2)

Os softwares de simulação computacionais e a plataforma do Building Information Modeling (BIM) que parte de uma integração entre os projetos e os profissionais envolvidos aproximam o arquiteto de soluções mais precisas, sendo capazes de representar o comportamento dos elementos de um edifício. Com isso, agiliza-se o processo de aprovação do projeto pelo cliente, ganha-se tempo e diminuem os riscos de erros.

4.2.1.3. A Sustentabilidade, o Conforto Ambiental e o Processo de Projeto

A importância do conforto no processo de projeto, já discutida no capítulo de Revisão Bibliográfica, foi mencionada nos depoimentos coletados. Parte-se do princípio de que o próprio regulamento está pautado em decisões de conforto e de estratégias que resultarão em uma edificação energeticamente eficiente. Basear projetos de arquitetura em decisões de conforto é genérico da Arquitetura e, sem dúvida, o conhecimento adquirido é fundamental para que se obtenha sucesso na escolha de soluções arquitetônicas, seja visando o urbanismo, sustentabilidade ou eficiência energética. O conceito de sustentabilidade necessita ir além da posição errônea de marketing que representa, e cada vez mais seus conceitos devem estar presentes na concepção do projeto e nas decisões arquitetônicas. Trata-se de um desafio para o arquiteto equilibrar de forma adequada os requisitos do programa e as restrições do terreno e de legislação com as variáveis de sustentabilidade a serem consideradas (BASTOS et al., 2007).

“...eu concebi o prédio seguindo conceitos de conforto ambiental, certo. O que eu sabia que o prédio tinha que ter: elementos de proteção solar específico pra cada fachada, e isso eu fiz através de mascaramento, sem me preocupar com AVS e AHS, sem me preocupar com o que o RTQ fala mas com o que eu achava que fosse correto em termos de conforto ambiental. Procurei fazer um prédio mais alongado para as fachadas mais favorecidas e menos alongado para as fachadas desfavorecidas - para as fachadas Leste e Oeste, o prédio tem menos áreas de fachada.” (E3)

A importância da experiência e da bagagem do profissional entra nesse contexto por meio da busca por especialização e atualização do profissional para que ele aumente ou, de certa forma, recicle sua bagagem de conhecimento. A procura por alguma espécie de especialização é uma alternativa aos profissionais que, porventura, tenham alguma dificuldade técnica.

“O que poderia fazer é buscar conhecimento. Eu acho que o arquiteto tem que buscar conhecimento, o arquiteto que entende que tem deficiência na sua formação, e muitos têm... e não só na área de conforto mas em diversas áreas, [...] através de [...] cursos de sustentabilidade, conforto ambiental, pós-graduação, [...] para que possam incorporar no processo de projeto deles, já conceitos de conforto ambiental e eficiência energética e bioclimatologia...” (E3)

Vale ressaltar que não se trata de desmerecimento do profissional, mas sim, de agregar à sua bagagem de experiência um novo conhecimento, ou um conhecimento que não tenha sido consolidado durante a sua formação básica.

4.2.1.4. O Regulamento de Eficiência Energética

O Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) foi elaborado visando avaliar o desempenho energético das edificações. Até o presente momento o RTQ-C tem sua utilização voluntária e sua avaliação pode ser efetuada por meio da Fundação CERTI, que é o organismo de inspeção credenciado. Os arquitetos entrevistados no Grupo 1 tiveram edificações etiquetadas e com nível A no item da Envolvória do Método Prescritivo do RTQ-C.

Os entrevistados concordaram que o regulamento não atrapalhou seus processos projetuais e serviu como uma maneira de complementá-los. Muitos dos critérios abordados pelo RTQ-C já são contemplados no processo de projeto e o regulamento aparece como uma maneira de garantir e atestar o que já é feito.

“Foi um aprendizado sem dúvida. Como eu digo, isso agora está regulamentado. O que antes era feito pela nossa experiência de um modo, não digo empírico porque empírico não é, mas uma vez que você é um profissional que já tem experiência, já passamos por uma graduação, experiências de pós-graduação[...] mas mesmo assim tem dados pertinentes, ela acrescentou, realmente. Acrescentou até de informações para os nossos próximos trabalhos. Não tem dúvida.” (E2)

“O meu caso é interessante, porque eu não dominava o regulamento, eu não dominava o RTQ no momento em que eu concebi o prédio. Eu sabia da existência do RTQ mas eu não usei o RTQ como um artifício pra fazer um prédio que fosse eficiente segundo os critérios do RTQ.” (E3)

“...não houve dificuldade. Foi eu interpretar qual era a regra do jogo, pra gente ganhar o jogo. Se queria a certificação, sim. Mas não houve grande dificuldade porque a forma de projetar ela já tava mais ou menos na direção em que o regulamento andava. Não engessou, de jeito nenhum.” (E1)

Neste depoimento vale ressaltar que, ao “interpretar a regra do jogo”, o entrevistado parece se referir a questão da eficiência energética como marketing, embora afirme na sequência que seu processo de projeto contempla critérios necessários para alcançar um melhor desempenho energético. Porém é fato bastante comum que alguns projetos são concebidos visando o marketing que o assunto proporciona.

Em outro ponto do depoimento, um dos entrevistados demonstrou satisfação com a certificação, pois segundo ele gerou um fator de confiança junto ao cliente e aumentou a credibilidade de seu trabalho. Segundo a análise do entrevistado, a normativa causou uma impressão positiva ao atestar o projeto.

“Então essa regulamentação nós estamos aplicando. Isso nos deu uma garantia de resultado, de eficiência, qual é o impacto que isso vai ter na obra do nosso cliente.” (E2)

Houve influência do RTQ-C no processo de projeto dos 3 entrevistados, que em contrapartida afirmam que utilizar o regulamento

não lhes bloqueou para novas alternativas e muito menos modificou a maneira com que projetam.

“Eu vou dizer que 90% influenciou sim. Claro que influenciou. Porque era uma condição de projeto nesse caso[...] era um desafio, algo novo em termos de regulamentação. [...] Ele influenciou mas não atrapalhou. [...] Ele, digamos, complementou...” (E2)

“[...] o RTQ em si acabou não influenciando diretamente as decisões de projeto.” (E3)

“Eu peguei o regulamento sendo finalizado. Então a gente ia fazendo de acordo: ah, dá pra fazer 15% da área, então vou fazer os 15%. Daqui há pouco baixou pra 13, subiu pra 16, voltou pra 13... Então foram ajustes, mas acho que o projeto ele, dessa forma, a gente já discutindo antes, numa primeira reunião, tudo o que precisaria ter [...] quando ficou pronto teve o sucesso...” (E1)

Os ajustes foram feitos para definições posteriores ao lançamento do projeto, em pontos que não interferiram no partido inicial de forma abrupta, como escolha de cores e alguns materiais. Apenas um dos entrevistados citou uma mudança um pouco maior, principalmente porque envolveu a implantação da edificação em virtude de uma melhor orientação solar.

“Tivemos que mudar a orientação dos prédios, ainda em Estudo Preliminar, tivemos que adequá-lo a uma orientação solar melhor; fechando para Oeste, reposicionando os aparelhos de ar-condicionado no piso superior. [...] Tivemos que fazer uma pequena alteração no projeto, mudamos a orientação solar; tivemos que rever a nossa proposta. O Estudo Preliminar já estava basicamente lançado. Mas, tivemos condições de readequá-lo, reestudá-lo, e dali em diante ele seguiu sem maiores dificuldades.” (E2)

“...eu me preocupei também em fazer um prédio que fosse reflexivo, que fosse claro por fora. Inicialmente eu tinha pensado em utilizar as placas cimentícias na sua cor original, aí o RTQ acabou influenciando.” (E3)

“...tivemos algumas readequações nos planos da fachada, que eram revestidos com cerâmica, com cores um pouco mais fortes e nós minimizamos isso: nós não mudamos completamente, usamos cores claras onde iríamos usar cores escuras [...] Sem prejuízo do projeto nós minimizamos.” (E2)

“Daí quando eu comecei a lançar o projeto [...] como o cliente pediu num único bloco vários elementos [...] eu teria auditório, biblioteca, laboratórios, salas de aula, pátios de recreação, tudo... eu comecei a fazer um bloco meio que separado, pra desvincular um pouco um do outro [...] E isso acabou gerando acesso pra ventilação natural [...] e gerou uma volumetria própria, bacana, que foi explorada [...] e a coisa foi crescendo, graças a Deus, numa direção só.” (E1)

O formato do RTQ-C foi abordado por um dos entrevistados, que questionou sobre fatores como a não avaliação da iluminação natural e o sistema de bonificações. Embora esse sistema de avaliação não tenha efetivamente prejudicado o desenvolvimento do trabalho, algumas mudanças nos critérios do RTQ-C podem contribuir para a utilização do regulamento.

“Uma outra coisa que eu gostaria que tivesse sido melhor contemplada pelo RTQ-C, é a questão da iluminação natural. A edificação [...] é

independente de iluminação artificial durante o dia... as pessoas não sentem falta de luz e [...] a gente não ganhou nada por causa disso. A definição do telhado foi uma definição meramente à partir de conforto lumínico, que não é contemplado pelo RTQ, não existe uma bonificação do RTQ em relação à isso, a não ser o pré-requisito de que as luminárias têm que ligar independente próximo às janelas... eu senti falta disso, gostaria que tivesse uma valorização maior em função das soluções de iluminação natural utilizadas. E também em função do mascaramento correto utilizado, acho que isso seria bem importante.” (E3)

“...de qualquer maneira eu ia fazer aproveitamento de água de chuva, mesmo que não fosse uma bonificação exigida pelo RTQ. Mais por uma consciência de projeto do que pelo atendimento ao RTQ.” (E3)

Outro fator importante é o domínio pelo arquiteto das variáveis de conforto ambiental. Segundo o depoimento abaixo, ao utilizar o conhecimento que possui dos critérios de conforto e de estratégias bioclimáticas, o arquiteto aumenta as chances de êxito na eficiência energética de seu projeto.

“...se o arquiteto tem consciência, tem noção de conforto ambiental, principalmente em critérios que se fala de orientação, sombreamento, absorvidade e transmitância térmica, e se ele utilizar o que ele acredita ser bom para esses requisitos, ele vai atender o RTQ [...] ele não precisa dominar o RTQ para fazer um prédio eficiente; se ele dominar conforto ambiental ele vai fazer um prédio eficiente.” (E3)

“Na definição do telhado eu me preocupei com um telhado com uma baixa transmitância, independentemente do RTQ, eu me preocupei que o telhado tivesse baixa transmitância. Não pelo que o RTQ falava, mas sim pelos conceitos de conforto ambiental.” (E3)

Novamente fica claro nos depoimentos que a aplicação dos conceitos e estratégias de conforto favorece a utilização do regulamento, ao menos do ponto de vista de projeto para que possa atingir uma etiqueta favorável. A influência contemplada nas declarações apresentadas revelou-se como complementar e auxiliou os projetistas atestando suas decisões para a questão energética.

4.2.1.5. O Serviço de Consultoria para a Arquitetura

As edificações etiquetadas envolveram o serviço de Consultoria em todos os casos desde o início do projeto, facilitando o andamento do mesmo e fazendo com que as alterações de projeto para a etiquetagem fossem praticamente todas pontuais. O resultado foi visto com muita satisfação pelos arquitetos, que confirmaram a necessidade de fazer uso do serviço com mais frequência e em um maior número de trabalhos. O custo para se contratar um consultor também foi considerado e o respaldo do cliente para efetivar a contratação foi mencionado nos trechos que seguem:

“A parte de Consultoria, ela só vem enriquecer todo esse processo. Deveria fazer parte de todos os projetos. No futuro, vai fazer parte de um

projeto meu sempre que o cliente der o Ok de que quer, eu vou procurar. Então é uma coisa que sim, que eu gosto... pra gente ter um melhor resultado [...] Se o cliente aprovar, sim.” (E1)

“...se eu fosse arquiteto do mercado, teoricamente leigo em termos de RTQ, eu acho que é fundamental a contratação de uma Consultoria.” (E3)

“Então a Consultoria [...] pra nós ela agrega. Agrega bastante” (E2)

“...pra se obter a etiquetagem é óbvio que é necessário, porque a gente não tá por dentro de todos os cálculos [...] de como atingir aqueles índices necessários pra etiquetagem.” (E1)

A utilização de forma constante da Consultoria agregaria uma qualidade maior ao projeto e auxiliaria o arquiteto em assuntos que podem não ser de seu domínio. O serviço pode ser complementar ao processo de projeto pelo fato de que, quando inserido no início do trabalho, as modificações e os ajustes podem ser diminuídos e até evitados.

“...você sempre junta todas as disciplinas [...] pra discutir o trabalho e depois toca em frente... acho que ela te agiliza etapas, você vai chegar lá na frente com a coisa muito mais concreta e as alterações serão infinitamente menores do que você começar sozinho a coisa pra depois... E você reduz o prazo também.” (E1)

“...a hora que o projeto vai pro engenheiro, ou pro consultor, ou pra quem quer que seja que tem que ir esse projeto, ele já tem conhecimento de todo o projeto porque ele participou. [...] você não vai ter que discutir porque já tá conhecendo, são pequenos detalhes que você vai resolver. Então tem coisas dentro dessa Consultoria que é... nos passar as informações pra gente poder fazer o projeto, e a outra parte que são definir se o projeto, calcular se esse projeto passa pelas normas da etiquetagem.” (E1)

Segundo os depoimentos, a Consultoria auxiliou na compreensão do regulamento e na sua aplicação, e foi de fundamental importância para que pudessem ajustar os projetos de modo a buscar a etiqueta para o nível pretendido.

“Aprendi o RTQ, especificamente, aprendi o regulamento, e aprendi sobre iluminação artificial, alguma coisa, aprendi sobre o cálculo de iluminação artificial para conseguir chegar no nível A do RTQ.” (E3)

“Entendi também que chegar no nível A era quase proibitivo, com o regulamento antigo, no qual foi submetido o prédio, porque a gente escolheu o melhor tipo de lâmpada, o melhor tipo de luminária e não conseguia atender... então isso era uma falha.” (E3)

Ao utilizar o regulamento, o entrevistado relatou os problemas identificados com a ajuda do consultor. Segundo ele, tais questões deveriam ser melhor contempladas e carecem de análise para que sejam incorporadas ao RTQ-C.

“... Na envoltória menos, acho que o principal problema da envoltória é a questão da iluminação natural e a questão de não avaliar a orientação dos elementos de proteção solar, que eu acho que é uma falha grave... tu podes projetar elementos ineficientes e ter um bom desempenho com relação à isso... Isso foi uma coisa que eu aprendi durante o processo com o pessoal da Consultoria.” (E3)

Novamente a experiência e a bagagem profissional aparecem em um depoimento, agora como uma maneira de agilizar o processo de trabalho entre o arquiteto e o consultor. Segundo o entrevistado, ao utilizarem os conceitos de bioclimatologia e conforto em seus processos de projeto, os arquitetos alcançarão melhores resultados e uma dinâmica maior no trabalho com o consultor. Conforme já relatado anteriormente, o domínio desses conceitos e a correta aplicação deles remeterão a uma edificação eficiente que poderá alcançar uma etiqueta melhor se assim o fizer.

“... que possam fazer cursos nessa área para que possam incorporar no processo de projeto deles, já conceitos de conforto ambiental e eficiência energética e bioclimatologia, para que esse “meio-de-campo” com o pessoal da Consultoria seja mais tranquilo. Eu acho que, se o arquiteto tiver mais “expertise” nessa área ele vai com certeza conversar mais fácil com o consultor; o trabalho vai andar mais fácil, ele vai conseguir incorporar mais fácil, o consultor vai ter menos trabalho... os dois vão ter menos trabalho. O projeto tem que ser lançado com esses conceitos... é nisso que o arquiteto tem que se focar. O fundamental pro arquiteto não é dominar em minúsculas o RTQ, mas sim dominar os conceitos nos quais ele vai ter que estar pautado, pra utilizar projetos que sejam fáceis de ser etiquetados.” (E3)

Segundo o entrevistado, assim como relatado na categoria anterior, o domínio dos conceitos de projeto na área de conforto, tanto do arquiteto quanto do consultor, facilita a criação de um projeto energeticamente eficiente e facilita a interação entre os profissionais, agilizando o trabalho e minimizando o tempo e prazos.

4.2.2. Análise por Categorias: Grupo 2

4.2.2.1. Importância da Eficiência Energética

Os arquitetos entrevistados do Grupo 2 reconhecem a importância da eficiência energética dentro do contexto atual, embora acreditem que o Brasil ainda está muito distante dos conceitos de alguns arquitetos europeus, por exemplo, que fazem do tema um norteador do projeto. Variáveis como função, estética, contexto e custos ainda prevalecem e são determinantes na tomada de decisões.

“... acredito que muitas vezes a eficiência energética, o desempenho energético ainda não... o conhecimento das pessoas que trabalham com isso, os clientes, ainda não têm essa percepção... a estética tá acima, o valor econômico, os custos, tá sempre acima da eficiência energética.” (E4)

“Evidentemente que é extremamente importante, mas todos esses aspectos... são fatores que influem diretamente para poder definir se o resultado da proposta arquitetônica é efetivo...” (E7)

“É incrível mas isso, aqui, ainda não é uma condicionante... nós não somos um ZEDfactory: não importa a forma que o troço tome, o que importa é

o resultado final, a energia que o troço consome. [...] ... pra chegar a isso tens que abrir mão de coisas que são muito importantes, que são da tua formação... é como se passasse a borracha e dissesse: agora eu vou ser esta outra figura...” (E8)

Ainda é um processo lento, que poderia inclusive fazer parte da formação do arquiteto. A declaração acima dá indícios de que o patamar atingido fora do Brasil, ou que é pretendido a ser alcançado por aqui, ainda é uma barreira dentro do nosso contexto, em que construtoras e empreendedores almejam lucros imediatos. A eficiência energética não é preponderante quando se inicia um projeto, pois existem fatores que influenciam de forma mais incisiva a concepção arquitetônica. Uma das questões abordadas foi a dos limites estabelecidos pelos Planos Diretores dos Municípios. O cliente ou o empreendedor necessita, na maioria dos casos, construir o máximo para obter maior retorno no investimento. Conforme descrito em alguns pontos das entrevistas, o empreendedor não optará por construir menos unidades em seu edifício a menos que obtenha algum retorno, geralmente financeiro, a curto prazo. Isso pode ser percebido nas falas transcritas abaixo:

“Então, a primeira pergunta do cliente é: qual é o desempenho desse terreno? O quanto que eu posso construir, quanto que eu posso ocupar? Então nessas primeiras decisões, e quando você faz um primeiro esboço de organização do número de unidades, por exemplo, sejam comerciais ou habitacionais, essa questão energética ela virá somente no desenvolvimento natural do processo do projeto, que é: bom, agora que nós sabemos que o edifício tem 6 pavimentos com, por exemplo, 6 unidades de habitação em cada pavimento [...] então começamos a desenvolver o edifício pensando nas questões [...] técnicas construtivas, orientação solar, enfim...” (E5)

“... está diretamente ligado com quem fornece, digamos economicamente, os recursos para poder vir a ser realidade, materializar esta arquitetura...” (E7)

“... o vencedor da concorrência não foi talvez o melhor projeto... ou não se analisou a qualidade do projeto, mas sim os números, quanto que ele conseguiu construir. Então, infelizmente ainda estamos refêns dessa realidade aí.” (E4)

Percebe-se que, por mais que as questões relacionadas à eficiência energética de uma edificação estejam ganhando importância e despertando uma mudança de comportamento, o fator econômico ainda é soberano. Porém, a preocupação maior nesse quesito é com o custo imediato, e não com a economia a longo prazo. Fica claro que os clientes ou construtores preferem economizar na construção, relacionando essa economia com troca de materiais mais caros por outros mais baratos, ou ainda com a exclusão de elementos que contribuem para a eficiência energética.

“[...] à medida que o projeto vai evoluindo, os clientes, e principalmente pessoa jurídica, todos eles, eles já fazem uma análise de custos intermediária, e nessa análise de custos é onde [...] o projeto acaba sofrendo uma interferência significativa, e muitas vezes os elementos que seriam responsáveis por tá

melhorando o desempenho energético são retirados, ou são cortados, são diminuídos em sua extensão [...] a justificativa do desempenho energético [...] não tem uma importância maior do que o valor, os números que o empreendedor tá buscando.” (E4)

“...com relação a outras variáveis, eu não posso te afirmar que quando eu tô começando a projetar um edifício ela está dentro do nosso processo de concepção, antes da função, estética, contexto e custos. Eu não posso afirmar isso. Porque quando a gente começa a projetar os edifícios, você começa a resolver eles pela função, pela estética, e vai adequando isso à questão energética.” (E5)

Os arquitetos entrevistados sabem que ainda estão distantes do ponto considerado ideal para a eficiência energética, e que ainda são, de certa forma, reféns do sistema. Mas, de acordo com os trechos abaixo, quando incentivados a trabalharem com a questão energética, seja por meio financeiro, conceitual ou contextual, os entrevistados acreditam que podem incorporá-la ao seu processo e que o caminho para isso está em importância crescente.

“Se ele pudesse escolher trabalhar nesse que busca uma certificação, que tem uma preocupação com eficiência energética, e o outro que não tem, que não vai envolver nenhum outro escritório, que não vai envolver essa preocupação, acho que todo arquiteto acaba optando por tá envolvido nesse projeto... [...] queira ou não queira, é um aprendizado... um aprendizado que todo mundo gostaria de ter mas nem todos conseguem tá trabalhando nesse tipo de projeto.” (E4)

“... não podemos deixar de bater nessa tecla [...] porque há trinta ou quarenta anos atrás [...] era impensável... hoje é impensável não se pensar nisso.” (E8)

No caso específico de E8, o entrevistado abordou sua experiência como arquiteto, pois acompanhou a mudança de pensamento para com a questão da eficiência energética nas edificações.

Portanto, mesmo com a concorrência de outras variáveis, principalmente a econômica, o grupo de entrevistados demonstrou uma preocupação intensa com a questão da eficiência energética, manifestando intenção de incorporá-la aos seus processos, apesar de se considerarem presos aos interesses do mercado da construção civil.

4.2.2.2. O Desempenho Energético no Processo de Projeto

Os participantes do Grupo 2 explicam que a eficiência energética aparece em seus processos de projeto a partir do Estudo Preliminar, e que sua importância diminui com o decorrer do projeto. A questão econômica continua sendo um fator decisivo, mesmo quando se trata de concepção de projeto, pois é o fator preponderante para que a questão energética perca importância. Mais uma vez, pode-se entender como fator econômico a economia durante a fase de concepção e construção

do edifício. O ganho que se pode alcançar com economia de energia no futuro, não é em geral contemplado pelos empreendedores e clientes.

“Então, o que a gente percebe, na nossa prática projetual, é que nessa fase do Estudo Preliminar, a gente tem muito mais preocupação, a gente leva muito mais importância essa parte do desempenho energético. Na medida que as fases de projeto vão avançando, que vai passando do Estudo pro Anteprojeto, pro Projeto Legal, pro Projeto que nós chamamos de compatibilização depois do Executivo, essa importância com o desempenho energético vai diminuindo gradativamente [...] ocasionado por essas questões principalmente econômicas, de redução de custos.” (E4)

“Porque o desempenho energético não pode ser um item único... Eu não posso dizer aqui que eu vou dar 4, somente porque eu começo isolando ele dentro de uma variável única do processo de projeto. Ele faz parte desde a implantação do edifício. Mas, eu tenho que atender também as questões econômicas dos edifícios.” (E5)

A questão de eficiência energética dentro do processo de projeto não é tratada de forma individual, como uma variável independente. Conforme os trechos abaixo, as decisões que forem tomadas quanto à função e estética, podem e devem contemplar a questão energética. Do mesmo modo que as questões de conforto, as questões que vão determinar se um edifício é ou não eficiente, devem ser incorporadas na concepção do projeto.

“Mas eu acredito que dentro de tudo que vem sendo feito antes, o desempenho energético já está embutido nas decisões anteriores. Não é um item que você separa na cabeça e vai resolver depois. Eu acho que ele já tá embutido no processo de projeto.” (E5)

“...na verdade quando eu tomo uma decisão funcional ou estética, essa já vem junto de certa forma, ela tá embutida, porque isso já vem desde o lançamento inicial. [...] Cada decisão arquitetônica que eu fizer nisso aqui, vai gerar uma consequência aqui. [...] se eu encaro dessa forma, é desde o início.” (E6)

“Evidentemente que tem que incorporá-lo desde o começo, certo? Esse critério particular que estamos falando seria o desempenho energético, então se não se pensa desde o princípio, depois é impossível poder adicioná-lo com o resto das outras decisões... tem que ser desde o começo, senão não dá.” (E7)

“Eu te diria que isso tudo, que está “built in”, que está no chip, no processador principal, já nasce no início. Mas acho que as idéias, as sacadas de melhoria, de condicionantes, tem como determinar já no estudo preliminar em uma fase mais avançada. As coisas básicas já nascem lá no início.” (E8)

A variável da eficiência energética, para estes entrevistados, é resultado da combinação de vários fatores e várias condicionantes que devem aparecer na concepção do projeto e tem que estar implícita nas decisões de projeto, culminando em um melhor desempenho energético da edificação projetada, pois eles supõem que a solução já nasce com o projeto, como uma espécie de geração espontânea, intuitiva.

4.2.2.3. A Sustentabilidade, o Conforto Ambiental e o Processo de Projeto

A questão da sustentabilidade e do conforto no processo de projeto também surgiu no Grupo 2. Para os entrevistados essas questões estão incorporadas com sua arquitetura e devem sempre ser consideradas.

“... é uma questão que se explora muito aqui no escritório, a questão da função e estética elas são até mais prioritárias... Só que hoje, cada vez mais acho que essas questões estão andando juntas, não dá mais para separar.” (E6)

“E eu já não consigo mais nem finalizar um projeto e nem começar nenhum projeto, sem considerar as questões de sustentabilidade. Porque se eu não tocar nesse assunto, o cliente vai tocar em algum momento. É um compromisso [...] do arquiteto.” (E5)

Embora alguns clientes ainda entendam que a sustentabilidade é uma questão de marketing, essa talvez seja uma solução para que a questão seja vista além do marketing que representa, sendo incorporada ao processo de projeto e também aos escritórios de arquitetura.

A pesquisa de Bastos et al. (2007) aponta para a necessidade em se promover uma revisão nas normativas, códigos e planos diretores, visando a sustentabilidade. Nela são citados os problemas relacionados às ilhas de calor, iluminação e ventilação naturais, circulação viária, poluição urbana e os serviços de infra-estrutura urbana.

Frampton (2008) complementa o texto acima, citando que as práticas sustentáveis vão mais além ainda da otimização dos conceitos de conforto e o uso de fontes renováveis, e devem contemplar a eliminação dos resíduos e da poluição até reduzir a quantidade de energia incorporada nos materiais construtivos. Para os entrevistados a integração da sustentabilidade na vida arquitetônica tem que chegar definitivamente aos escritórios de arquitetura, que sentem necessidade de incorporar os conceitos de sustentabilidade em seus trabalhos, conforme pode ser percebido nas falas abaixo:

“E voltando de novo à questão [...] eu acho que se transformou a sustentabilidade num item à parte da Arquitetura... parece que hoje a sustentabilidade é um item à parte da Arquitetura. E ela precisa ser anexada à Arquitetura ou incorporada na Arquitetura.” (E5)

“... fazer uma Arquitetura com qualidade, interpretando o contexto, considerando essas questões de orientação solar, massa mais sólida, transparência. Porque isso na verdade faz parte da formação do arquiteto.” (E6)

A incorporação da sustentabilidade aos escritórios de arquitetura passa pela consideração dos requisitos energético-ambiental, sócio-cultural e econômico pelos escritórios nos projetos de edificações e envolve, segundo Bastos et al. (2007), uma interação multidisciplinar com o arquiteto servindo como mediador nessa interação.

4.2.2.4. O Regulamento de Eficiência Energética - RTQ

Todos os participantes do Grupo 2 sabem da existência do regulamento brasileiro para eficiência energética das edificações, mas praticamente desconhecem o seu uso e como se dá sua aplicação e sua efetivação. Existe uma evolução quanto ao conhecimento da questão, mas essa evolução é ainda insuficiente para fazer com que a questão seja vista com mais ênfase no processo de projeto e na indústria da construção.

“Nunca usei o RTQ-C. Sei que existe, mas nunca o estudei.” (E6)

“Praticamente desconheço... é uma tristeza mas é isso aí...” (E8)

“Eu sei, já escutei em algumas palestras [...] falando sobre isso... mas até hoje eu nunca vi, nunca utilizei... Como eu te falei, eu sei o conceito, sei que seria obrigatória a utilização... participamos de alguns eventos que usaram esse tema, e a gente vê que principalmente o pessoal que constrói, o pessoal das construtoras, [...] têm uma certa preocupação mas eles não... só fica na preocupação, não tem ação...” (E4)

“Não usei. Mas acho que é fundamental regulamentar para poder ter parâmetros bem definidos do que se trata essa eficiência energética, senão fica sem mensuração e é impossível poder determinar a eficiência.” (E7)

O que pôde ser averiguado por meio das conversas, é que existem fatores que podem ser considerados responsáveis por esse avanço lento na utilização do RTQ-C, como divulgação e obrigatoriedade.

“Nós temos uma divulgação muito pobre...” (E8)

“No Brasil mesmo só se for obrigatório... se não for obrigatório as coisas não funcionam.” (E4)

A obrigatoriedade da aplicação do regulamento é uma maneira segundo E4, de fazer com que clientes e construtoras sejam obrigados a usar o RTQ-C. Para o entrevistado, sem a obrigatoriedade a sensação que fica é a de que não há um benefício imediato e a aplicação do regulamento não é necessária. Esse argumento ficou claro em um exemplo citado no trecho abaixo:

“Teve um cliente nosso que quando ele soube disso ele ficou: não, precisamos rever o nosso projeto, precisamos adequar, etc, etc... ele é dono de uma construtora... e quando ele descobriu que o projeto dele já havia sido aprovado sem essa necessidade, sem essa exigência, e que ela não se aplicaria no primeiro momento pra edificações do cunho que ele tava se propondo, ele já: não, esquece isso aí que agora não tem mais importância.” (E4)

Essa situação envolve a aprovação de projeto nos órgãos municipais. Para tanto, não é necessário que o Projeto Arquitetônico tenha, por exemplo, todas as Elevações e o nível de detalhamento é bastante reduzido, o que em alguns casos pode desencorajar o cliente para etiquetar sua edificação, com uma interpretação equivocada de que vai gastar mais para fazer algo que do ponto de vista burocrático não é necessário. Por outro lado, a pesquisa também mostrou que o fato de

receber uma etiqueta pode vir a estimular o cliente para ter sua edificação como referência frente aos órgãos de imprensa ou da opinião pública, até como uma questão de marketing. O fator político pode ser uma saída para a divulgação, visto que os governantes podem tirar partido disso por terem executado obras etiquetadas e eficientes energeticamente.

A questão das limitações de regulamentos, normas e certificações, também foi citada nas conversas. Conforme a opinião de um dos entrevistados, o arquiteto deve incorporar o regulamento em seu processo de maneira que possa auxiliá-lo e também orientá-lo na busca de soluções. Outro ponto citado no trecho abaixo sugere uma redução de impostos de acordo com o investimento e com a redução de energia alcançada, como uma espécie de incentivo aos clientes.

“Toda a normativa tem esse problema, evidentemente... bem, é o desafio do arquiteto de poder conseguir driblar, digamos, o engessamento possível, como para poder alcançar, incorporar esse critério normativo que inclusive é necessário não somente para quantificar senão também para poder determinar [...] incentivos em função do grau de rendimento que se pode vir a alcançar [...] do ponto de vista de impostos.” (E7)

Apenas um dos entrevistados do Grupo 2 afirmou que conhece o regulamento, pois o aplicou em um de seus projetos, auxiliado por um Consultor. Mesmo não tendo dado seqüência ao processo de etiquetagem, a experiência se mostrou positiva. O regulamento influenciou no projeto citado, pois após serem feitos os cálculos de inclinação do Sol e de incidência solar, foram alteradas as inclinações dos brises e modificada a solução para as aberturas zenitais.

“Ele influenciou, porque justamente no zenital, no item uso de aberturas zenitais, nós tínhamos uma abertura zenital plena ao Sol. Nesses cálculos, isso aquecia demais o átrio do edifício, e nós mudamos toda a solução de zenital com sheds e outras soluções, e fazendo cálculos com inclinação da entrada do Sol, e isso mudou a arquitetura, porque era uma área muito grande e isso mudou. Mudou também a inclinação dos brises, que eram brises verticais pré posicionados, e isso foi feito o cálculo. Mudou a cor global da edificação, de prata pra branco...” (E5)

Entretanto, conforme o próprio entrevistado, não houve prejuízo ao processo de criação justamente porque os conceitos de conforto e arquitetura bioclimática já estavam incorporados. O regulamento serviu como aferição às soluções encontradas.

“Não prejudicou o processo de projeto. Porque como nós já tínhamos orientado o edifício pra orientação solar mais adequada em função dos usos, o processo entrou mais pra ajustar o que nós já tínhamos estabelecido inicialmente.” (E5)

Destaca-se ainda que a eficiência energética teve papel predominante e foi inclusive respaldada pelo fator econômico. Essa situação vai contra a opinião anterior desse mesmo grupo, na qual o fator econômico prevalece em praticamente todos os casos, fazendo com

que a questão da eficiência energética acabe por ficar em outro plano. A opção pela questão da eficiência energética frente à estética e o contexto se deu por conta da economia que seria gerada em um prédio com uma área consideravelmente grande e de caráter público. O entrevistado cita a flexibilidade em algumas de suas convicções, ponderadas diante de alternativas que eventualmente surgem e são analisadas e discutidas.

“Nós inclusive sacrificamos uma relação do edifício com uma praça muito importante... fechamos o edifício... e que isso em Arquitetura, teria ficado muito melhor a relação do edifício com essa praça se ele fosse mais amplamente aberto, com vidro mesmo [...] e nós aceitamos fechar mais pra valorizar mais a questão energética do edifício e menos a relação de visuais do edifício com esse entorno. Nós... a palavra é essa mesmo, sacrificamos a relação de visuais do edifício com o entorno pra atender mais a questão energética do edifício. Porque o edifício tinha 100.000m², muito grande... e o impacto de economia energética... nós preferimos priorizar a economia em função do contexto.” (E5)

“Porque num edifício muito grande, esse impacto, ainda mais prum edifício público, isso é dinheiro público, então a gente preferiu, digamos, ser bastante éticos com recursos públicos. Nesse caso o regulamento ajudou, e foi fácil porque, claro que como arquiteto você quer manter aquela imagem do início ao fim, mas nós temos uma tolerância.” (E5)

O mesmo entrevistado também cita que, ao considerar a questão de eficiência energética desde o início do processo, etapas poderão ser vencidas e o resultado será bom. Essa afirmação vai ao encontro do que foi percebido no Grupo 1, que considera a eficiência energética como consequência de um projeto pautado em requisitos de conforto.

A crítica percebida no depoimento fica por conta de que o entrevistado acredita que não existe uma valorização do profissional quando suas decisões são comparadas às simulações feitas pelos diversos softwares computacionais, no sentido de que o profissional possui uma bagagem que lhe confere a experiência necessária para projetar pensando na eficiência energética.

“Mas eu volto a dizer, que eu acho que um bom projeto, um bom arquiteto, considera as questões energéticas desde o início da concepção, e não fica escravo, dependente, apenas de uma certificação que afere [...] ser sustentável ou não um edifício. [...] não devemos desconfiar da capacidade dos profissionais de que os edifícios tenham já grandes decisões sustentáveis no processo de projeto. Eu penso que devemos tomar muito cuidado pra não desconfiar mais da capacidade humana, e confiar que são os softwares que vão resolver ou dizer pra nós arquitetos o que deve ser feito.” (E5)

4.2.2.5. O Serviço de Consultoria para a Arquitetura

O uso do serviço de Consultoria é uma atividade em que um profissional emite um diagnóstico e/ou aponta soluções sobre um assunto ou uma especialidade. Na Arquitetura esse profissional pode ser um especialista na área de Conforto Ambiental, Eficiência Energética,

Condicionamento de Ar, entre outras. A intenção é poder compartilhar sua experiência e apontar soluções que possam acrescentar melhores alternativas em um projeto. Todos os participantes do Grupo 2 utilizaram, em algum momento, a Consultoria em seus trabalhos e o serviço é visto com bom grado pelos entrevistados, conforme os trechos abaixo:

“Nós fizemos projetos de alguns edifícios que num primeiro momento se buscava uma certificação. [...] foi desde o início então [...] teve a participação de uma pessoa específica na parte de eficiência energética...” (E4)

“... para o desenvolvimento de projetos que queriam ser certificados com o LEED... Então para esses projetos nós conseguimos e fomos assessorados para conseguir essa certificação.” (E7)

“... já esboçamos para Y... Houveram esboços, pois como estávamos no início foi tudo bem pensado para isso. É bem bacana pois tem todas as simulações e tal...” (E8)

“Nunca fiz pra etiquetagem. Pretendo incrementar cada vez mais Consultoria. Uso serviços de Consultoria e pretendo utilizar com mais frequência.” (E6)

“Eu acho que todo projeto na medida que puder ter esse serviço, é indispensável para desenvolver o projeto corretamente.” (E7)

As entrevistas apontaram para soluções interessantes, com perspectivas de integração não somente interdisciplinar, mas também corporativas. A incorporação de um profissional envolvido com os aspectos dinâmicos e técnicos do regulamento, ou de outra área, no escritório seria ideal para criar a interação necessária desde o início do processo.

“Eu acho que os escritórios precisam começar a incorporar pessoas que tenham essa especialização, pra auxiliar desde o início nas decisões de projeto. Pra que isso não fique como uma aferição posterior ao processo de projeto.” (E5)

A utilização desse serviço desde o início do processo de projeto também é considerada essencial para que se obtenham bons resultados. Segundo os entrevistados, a participação do consultor após as fases iniciais do processo não vai ser suficiente para reverter uma solução equivocada e servirá apenas para atenuar algum eventual problema.

“Então o meu desejo no futuro, é que a gente possa ter dentro do corpo de trabalho do escritório um setor de pessoas que possam dar atenção específica sobre isso. Porque como o processo de projeto é muito rápido, de concepção e já dar resposta pra cliente, [...] precisa ter alguém que possa estar junto nesse processo, porque não dá pra fazer tudo ao mesmo tempo [...] Da maneira como tá [...] hoje cada item tem a sua etapa. O ideal é que tudo possa ser agregado no mesmo processo, no mesmo arranque.” (E5)

“... não adianta nós concebermos o projeto, evoluirmos numa etapa de Estudo Preliminar, Anteprojeto, e só chamar essa consultoria, só chamar essas pessoas nessa fase... ou seja, é paliativo...” (E4)

“Tem uma metodologia que se baseia fundamentalmente na participação das decisões de desenvolvimento de projeto desde o começo [...] Então, esse

trabalho interdisciplinar é fundamental que se venha a realizar desde o começo do lançamento do programa de projeto.” (E7)

“... que eu pudesse ter, dentro do nosso corpo de trabalho, alguém [...] já abordando as questões de cálculo, de envoltória e de aferição já aqui no início... As experiências que nós temos no escritório foram feitas aqui: do Anteprojeto pro Detalhamento, mas não no Estudo Preliminar. E é aqui que eu vejo que ainda tem uma brecha [...] de incorporar esse conhecimento.” (E5)

As modificações que invariavelmente surgem em um processo de consultoria e são discutidas e avaliadas, devem efetivamente contribuir com o resultado pretendido tanto pelo arquiteto quanto pelo consultor, modificando-se ou aperfeiçoando-se pontos de conflito em busca da alternativa mais satisfatória.

“Então a gente teve que rever algumas questões, mas isso tá intrínseco ao processo projetual, então toda a hora a gente tá indo e voltando, indo e voltando, e assim é que é o processo de projeto... [...] uma questão que acreditamos que não tem limitação nenhuma. [...] é um projeto prazeroso de fazer com esse intuito assim... todo mundo se envolveu...” (E4)

“Então, essa talvez é a interdisciplina que se pode alcançar [...] em um processo totalmente dinâmico de consulta permanente na tomada de decisões. Então se tem que insistir também em uma forma operativa de decisões, que se podem ser transmitidas rapidamente ao conjunto da equipe, para que a incorporem como condicionantes na elaboração do projeto específico.” (E7)

Da mesma maneira que ocorreu no Grupo 1, o custo da Consultoria também deve ser considerado na utilização do serviço. O serviço pode se tornar inviável caso o arquiteto ou escritório de arquitetura necessite arcar com os honorários de um consultor, sem obter respaldo do cliente para efetivar a contratação. Isso pode ser visto nos trechos que seguem:

“...quando a gente tem algum cliente assim, ou quando a gente almeja essa perspectiva de certificar, ou que a gente julgue que tenha aquele cliente potencial, que ele acredita naquilo, que ele vai querer investir nisso, que ele compra essa idéia, aí nós chamamos [...] um escritório especializado em eficiência energética pra tá trabalhando juntos desde o início.” (E4)

“O que eu vejo é que isso ainda aparece como um custo extra a ser vendido pros investidores ou pros clientes. O interessante seria que isso pudesse ser incorporado dentro dos escritórios de arquitetura.” (E5)

Como para que comprovar esse desejo manifestado pelo grupo de entrevistados, o trabalho de Samuelson et al. (2012) elaborou uma pesquisa com arquitetos de diversos locais, sobre modelos energéticos para avaliar a eficiência de seus projetos. Em uma pergunta sobre a performance energética de seus projetos, 25% dos entrevistados disseram utilizar serviço de Consultoria desde o início do projeto, e 34% já trabalham com um consultor em todos os projetos. Outros 26% somente fizeram uso do serviço na fase final do projeto, buscando uma certificação LEED, e declararam que seus projetos foram afetados significativamente.

Os resultados dessa pesquisa evidenciam a utilização do serviço de Consultoria no início do processo como uma tendência positiva, ao menos na questão da eficiência energética.

4.2.3. Considerações Finais - análise das questões abertas

Os resultados obtidos e descritos nos dois subitens anteriores mostram que hoje a preocupação dos arquitetos entrevistados com a questão da eficiência energética é constante e presente nos seus processos de projeto. Os arquitetos que utilizaram o RTQ-C colocam essa questão a frente de outras variáveis, enquanto os arquitetos do Grupo 2 acreditam que ainda há um longo caminho até que a eficiência energética prevaleça, principalmente frente a variável financeira. Os entrevistados acreditam que essa variável está implícita em suas decisões de projeto e que, portanto, não é tratada de forma independente.

Os participantes do Grupo 1 a vêem de forma diferente: incorporada no início do processo projetual, deve se manifestar de maneira constante em todas as etapas do processo, e nas fases mais adiantadas vai sofrer apenas alterações e ajustes pontuais.

A questão da sustentabilidade no processo de projeto foi abordada e discutida, devendo, segundo a opinião dos entrevistados no Grupo 2, ser incorporada de maneira efetiva aos escritórios de arquitetura, pois os entrevistados sentem necessidade de utilizar os conceitos de sustentabilidade em seus trabalhos. Os participantes do Grupo 1 também concordam com a integração dos conceitos de sustentabilidade e de conforto no processo de projeto, e acreditam que deva existir uma atualização (ou reciclagem) do conhecimento para os profissionais que sintam ter alguma dificuldade técnica.

O RTQ-C influenciou o processo projetual dos entrevistados, principalmente em ajustes do projeto em questões de dimensionamentos e definições na fase de Detalhamento. Porém, essas definições não atrapalharam ou bloquearam o processo de projeto, pois não interferiram na concepção. O regulamento revelou-se como complementar aos arquitetos, auxiliando-os em atestar suas decisões para a questão energética. Os participantes do Grupo 2 praticamente desconhecem o RTQ-C e creditam o fato principalmente a não obrigatoriedade em sua utilização.

O serviço de Consultoria na área de Conforto e Eficiência Energética foi utilizado por todos os arquitetos que etiquetaram edificações no Grupo 1, e o resultado foi considerado bastante satisfatório. Se inserida nas etapas iniciais do projeto, a Consultoria, segundo os entrevistados, pode diminuir ou até evitar modificações e ajustes. A bagagem profissional pode ser essencial para o trabalho entre arquiteto e consultor, pois facilita a comunicação entre ambos e resultados melhores podem ser alcançados. Os arquitetos do Grupo 2

também utilizam o serviço de Consultoria e o vêm com bom grado. Acreditam que a utilização do serviço deve ser mais do que específica para um projeto ou assunto, e que um consultor deve fazer parte da equipe que compõe o escritório.

4.3. ANÁLISE CRÍTICA DO RTQ-C

Este capítulo apresenta uma avaliação crítica do RTQ-C, do ponto de vista projetual, com o objetivo de identificar a influência de suas limitações no projeto arquitetônico e na eficiência energética destes.

4.3.1. Os Sistemas do RTQ-C

Como descrito anteriormente, o RTQ-C classifica a eficiência energética das edificações, por meio da avaliação ponderada de três sistemas: Envoltória (30%), Sistema de Iluminação (30%) e Sistema de Condicionamento de Ar (40%).

Mesmo fazendo parte de um conjunto e avaliados em uma mesma equação, o RTQ-C não faz uma integração entre os três sistemas que o compõem. Envoltória, Sistema de Iluminação e Sistema de Condicionamento de Ar são vistos de maneira independente. O arquiteto tem autonomia sobre o desenho da envoltória, mas de certa forma, não tem a mesma influência sobre o projeto do Sistema de Iluminação - que avalia a Densidade de Potência - e sobre o Sistema de Condicionamento de Ar - que avalia a eficiência dos equipamentos. Esta pesquisa trata somente sobre a Envoltória, que uma vez desenvolvida a partir do referencial da redução da carga térmica, deveria impactar no projeto do sistema de condicionamento de ar, tanto quanto o Sistema de Iluminação artificial.

De certa maneira, a integração desses três sistemas ocorre somente na Equação Geral do Nível de Eficiência Energética, onde existe uma relação de pesos na busca de considerar a influência de cada sistema na classificação geral da eficiência da edificação.

4.3.2. Fator de Forma (FF)

O Fator de Forma está relacionado ao envelope construtivo e é determinado através da razão entre a área da envoltória e o volume total da edificação. É um modo de expressar a relação entre a área de superfície externa do edifício e o espaço interno útil, a fim de comparar edificações com diferentes volumetrias.

Durante o processo de projeto de um novo edifício, a definição da forma é um dos aspectos mais importantes a ser considerado, desde a concepção do projeto até a influência no entorno e no consumo de energia, com influência direta no desempenho energético de um edifício.

A Figura 26 mostra uma comparação entre formas diferentes com o mesmo volume total e com valores diferentes para o Fator de Forma.

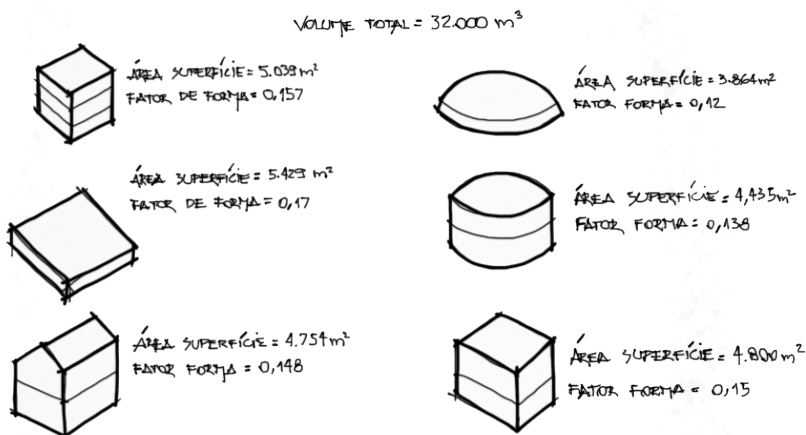


Figura 26: Exemplos de diferentes volumetrias com seus respectivos FF.

(Fonte: adaptado de Watson e Labs, 1983)

Quanto mais compacta a forma de uma edificação, menor será a influência da área de fachada em relação ao seu volume interno. Na figura acima, o formato de 'cúpula', por exemplo, possui o mesmo espaço com menor área de superfície e menor FF, podendo ser considerado como o mais eficiente termicamente, pois sua forma hemisférica diminui a superfície de contato com o ar e minimiza as trocas de calor. Porém, o regulamento em seu método prescritivo não avalia de forma adequada esse tipo de volumetria.

No entanto, ao valorizar o FF mais compacto, reduzindo as áreas de troca de calor por condução, pode ocorrer um prejuízo para a iluminação natural e a ventilação natural, conforme demonstrado na Figura 27, onde os modelos têm o mesmo Volume e mesmo número de salas, mas possuem diferenças no FF.

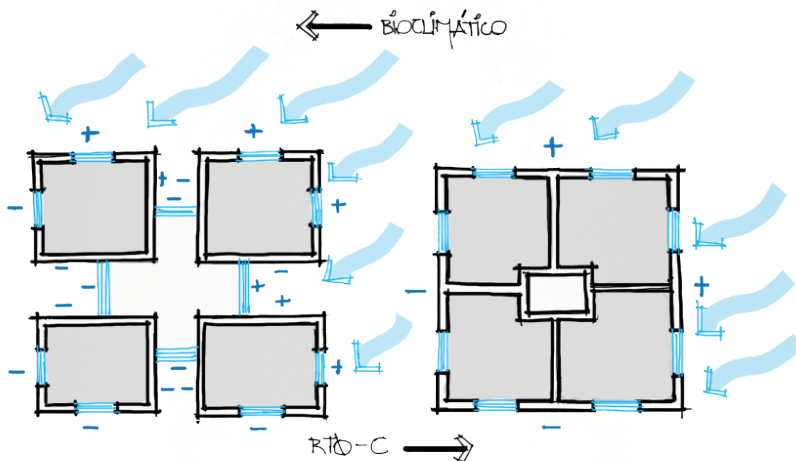


Figura 27: Aproveitamento bioclimático para diferentes formas de volumetria

O regulamento poderia estimular estratégias bioclimáticas como, por exemplo, estratégias de ventilação. Essas estratégias promovem a troca de calor do ambiente e ajudam a diminuir a sensação de calor, estimulando um menor uso dos equipamentos de condicionamento de ar e diminuindo o consumo de energia (BROWN & DEKAY, 2004). Como estratégia de projeto, aberturas em fachadas opostas ou adjacentes e plantas livres que permitam a circulação do ar são boas soluções nesse sentido. Em uma malha urbana densa, pode-se tirar partido do uso de pilotis (Figura 28), afastando a edificação do solo e criando uma passagem para o vento sob o edifício, direcionando-o aos andares acima através da ventilação por efeito chaminé (Figura 29). O RTQ-C não considera no cálculo do FF as áreas utilizadas como garagem e que não são de permanência prolongada. Os pilotis de uma edificação, por exemplo, não são contabilizados no cálculo do FF e podem ser uma boa estratégia de projeto para promover a perda de calor.

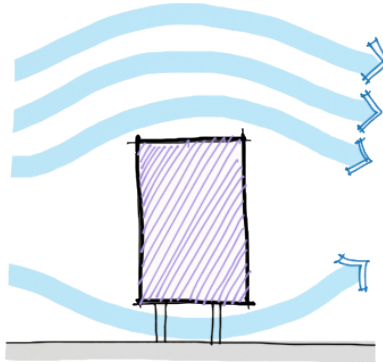


Figura 28: Ventilação através de pilotis

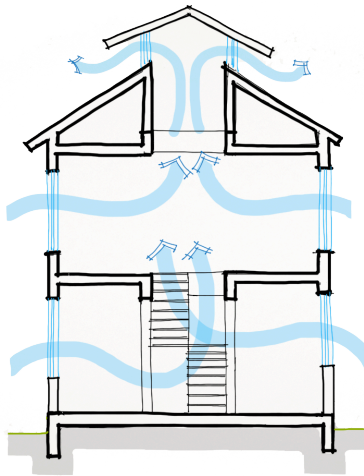


Figura 29: Efeito chaminé

Existe, portanto, uma limitação no método prescritivo para a avaliação de formas complexas, sendo mais adequada a avaliação pelo método de simulação. A questão dessa limitação da variável Fator de Forma foi justificada por Carlo e Lamberts (2010), pela opção de basear a equação do RTQ-C apenas nos modelos representativos das edificações mais comuns no Brasil, não abrangendo as edificações com volumes pouco comuns, muito pequenos ou muito grandes, e que a volumetria da edificação é realmente uma limitação. Entretanto, essa limitação do regulamento não pode e nem deve interferir na capacidade de criação do arquiteto.

4.3.3. Fator Solar (FS)

O Fator Solar informa qual a porcentagem da radiação solar incidente que atravessa os diferentes fechamentos de uma edificação. Da mesma maneira, o RTQ-C trata do Fator Solar para elementos transparentes ou translúcidos, entendido como a razão entre a quantidade de energia solar que atravessa a janela pelo que nela incide. O regulamento adota o mesmo conceito do fenômeno físico e acaba deixando claro que, quanto menos aberturas, melhor para conseguir um nível de classificação mais alto.

O uso de vidros com FS baixo influencia na redução de ganho de calor solar, porém, diminui o aproveitamento da luz natural, agindo no aumento do consumo energético para a iluminação dos ambientes internos. Basear decisões de projeto na eficiência do vidro das aberturas e dispensar elementos de proteção pode não ser uma alternativa viável quando se tem uma grande área envidraçada, pois mesmo um fator solar baixo pode não compensar o ganho térmico dessa área.

Segundo Carlo e Lamberts (2010), os fabricantes de vidros informam que não é necessário o uso de proteções solares em grandes áreas envidraçadas, pois baseiam o alto desempenho dessas fachadas na qualidade do vidro. Essa eficiência não é descrita apropriadamente pelo método prescritivo do regulamento, que não avalia de forma adequada os vidros de alto desempenho.

4.3.4. Transmitância Térmica (U) e Absortância Solar (α)

As variáveis de transmitância térmica e absortância solar referem-se às trocas de calor pelo envelope e aos tipos de materiais que podem ser utilizados nas edificações. A transmitância térmica indica quanto de calor atravessa um fechamento quando houver diferença de temperatura entre suas faces (a mesma se dá em função das espessuras e condutibilidade térmica dos materiais envolvidos). A absortância solar mostra a porcentagem de radiação solar que é absorvida por uma superfície.

O RTQ-C considera a transmitância térmica e a absortância solar como pré-requisitos para a classificação do nível de eficiência energética da envoltória. No entanto, o regulamento não apresenta de forma clara a correlação entre transmitância e absortância. A equação do Fator Solar de elementos opacos (FS_o) estabelece a relação entre a transmitância solar e a absortância solar, representada pela Equação 1 (ABNT, 2005):

$$FS_o = 4 \cdot U \cdot \alpha$$

Equação 1

Onde:

U = transmitância térmica (W/m².K) α = absorptância térmica (adimensional)

Como exemplo, em uma parede de *steel frame* que possui um valor de transmitância térmica baixo (U = 0,49 W/m².K) pintada com uma cor escura ($\alpha = 0,7$), o Fator Solar dessa parede será 1,37. O mesmo cálculo para uma parede composta por bloco cerâmico de 6 furos, com dimensões de 9,0 x 14,0 x 24,0 cm e revestimento interno e externo com 2,5 cm de argamassa (U = 2,43 W/m².K), bastante utilizada na construção civil brasileira, pintada com cores claras ($\alpha = 0,2$) resulta em um Fator Solar 1,94. Mesmo utilizando cor escura, um fechamento opaco com baixa transmitância térmica ainda apresenta valores de troca de calor mais baixos do que no segundo exemplo (conduz menos calor o suficiente para permitir um α maior).

Deve-se considerar também a relação entre a transmitância térmica e a quantidade de área envidraçada. Uma edificação com grande área envidraçada e fechamento opaco de baixa transmitância térmica, terá um grande aquecimento do espaço interno em função da radiação solar direta. A baixa transmitância térmica reduz a perda de calor, gerando necessidade de resfriamento (condicionamento de ar). É necessário ressaltar que cada clima possui necessidades diferentes. Uma grande área envidraçada será bem aceita para uma localidade que necessite de aquecimento.

O pré-requisito de absorptância solar determina que a absorptância a ser considerada é a média ponderada das absorptâncias de cada parcela das paredes ou cobertura. Sendo assim, pode-se trabalhar com cores que estejam fora da faixa de absorptância limite, desde que na ponderação não ultrapasse esse limite. Para determinados materiais (como telhas metálicas, por exemplo) alguns fabricantes disponibilizam a combinação de cores, onde é possível chegar a valores desejados, trabalhando com cores diferentes.

Com referência à absorptância solar, o RTQ-C fixa que seu valor seja menor do que 0,5, ou seja, os materiais de revestimento externo devem absorver menos de 50% da radiação solar incidente. Cores claras possuem absorptâncias entre 0,2 e 0,5 e as escuras possuem absorptância entre 0,7 e 0,9. Desta forma, o regulamento induz para a utilização de cores claras.

O regulamento permite a utilização de cores mais escuras em pequenas áreas, desde que a absorptância ponderada fique abaixo de 0,5, ou em elementos arquitetônicos anexados à fachada, que não fazem parte do cálculo ponderado da absorptância solar, como portais, brises, marquises, pérgulas, entre outros.

4.3.5. Percentual de Abertura Zenital (PAZ).

Sistemas de iluminação zenital são alternativas interessantes para conseguir iluminação natural através das coberturas de ambientes que não tem possibilidade de iluminação pelas laterais, como subsolos ou edificações situadas na extrema do lote, ou ainda quando se trata de grandes espaços e átrios. Segundo Vianna e Gonçalves (2007), iluminações zenitais distribuem a luz natural de forma mais homogênea.

A literatura considera como abertura zenital aquela situada na cobertura da edificação. Na abordagem feita pelo RTQ-C, somente as aberturas que possuem inclinação abaixo de 60° são consideradas como aberturas zenitais. Acima de 60° a abertura passa a ser contabilizada no cálculo do Percentual de Abertura de Fachada (PAF), mesmo se essa abertura estiver localizada na cobertura.

Com o uso de uma abertura zenital e a possibilidade de iluminação natural no ambiente interno, podem ocorrer reduções no consumo de eletricidade em iluminação (LAMBERTS et al., 2004). O RTQ-C fornece os limites do PAZ de acordo com o Fator Solar do vidro (Tabela 3). Se o PAZ de uma edificação ultrapassar 5% da área da cobertura, o método de simulação deverá ser aplicado visando obter classificação “A” ou “B”. Os limites do FS relacionado com o PAZ foram definidos na forma de compensação, ou seja, quanto maior a área de abertura zenital, menor deve ser o Fator Solar do vidro, como uma forma de equilibrar esse aumento na área de abertura na cobertura.

Tabela 3: RTQ-C - Limites de Fator Solar dos vidros conforme o percentual de abertura zenital.

PAZ	0 a 2%	2,1 a 3%	3,1 a 4%	4,1 a 5%
FS	0,87	0,67	0,52	0,30

Fonte: RTQ-C (MME, 2010)

Para o cálculo do PAZ, o RTQ-C não considera as horas de insolação, apenas o tipo de vidro (relacionado ao Fator Solar) e o tamanho da abertura. A Figura 30 demonstra uma situação comum nos edifícios e que o regulamento não contempla:

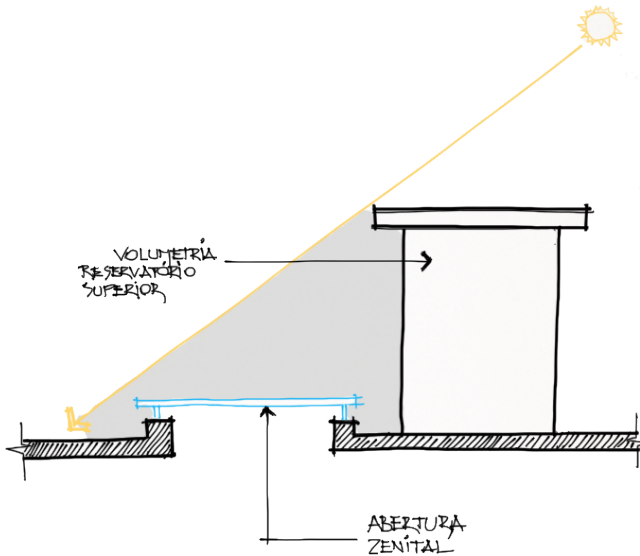


Figura 30: Obstrução causada por volumetrias em aberturas zenitais

4.3.6. Ângulos de Sombreamento

Segundo o RTQ-C, os Ângulos Verticais de Sombreamento caracterizam o uso de proteções horizontais, enquanto que os Ângulos Horizontais de Sombreamento caracterizam o uso de proteções verticais. A edificação deverá ter um AVS e um AHS, que são calculados de forma ponderada pelas áreas das aberturas. É considerado o sombreamento da própria edificação para se obter o AHS. Ao final do cálculo, o valor obtido será o respectivo ângulo de sombreamento (horizontal ou vertical), que não poderá ser superior a 45° , para evitar o excesso de sombreamento e um consequente aumento na utilização de iluminação artificial.

Portanto, sendo o valor do AVS e do AHS obtidos através da ponderação por área das aberturas, não existe diferenciação para qual ambiente (permanência prolongada ou transitória, e condicionados ou não condicionados) ou em qual fachada está localizada a proteção solar externa. Esse cálculo definirá os valores do AVS e AHS, que serão usados na equação da envoltória a fim de obter a classificação desejada. Pode-se ter um projeto com elementos de sombreamento em todas as aberturas da fachada Sul, e ainda assim obter a classificação desejada.

O RTQ-C considera os ângulos de sombreamento, mas não considera, no entanto, a orientação dos elementos de obstrução solar. Essa limitação dá margem para que o projetista possa compor os

resultados, projetar sem levar em consideração o impacto real dos elementos propostos ou ainda projetar sem critério; nenhuma das formas citadas resulta efetivamente em uma melhora da qualidade do projeto.

Carlo e Lamberts (2010) citam a impossibilidade de opção pela orientação correta devido ao grande número de terrenos sem condições para tal, fato comum nos centros urbanos. Os autores colocam como atribuição do arquiteto a correta utilização e aplicação de estratégias de sombreamento. Porém, o regulamento não avalia se sua aplicação está correta ou não, o que pode comprometer inclusive a avaliação de eficiência da edificação.

Em função dessa limitação do RTQ-C de não considerar a orientação, o AVS e o AHS podem não representar adequadamente o ganho de calor solar através das aberturas.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo procurou identificar o impacto da aplicação das modificações exigidas pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) no modo de projetar do arquiteto. Foram entrevistados arquitetos, divididos em dois grupos de pesquisa: Grupo 1 - formado por arquitetos que etiquetaram edificações no Estado de Santa Catarina aplicando o RTQ-C; e Grupo 2 - formado por arquitetos da cidade de Florianópolis, Estado de Santa Catarina, que não utilizaram o RTQ-C. As entrevistas foram aplicadas de maneira presencial, constituídas de um questionário acerca das decisões de projeto e de questões abertas contemplando a eficiência energética, o regulamento e o processo de projeto.

Este capítulo apresenta as conclusões obtidas com essa pesquisa juntamente com suas limitações e recomendações para trabalhos futuros. Está dividido em seis etapas:

- a) Resultados das entrevistas - questionário: apresenta as conclusões obtidas com os resultados descritos com a aplicação do questionário para os dois grupos de pesquisa;
- b) Resultados das entrevistas - questões abertas: apresenta as conclusões obtidas com os resultados descritos com a entrevista semi-estruturada aplicada para os dois grupos de pesquisa;
- c) Análise do RTQ-C: apresenta as conclusões obtidas com a análise do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos;
- d) Considerações finais;
- e) Limitações da pesquisa;
- f) Recomendações para trabalhos futuros.

5.1. RESULTADOS DAS ENTREVISTAS - QUESTIONÁRIO

Um questionário abordando a importância sobre questões referentes a decisões de projeto nas etapas projetuais, relacionadas às variáveis do RTQ-C, foi aplicado aos dois grupos de pesquisa.

O Grupo 1 indicou maior importância para questões relacionadas aos pré-requisitos do regulamento, transmitância térmica, absorvância térmica e porcentagem de aberturas zenitais, do que os entrevistados do Grupo 2. Pelo fato de terem utilizado o regulamento, essas questões aparecem mais cedo no processo de projeto por estarem mais em evidência no regulamento.

Questões diretamente ligadas ao conceito do projeto, como definição da forma, orientação da edificação, definição do tamanho e da orientação das aberturas e a definição da altura dos pavimentos, são consideradas com importância máxima no Estudo Preliminar.

Relacionadas respectivamente ao Fator de Forma, ao Percentual de Abertura na Fachada e ao Fator Altura, são questões que incorporam conceitos de conforto e bioclimatologia decisivos para que se obtenha uma edificação mais eficiente energeticamente, pensadas desde o início do processo projetual.

Apesar de o RTQ-C não considerar a orientação das fachadas no cálculo dos ângulos de sombreamento, existe uma importância alta para o projeto de elementos de obstrução solar, também diretamente ligados ao conforto, embora quase todos entrevistados tenham manifestado que eles são definidos com base na intuição e na experiência e necessitem de ajustes na fase de Detalhamento.

5.2. RESULTADOS DAS ENTREVISTAS - QUESTÕES ABERTAS

As entrevistas com os dois grupos de pesquisa apontaram para a importância da questão da eficiência energética. Ambos entendem que nos estágios iniciais do processo de projeto essa importância deve aparecer, pois soluções que venham a ser incorporadas durante ou ao final do processo provavelmente serão soluções paliativas. Os entrevistados do Grupo 1, grupo que utilizou o RTQ-C, afirmam que a variável de eficiência energética tem influenciado diretamente seus projetos e que, perante outras variáveis como custos, estética, forma e contexto, a eficiência energética tem importância máxima.

Porém, para o Grupo 2, que não utilizou o RTQ-C para etiquetar um edifício, essa importância acaba sendo diminuída frente às outras variáveis, principalmente diante da variável custos. O fator financeiro, o investimento que o cliente e o empreendedor fazem na obra, ainda é soberano. O gasto imediato e o lucro que os clientes e/ou empreendedores almejam ter logo após o término da obra, superam a economia em longo prazo que poderia advir com edifícios mais eficientes energeticamente. Os arquitetos do Grupo 1, que já utilizou o RTQ-C, acreditam que é possível executar projetos com desempenho energético satisfatório, sem comprometer o aspecto financeiro. Deve-se procurar requisitos de projeto que viabilizem vender o produto do arquiteto a um cliente ou empreendedor que ainda têm dúvidas sobre a importância da questão energética em um projeto de arquitetura.

A não obrigatoriedade de utilização do RTQ-C é vista pelos projetistas como um empecilho para que o regulamento seja aplicado, pois clientes e empreendedores ainda o vêem como um gasto extra. Não é considerada a economia que poderá ser gerada ao longo dos anos com contas de energia elétrica, gastos de operação e manutenção.

Parece existir uma barreira impedindo o arquiteto de chegar ao regulamento, limitada de um lado pelo cliente (ou o montante de dinheiro que esse cliente está disposto a investir), e do outro lado pelo receio em ter que modificar suas convicções, sejam projetuais e

estéticas, ou ainda técnicas. Para os profissionais que não utilizaram o RTQ-C para etiquetar uma edificação, o desconhecimento e a falta de estímulo para aplicá-lo está relacionada a uma divulgação inexpressiva e a não obrigatoriedade na aplicação do regulamento. Não basta conscientizar apenas o arquiteto, mas também a opinião pública, o mercado da construção civil e os órgãos públicos (como exemplo, os setores de aprovação de projetos nas prefeituras dos Municípios, que poderiam entrar em sintonia com o regulamento, exigindo para aprovação de projetos requisitos de conforto que influenciam na eficiência energética).

O regulamento de certificação energética de Portugal, por exemplo, conseguiu identificar uma maneira de estimular o cliente/empreendedor a investir na etiquetagem de edificações, propondo medidas de melhoria do desempenho energético. Por meio de uma lista de sugestões elaborada por um perito qualificado, a edificação pode obter uma melhora na etiqueta. Nessa lista as melhorias são descritas e acompanhadas de valores de redução anual na fatura de energia elétrica, custo estimado de investimento e o período de retorno do investimento. O cliente recebe uma descrição detalhada da sugestão de melhoria, sabendo quanto precisará investir e quanto irá economizar caso siga a orientação, além do tempo de retorno do investimento.

Por exemplo, ao reforçar o isolamento térmico das paredes exteriores, através da colocação de materiais de isolamento térmico pelo interior das paredes externas, pode levar a uma redução de até 500 €/ano com um investimento máximo de € 1000, e dois anos de retorno.

De acordo com as respostas, a utilização de um regulamento para etiquetar um projeto não engessou o processo projetual dos arquitetos que etiquetaram suas edificações. O regulamento influenciou o processo de projeto na medida em que foram feitos ajustes às definições estabelecidas, porém sem interferências no partido de projeto ou interferências que pudessem modificar de forma radical o conceito do projeto.

Os arquitetos que utilizaram o regulamento consideram que ele se baseia em variáveis presentes na rotina projetual, fazendo com que ele se torne uma maneira de apoiar e conferir as decisões de projeto. Assim, basear as decisões de projeto nos conceitos de conforto e estratégias bioclimáticas faz com que não seja necessário dominar o RTQ-C para alcançar uma etiqueta 'A' de eficiência energética. Essa questão, para os arquitetos que projetam dessa forma, já está embutida nas decisões de projeto desde o início.

O resultado da aplicação do regulamento foi, portanto, satisfatório e aprovado por todos os entrevistados, sendo que, em um dos casos, contribuiu para uma melhora no entendimento de questões técnicas que não eram contempladas de maneira efetiva.

Independentemente do regulamento brasileiro ser obrigatório ou não, o presente estudo mostra que, quando incorporados nas fases iniciais do projeto, os conceitos de conforto e bioclimatologia podem efetivamente melhorar o desempenho energético de um edifício, e que ferramentas de aferição podem e devem servir como apoio ao conhecimento adquirido.

A pesquisa também apontou para a importância da bagagem profissional, principalmente com relação às questões de sustentabilidade e de conforto ambiental aplicadas na Arquitetura. O arquiteto tem que agregar o conhecimento que talvez não tenha sido consolidado durante sua formação acadêmica, seja por meio de cursos de especialização ou pós-graduação, ou com a utilização do serviço de Consultoria. Quando o arquiteto tem domínio dos conceitos de conforto, sustentabilidade e estratégias bioclimáticas, o processo de trabalho junto ao consultor fica mais fácil e dinâmico.

O presente estudo mostrou que a utilização do serviço de Consultoria contribui para resultados melhores no desenvolvimento de um projeto, seja ele etiquetado ou não. O uso do serviço deve ser incorporado aos escritórios de arquitetura, seja de maneira particular para um estudo específico ou um projeto único, ou de maneira efetiva, com um consultor que faça parte da equipe de trabalho.

Além disso, o serviço deve ocorrer já nas fases iniciais do projeto, pois o auxílio de um consultor em fases adiantadas do projeto pode não ser suficiente para reverter situações de problema que porventura não tenham sido contempladas.

Para os arquitetos do Grupo 1 em especial, a Consultoria foi essencial para a compreensão e aplicação do regulamento, pois auxiliou para que fossem feitos ajustes e adequações para alcançar a etiqueta pretendida.

Mesmo sendo considerado essencial e por vezes fundamental, o custo do serviço de Consultoria ainda é visto como um problema, pois clientes e empresas precisam ser convencidos a contratarem um consultor, e a não efetivação dessa contratação torna-se um problema para o escritório de arquitetura, que fica entre contratar e arcar com os custos ou não utilizar o serviço.

5.3. ANÁLISE DO RTQ-C

Uma normativa que estabeleça parâmetros para que os edifícios recebam uma etiqueta que comprove e avalie sua eficiência energética é uma ação extremamente válida. Porém, o processo é lento e carece de uma mobilização de diversos setores como, por exemplo, o mercado da construção civil, fabricantes e órgãos públicos.

O RTQ-C introduz conceitos (como Fator de Forma, Fator Solar, Ângulos de Sombreamento, entre outros) que não estão presentes na

rotina projetual do arquiteto ou geralmente estão presentes de maneira intuitiva. Ao considerar requisitos de conforto e bioclimáticos desde o início do processo projetual, o arquiteto já está contemplando também os conceitos introduzidos pelo RTQ-C. O regulamento auxilia o arquiteto para que ele possa avaliar a eficiência energética de seu projeto, proporcionando ajustes ou modificações que podem melhorar o desempenho energético da edificação. No entanto, o auxílio de um consultor é, de certa maneira, essencial para que o RTQ-C possa ser aplicado de forma mais clara.

O RTQ-C pode ser avaliado por meio dos métodos prescritivo e simulação. O método prescritivo é uma simplificação do método de simulação, que por abranger várias tipologias distintas acaba por ser menos preciso. A simplificação de alguns requisitos constantes no método prescritivo do regulamento induz para a avaliação por simulação, e os custos ainda elevados desse serviço são vistos como um problema para sua divulgação.

O regulamento apresenta limitações para avaliar volumetrias complexas através do método prescritivo. O RTQ-C valoriza um Fator de Forma mais compacto, que reduz as áreas de troca de calor, mas que não estimula o uso de estratégias bioclimáticas.

Os vidros de alto desempenho não são avaliados de maneira adequada, e a interpretação do Fator Solar deixa claro que quanto menos aberturas, ou quanto menores elas forem, mais fácil se torna alcançar uma etiqueta maior de eficiência energética.

As variáveis de Transmitância Térmica e Absortância Solar, tratadas como pré-requisitos para a Envoltória e relacionadas entre si através do Fator Solar de elementos opacos (FS_o), não estão correlacionadas no RTQ-C. O regulamento não considera o FS_o, e trata Transmitância e Absortância separadamente. A variável PAF, relacionada ao percentual de aberturas da fachada, também não está relacionada com a Transmitância, pois um PAF alto sugere fechamentos opacos com U alto, de forma a dissipar o calor da edificação de maneira mais rápida.

O valor de Absortância Solar, fixado como limite pelo RTQ-C em 0,5, induz para a utilização de cores claras, que possuem absortância entre 0,2 e 0,5, definindo padrões de estética.

A variável Percentual de Abertura Zenital (PAZ), trata das aberturas zenitais e as relaciona com o tipo de vidro, sem no entanto considerar as horas de insolação. O RTQ-C considera também que, uma abertura com inclinação maior do que 60° não faz parte de abertura zenital, e sim do PAF, influenciando na decisão de que não utilizar aberturas zenitais seja melhor.

Os Ângulos Verticais e Horizontais de Sombreamento são considerados na avaliação da Envoltória, mas a orientação dos elementos de obstrução solar não é considerada, tornando-os parâmetros

que não representam adequadamente o ganho de calor solar através das aberturas.

Todas imprecisões citadas são, de certa forma, barreiras no processo de compreensão do regulamento. Porém, o processo de criação do arquiteto vai além dessa compreensão. Os resultados das entrevistas demonstram que o arquiteto não pode se tornar dependente de uma regulamentação para projetar edificações eficientes energeticamente mas que, no entanto, a existência de um regulamento pode servir de apoio para as decisões com relação à eficiência energética e facilitar a processo projetual.

5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que o objetivo geral deste trabalho, de identificar como os indicadores utilizados para o cálculo do nível de eficiência energética do RTQ-C influenciam o modo de projetar dos arquitetos, foi alcançado a partir dos procedimentos metodológicos aplicados para cada um dos objetivos específicos. Os arquitetos que utilizaram o RTQ-C avaliam que sua aplicação os auxiliou a obterem dados e definições visando o desempenho energético de um edifício. O impacto do regulamento foi considerado positivo, servindo como um instrumento de ajuste e aferição das estratégias de projeto que foram aplicadas. O regulamento influenciou o modo de projetar dos entrevistados mas, segundo eles, não interferiu em seus processos de projeto. Os arquitetos que não utilizaram o regulamento, afirmam que não o conhecem devido à divulgação ineficiente e a não obrigatoriedade em sua aplicação.

As entrevistas apontaram que os arquitetos entendem que estratégias bioclimáticas e os conceitos de conforto devem estar presentes desde a fase de concepção do projeto, chamada de Estudo Preliminar. Quando incorporados no início, esses conceitos podem de fato melhorar o desempenho energético da edificação, independentemente da existência de um regulamento que seja ou não obrigatório. As estratégias bioclimáticas estão implícitas no regulamento atrás de conceitos que não são claros para os arquitetos, mas que de certa forma são contemplados no processo projetual.

O fator custo ainda é visto como um grande problema, tanto para etiquetar quanto para convencer o cliente do investimento. No entanto, entre os argumentos utilizados pelos arquitetos que aplicaram o regulamento para convencer o cliente e/ou empreendedor, está o fato de que a economia, tanto de energia elétrica quanto financeira, que será gerada com a aplicação de estratégias bioclimáticas e conceitos de conforto, é muito grande para um prédio público, comercial ou de serviços, que terá uma vida útil longa.

O serviço de Consultoria é tido como essencial, tanto na aplicação do RTQ-C quanto no desenvolvimento de um projeto, e

deveria, segundo os entrevistados, ser incorporado ao escritório participando desde as fases iniciais do processo projetual.

A Tabela 4 mostra um quadro resumo contendo os objetivos específicos desta pesquisa, o método utilizado para alcançá-los e um resumo dos resultados obtidos para cada um.

Tabela 4: Quadro resumo com os objetivos específicos da pesquisa, métodos usados para atingi-los e resultados obtidos

OBJETIVO	MÉTODO	RESULTADO
identificar as principais diretrizes de projeto no RTQ-C	análise de estratégias de projeto e variáveis do RTQ-C	as definições e os procedimentos exigidos pelo RTQ-C não deixam claras quais as decisões de projeto que efetivamente levam a uma etiqueta melhor
analisar variáveis do RTQ-C adotadas no processo de projeto	questionário composto por questões de escolhas simples sobre decisões projetuais	decisões relacionadas ao conforto e que influenciam na eficiência energética devem ser incorporadas desde o Estudo Preliminar
identificar como o RTQ-C interfere no processo de projeto	entrevistas semi-estruturadas em formato presencial com arquitetos que utilizaram o regulamento e arquitetos que não o utilizaram	o RTQ-C influenciou, mas não interferiu no processo de projeto

5.5. LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa limitou-se a entrevistar arquitetos que não utilizaram o RTQ-C, que trabalham na cidade de Florianópolis, acerca da questão de eficiência energética e o processo projetual. Arquitetos de outros municípios não participaram da amostra por conta de limitações quanto ao deslocamento. A preferência por entrevistas presenciais (devido a riqueza de informações que podem ser obtidas) e pela abordagem qualitativa, reduziu a possibilidade de deslocamento para outros municípios, pertencentes a outras Zonas Bioclimáticas.

A escolha por arquitetos que utilizaram o regulamento, com projetos realizados no Estado de Santa Catarina, também foi privilegiada pela facilidade de acesso e devido ao tempo determinado para a pesquisa. Entrevistar os arquitetos responsáveis por projetos etiquetados em outras localidades, inviabilizaria a entrevista presencial.

O clima também pode ser considerado uma limitação, pois influencia nas escolhas projetuais. Outros locais, com climas diferentes da cidade de Florianópolis, resultariam em diferentes escolhas de projeto.

5.6. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante do exposto neste trabalho, podem surgir outros que venham a ampliar o quadro de compreensão em torno do regulamento de eficiência energética brasileiro pelos profissionais de arquitetura e também profissionais de outras áreas que atuem no projeto de edificações. Algumas sugestões para tais trabalhos são listadas a seguir:

- Uma pesquisa que avalie o desempenho energético das edificações comerciais que não foram etiquetadas e tampouco foram projetadas para tal, na qual seja aplicado o regulamento e entrevistados os autores do projeto sobre o resultado obtido.
- Uma pesquisa que avalie o desempenho de edificações etiquetadas.
- Aplicar os procedimentos metodológicos desta pesquisa para arquitetos que utilizaram o regulamento em outros Estados do Brasil, a fim de avaliar o impacto do regulamento para os arquitetos de outras regiões.
- Uma pesquisa envolvendo arquitetos que utilizaram o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). A amostra pode ser mais abrangente, identificando os profissionais em nível nacional.
- Desenvolver pesquisas que proponham uma maior integração entre as disciplinas de conforto ambiental, as estratégias bioclimáticas, a sustentabilidade e o projeto arquitetônico, de maneira que se crie uma maior integração entre essas áreas.

- Propostas que visem enriquecer o RTQ-C de forma que ele venha a incorporar questões que não estão contempladas, ou consideradas de forma incompleta, como a utilização da iluminação natural, a orientação das fachadas, estratégias de ventilação natural, comportamento dinâmico das proteções solares e preferências dos usuários.
- Comparar o uso do RTQ-C com outros modelos de avaliação adotados em algum escritório de arquitetura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 15220-1 - Desempenho Térmico de Edificações - Parte 1: Definições, Símbolos e Unidades**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. **NBR 15220-2 - Desempenho Térmico de 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**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. **NBR 15220-3 - Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de unifamiliars de interesse social**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2005.

AGUILAR, Alexis; ALONSO, Carlos; COCH, Helena; SERRA, Rafael. **Solar radiation and architectural design in Barcelona**. In: The 27^a Conference on Passive and Low Energy Architecture, Louvain-la-Neuve: PLEA - 2011. p. 59-64.

ALBATI, Rossano; PASSERINI, Francesco. Bioclimatic design of buildings considering heating requirements in Italian climatic conditions. A simplified approach. In: **Building and Environment**. Oxford: Elsevier, 2011. v. 46, pp. 1624-1631.

Answers - Disponível em <<http://www.answers.com/topic/eug-ne-viollet-le-duc>>. Acesso em: 08/04/2012.

ARGAN, Giulio Carlo. **“Walter Gropius e a Bauhaus”**. Trad. Joana Angélica d’Avila Melo. Rio de Janeiro: José Olympio, 2005.

BAKER, Geoffrey H. **“Análisis de la Forma: Urbanismo y Arquitectura”**. Barcelona: Gustavo Gili, 1991.

BARDIN, Laurence. **“Análise de Conteúdo”**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2010. 281 p.

BARBIRATO, Gianna Melo; TORRES, Simone Carnáuba; SOUZA, Lea Cristina Lucas de. **Clima Urbano e Eficiência Energética nas Edificações**. Trabalho elaborado no âmbito do convênio ECV033/04 realizado entre ELETROBRAS PROCEL e UFAL, Rio de Janeiro, agosto de 2011.

BASTOS, L. E. G.; BARROSO-KRAUSE, C.; ZAMBRANO, L. A.; FONSECA FILHO, M. A. C. Parâmetros energético-ambientais da sustentabilidade: em busca de uma metodologia de aplicação à arquitetura. In: **International Conference Engineering for Sustainable Energy for Developing Countries, 2007, Rio de Janeiro**. Proceedings International Conference for Sustainable Energy in Developing Countries. Rio de Janeiro: Clube de Engenharia RJ, 2007. v. 1, pp. 15.

BENEVOLO, Leonardo. **“História da Arquitetura Moderna”**. Trad. Ana M. Goldberger. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2004. 813 p.

BITTENCOURT, Leonardo. **“Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos”**. 4ª ed. rev. e amp. Maceió: EDUFAL, 2004. 109 p.

BRASIL. **Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001**. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, 2001a. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/lei10295.pdf>>. Acessado em: 20/01/2010.

_____. **Decreto nº 4059, de 19 de dezembro de 2001**. Regulamenta a Lei Nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e uso Racional de Energia, e dá outras providências. **LEX**: Diário Oficial da União, Brasília, 2001b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/legislacao/decretos/Decreto%20n%204.059-2001.html>>. Acessado em: 20/01/2010.

_____. **RIO+20**. Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro, Brasil - 13 a 22 de junho de 2012. Disponível em: <http://www.rio20.gov.br/sobre_a_rio_mais_20>. Acessado em: 25/07/2012.

BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **“Sol, Vento & Luz: Estratégias para o projeto de Arquitetura”**. Trad. Alexandre Ferreira da Silva Salvaterra. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 415 p.

CARLO, Joyce Correna. **“Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envolvimento de Edificações Não-Residenciais”**. 2008. 215 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CARLO, Joyce Correna. LAMBERTS, Roberto. **“Parâmetros e Métodos Adotados no Regulamento de Etiquetagem da Eficiência Energética de Edifícios - Parte 1: Método Prescritivo”**. In. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC, vol. 10, n.º. 2, p. 7-26, abr/jun 2010.

CARTANA, Rafael Prado. **“Oportunidades e Limitações para Bioclimatologia Aplicada ao Projeto Arquitetônico”**. 2006. 137 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CASTELLS, Eduardo. **“Avaliação da Aplicabilidade de Programas para a Qualidade de Projeto na Elaboração de Projetos de Edifícios Residenciais e Comerciais em Altura”**. 2001. 335 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

CHAVEZ, Jose Roberto Garcia. **Hacia una arquitectura confortable, saludable y sustentable con base en la utilización de energías renovables**. In. COTEDI 2005: IV Congreso Latinoamericano sobre Confort y Comportamiento Térmico de las Edificaciones - Volumen I. Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México, 2005.

CHING, Francis D. K. **“Arquitetura: Forma, Espaço e Ordem”**. (Trad. Alvamar Helena Lamparelli). 1ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 402 p.

CLARKE, Robin. **“Soft technology: blueprint for a research community”**. London: Jonathan Cape, 1976.

COLQUHOUN, Alan. “Tipología y Método de Proyecto”. In: **El Significado en Arquitectura**. C. Jencks & G. Baird (orgs). Madrid: Blume, 1975. pp 296-308

CORBUSIER, Le - Disponível em <<http://www.fondationlecorbusier.fr>>. Acesso em: 21/03/2012.

CORDIVIOLA, Alberto Rafael. **“Notas sobre o saber projetar”**. Arqtextos, São Paulo, 02.017, Vitruvius, out 2001. Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/02.017/843>>. Acessado em: 18/05/2011

COSTA, Lúcio. **Seminário de Arquitetura Bioclimática**. Rio de Janeiro, 1983. 87 p.

CROSS, Nigel. “**Diseño y Tecnología**”, in *Diseño, Tecnología y participación - textos de la Open University*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1980. 189 p.

DIDONÉ, Evelise Leite. “**A influência da luz natural na avaliação da eficiência energética de edifícios contemporâneos de escritórios em Florianópolis/SC**”. 2009. 174 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

ELETOBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras. Disponível em <http://www.eletronbras.gov.br/Em_Biblioteca_40anos/default.asp>. Acesso em: 21 jul. 2012.

FABRÍCIO, Márcio Pinto; MELHADO, Sílvio Burratino. “**Impactos da tecnologia da informação no conhecimento e métodos projetuais**”. TIC - Seminário de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Curitiba, 2002. pp. 37-47.

FOSSATI, Michele; LAMBERTS, Roberto. “**Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projeto de edifícios: o caso de escritórios de Florianópolis**”. In. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído 2008, Fortaleza. Anais XII ENTAC, 2008.

FULLER, Buckminster - Disponível em <<http://www.buckminsterfuller.com/>>. Acesso em: 21/03/2012.

GASPERINI, Gian Carlo. “**Contexto e Tecnologia - O Projeto Como Pesquisa Contemporânea em Arquitetura**”. Universidade de São Paulo - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Tese de Livre Docência. São Paulo, 1988.

_____. “**Idéia, Método e Linguagem**”. In. IV Encontro Nacional Sobre Ensino de Projeto Arquitetônico, Porto Alegre, 1989.

GRATIA, Elisabeth; DE HERDE, André. Design of low energy office buildings. In: **Energy and Buildings**. Oxford: Elsevier, 2003. v. 35, pp. 473-491.

GYLLING, Gitte; KNUDSTRUP, Mary-Ann; HEISELBERG, Per K.; HANSEN, Ellen K. **Holistic evaluation of sustainable buildings through a symbiosis of quantitative and qualitative assessment methods**. In. The 27^a Conference on Passive and Low Energy Architecture, Louvain-la-Neuve: PLEA - 2011. p. 11-16.

HAMZA, Neveen.; HORNE, Margaret. “Educating the Designer: An operational model for visualizing low-energy architecture”. In: **Building and Environment**. Oxford: Elsevier, 2007. v. 42, pp. 3841-3847.

HAMZA, Neveen. **Identity of sustainability: from technique to the sensory and experimental**. In. The 27^a Conference on Passive and Low Energy Architecture, Louvain-la-Neuve: PLEA - 2011. p. 39-43.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **“Tabelas de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicos”**. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/tabelas-comerciais.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2011

JOHN, Vanderley. **“Não estamos preparados para a eficiência energética”**. FINESTRA, São Paulo, nº 55, dezembro 2008.

Klimkitten Wordpress - Disponível em <<http://klimkitten.wordpress.com/2012/02/29/robert-buckminster-fuller-a-k-a-bucky/>>. Acesso em: 10/12/2011.

KNUDSTRUP, Mary-Ann; HANSEN, Hanne Tine Ring; BRUNSGAARD, Camilla. “Approaches to the design of sustainable housing with low CO₂ emission in Denmark”. In: **Renewable Energy**. Oxford: Elsevier, 2009. v. 34, pp. 2007-2015.

KOWALTOWSKI, Dóris Catharine Cornelie Knatz et.al. **“Reflexões sobre metodologias de projeto arquitetônico”**. In. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído 2006, Porto Alegre. Anais XI ENTAC, 2006.

KRÜGER, Corinne; CROSS, Nigel. “Solution driven versus problem driven design: strategies and outcomes”. In: **Design Studies**. Oxford: Elsevier, 2006. v. 27, pp. 527-548.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. RuttKay. **“Eficiência Energética na Arquitetura”**. 2^a ed. São Paulo: PW, 2004. 188 p.

LIMA, Glênio L. F.; PEDRINI, Aldomar. **“Influências de Decisões Arquitetônicas Sobre o Desempenho Energético de Hotéis no Clima Quente e Úmido da Cidade de Natal - RN”**. In. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído 2008, Fortaleza. Anais XII ENTAC, 2008

LOMARDO, Louize Land B. **Eficiência Energética nos Edifícios e Sustentabilidade no Ambiente Construído**. Trabalho elaborado no âmbito do convênio ECV033/04 realizado entre ELETROBRAS PROCEL e UFAL, Rio de Janeiro, agosto de 2011.

MACIEL, Alexandra Albuquerque. **“Integração dos Conceitos Bioclimáticos ao Projeto Arquitetônico”**. 2006. 277 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

MAHFUZ, Edson da Cunha. **“Ensaio Sobre a Razão Compositiva - Uma Investigação Sobre a Natureza das Relações Entre as Partes e o Todo na Composição Arquitetônica”**. Belo Horizonte: UFV/AP, 1995. 176 p.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **“Fundamentos de Metodologia Científica”**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 315 p.

MARSH, Rob; LAURING, Michael. Architecture and energy: questioning regulative and architectural paradigms for Danish low-energy housing. In: **Architectural Research Quarterly**. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. v. 15, issue 02, pp. 165-175

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **“Balanço Energético Nacional 2011: Ano base 2010”**. Empresa de pesquisa energética (Brasil), Rio de Janeiro: EPE, 2010. 276 p. Disponível em <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acessado em: 30/03/2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **“Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos”**. Portaria nº 372 de 17 de setembro de 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **“Manual para Aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C”**. 2010.

OKEIL, Ahmad. A holistic approach to energy efficient building forms. In: **Energy and Buildings**. Oxford: Elsevier, 2010. v. 42, pp. 1437-1444.

OLGYAY, Victor. **“Arquitectura y Clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas”**. 5ª ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2008. 203 p.

OURGHI, Ramzi; AL-ANZI, Adnan; KRARTI, Moncef. A simplified analysis method to predict the impact of shape on annual energy use for office buildings. In: **Energy Conversion and Management**. Oxford: Elsevier, 2007. v. 48, pp. 300-305.

PANOFSKY, Erwin - "**Idea - A Evolução do Conceito de Belo**". São Paulo: Ed. Martins Fontes. 1994. 259p.

PEDRINI, Aldomar. "**Integration of low energy strategies to the early stages of design process of office buildings in warm climate**". 2002. 257 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - University of Queensland, Queensland, 2002.

PEDRINI, Aldomar; Lima, Glênio L. F.; OLIVEIRA, Paolo A. de; TRINDADE, Sileno C. "**Análise comparativa da eficiência energética de envoltórias segundo o regulamento de etiquetagem de edifícios**". In. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído 2010, Canela. Anais XIII ENTAC, 2010.

PEREIRA, Fernando O. R. **Reflexões sobre o comportamento ambiental e o projeto arquitetônico**. In. III Encontro Nacional Sobre Ensino de Projeto Arquitetônico, Porto Alegre, 1987.

PEREIRA, Fernando O. R.; CUNHA NETO, José A. Bellini da. **Princípios para otimização do desempenho térmico de componentes da edificação**. In. Anais do I Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil, Florianópolis, 1988.

PERRONE, Rafael Antônio Cunha. "**O Desenho Como Signo da Arquitetura**". 1993. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 79/2006, de 4 de abril de 2006. **Certificação Energética e Ar Interior - Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE)**. ADENE - Agência para Energia / Portugal, 2006.

RAYDAN, Dana K.; TURNER, Charlotte. **A learning experience through applied research in energy efficient design**. In. The 22^a Conference on Passive and Low Energy Architecture, Beirut: PLEA - 2005. p. 915-920.

SAMUELSON, Holly W.; LANTZ, Andrew; REINHART, Christoph F. **“Non-technical barriers to energy model sharing and reuse”**. In: **Building and Environment**. Oxford: Elsevier, 2012. v. 54, pp. 71-76.

SILVA, Elvan. **“Uma Introdução ao Projeto Arquitetônico”**. Porto Alegre: Editora da Universidade - UFRGS, 1984. 122 p.

SNYDER, James C.; CATANESE, Anthony. **“Introdução à Arquitetura”**. Rio de Janeiro: Campos, 1984. 422 p

SZOKOLAY, Steven V.; PEDRINI, Aldomar. **Simulation programs: ‘horses for courses’**. In. TIA 2000: Sustainable buildings for the 21st century: teaching issues tools and methodologies for sustainability. School of Architecture, Oxford.

TOUMAN, I.A.; AL-AJMI, F. Tradition, climate: As the neglected concepts in architecture. In: **Building and Environment**. Oxford: Elsevier, 2004. v. 40, pp. 1076-1084.

VALE, Brenda; VALE, Robert. **“La Casa Autónoma - Diseño y planificación para la autosuficiencia”**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A., 1978.

VIANNA, Nelson Solano; GONÇALVES, Joana Carla S. **“Iluminação e Arquitetura”**. São Paulo: Geros s/c Ltda., 2007.

WATSON, Donald; LABS, Kenneth. **“Climatic Building Design - energy-efficient building principles and practice”**. New York: McGraw-Hill, 1983. 288 p.

YIN, Robert K. **“Estudos de Caso: Planejamento e Métodos”**. Trad. Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2005. 219 p.