

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL NA  
ESCOLHA DE EDIFICAÇÕES PARA AGÊNCIAS DO BANCO  
DO BRASIL: PROPOSTA DE CRITÉRIOS  
PARA O DISTRITO FEDERAL**

JOÃO CARLOS SIMÃO PEDREIRA

Brasília

2010

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL NA  
ESCOLHA DE EDIFICAÇÕES PARA AGÊNCIAS DO BANCO  
DO BRASIL: PROPOSTA DE CRITÉRIOS  
PARA O DISTRITO FEDERAL**

JOÃO CARLOS SIMÃO PEDREIRA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, UnB.

Orientador: Profa Dra. Cláudia Naves David Amorim

Brasília  
2010

**TERMO DE APROVAÇÃO****JOÃO CARLOS SIMÃO PEDREIRA****EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL NA ESCOLHA  
DE EDIFICAÇÕES PARA AGÊNCIAS DO BANCO DO BRASIL:  
PROPOSTA DE CRITÉRIOS  
PARA O DISTRITO FEDERAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, UnB

**Data de defesa: 30 de agosto de 2010****Orientadora:**

---

**Profa. Dra. Cláudia Naves David Amorim**  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB**Comissão Examinadora:**

---

**Profa. Dra. Raquel Naves Blumenschein**  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB

---

**Prof. Dr. Leonardo Pinto de Oliveira**  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UniCEUB

Brasília, 2010

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo 982636.

P371e Pedreira, João Carlos Simão.  
Eficiência energética e conforto ambiental na escolha de edificações para agências do Banco do Brasil : proposta de critérios para o Distrito Federal / João Carlos Simão Pedreira. -- 2010.  
xxi, 246 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2010.

Inclui bibliografia.

Orientação: Cláudia Naves David Amorim.

1. Arquitetura - Bancos - Distrito Federal (Brasil).  
2. Arquitetura e clima. 3. Arquitetura e conservação de energia. I. Amorim, Cláudia Naves David. II. Título.

CDU 72

“Que Deus me conceda falar com inteligência e  
conceber pensamentos dignos dos dons recebidos,  
pois é ele quem guia a Sabedoria e dirige os sábios.

Em seu poder mantém a nós e nossas palavras,  
todo o saber e toda a ciência das técnicas.

(Livro da Sabedoria, 7:15)

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que sempre me apoiaram em todas as etapas de minha formação, dando-me motivação aos estudos.

À minha esposa Susana, pela compreensão, carinho e amor por todos esses anos de convívio, ajudando-me e incentivando-me no crescimento profissional.

Aos meus filhos, Rafael e André, fonte de luz e juventude que a cada dia faz com que renove minhas forças para alcançar novos horizontes.

À Profa. Dra. Cláudia Amorim, pela compreensão, colaboração e atenção que me dedicou, direcionando o desenvolvimento deste trabalho e orientando-me sempre que precisei.

Ao gerente da engenharia, Sérgio Goulart, que me possibilitou ter acesso as informações dentro do Banco do Brasil.

Em especial aos colegas de Banco, Jayme Wesley, Helena, Raul Hofliger, Zito e Marcelo Pontes pelo apoio com informações e materiais para esta pesquisa.

Aos amigos do LACAM, Milena, Caio, Larissa e Júlia pela contribuição com informações importantes sobre o RTQ-C.

Aos amigos do Mestrado, Darja, Ana Maria e Félix, pelo fornecimento de dados importantes que contribuíram para a qualidade deste trabalho.

## RESUMO

As agências bancárias do Banco do Brasil, em todo o país, há muito tempo vêm sendo instaladas em edificações alugadas e adaptadas para essa atividade. O atual processo de escolha destas edificações ainda não possui critérios objetivos em relação aos conceitos de eficiência energética e conforto ambiental (térmico e luminoso). Este fato pode contribuir para uma escolha equivocada, considerando-se que a envoltória das edificações pode ser avaliada em diferentes níveis de eficiência, tendo suas características como a grande responsável pelo conforto ambiental dos usuários. Sendo assim, esse estudo tem como principal objetivo delimitar critérios para a escolha de edificações comerciais no Distrito Federal com características de conforto ambiental e eficiência energética visando à instalação das agências bancárias. Inicialmente, a Metodologia utilizada compreendeu a revisão bibliográfica sobre o tema (arquitetura de agência bancária; eficiência energética na arquitetura; conforto térmico e luminoso e metodologias de análise ambiental). Posteriormente, foi realizada uma pesquisa das principais características físicas da envoltória dessa tipologia mediante levantamento fotográfico e os projetos arquitetônicos de 40 edificações de agência bancária do Banco do Brasil no DF. Com os dados obtidos foi possível analisar a envoltória de 10 edificações utilizando-se as ferramentas: Diagrama Morfológico e método prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (INMETRO, 2009). Na terceira fase do estudo foram realizadas simulações computacionais com o *Software* Relux para análise dos níveis de iluminância de 6 edificações. O resultado do estudo é uma Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E) que visa auxiliar o corpo técnico (arquitetos e engenheiros) do Banco do Brasil na escolha de edificações comerciais no Distrito Federal. Essa planilha foi validada após sua aplicação em 10 edificações de agência bancária do DF e poderá ser utilizada para servir de base para futuras planilhas para as demais Zonas Bioclimáticas do Brasil, contribuindo assim, na escolha das edificações em todo país.

## **ABSTRACT**

Bank branches of Banco do Brasil throughout the country have long leased building spaces which have been adapted for banking activities. The current process of choosing such buildings lacks objective criteria regarding energy efficiency and environmental comfort (thermal and lighting). This may lead to mistaken choices as the building envelopes may be evaluated at different levels of efficiency and their characteristics are a major factor in the environmental comfort of the users. The aim of this study is to define criteria for the selection of commercial buildings with environmental comfort and energy efficiency features for the installation of bank branches in Distrito Federal. The methodology consists of a review of the literature on the subject (bank branch architecture; energy efficiency in architecture; thermal and lighting comfort; and environmental analysis methodologies), followed by a study of the main physical characteristics of this envelope typology through a photographic survey and the architectural plans of 40 buildings used for branches of Banco do Brasil in Distrito Federal. From the data obtained, it was possible to analyze the envelopes of ten buildings using the following tools: Morphological Chart and the prescriptive method of the Technical Regulation for the Quality of the Energy Efficiency Level of Commercial, Service and Public Buildings – RTQ-C (INMETRO, 2009). In the third phase of the study, computer simulations using Relux software for the analysis of the levels of lighting of six buildings were carried out. The result of the study is a Worksheet for Selecting Energy Efficient Buildings (P4E), which aims to assist the technical staff (architects and engineers) of Banco do Brasil in their choice of commercial buildings in Distrito Federal. This worksheet was validated after its application to ten bank branch buildings in Distrito Federal and can be used as a basis for further worksheets in the other bioclimatic zones of Brazil, therefore contributing to better building selection throughout the country.



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>O PROBLEMA</b> .....	3
<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	4
<b>OBJETIVOS</b> .....	7
<b>ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO</b> .....	9

### **PARTE I - Fundamentação teórica e metodológica**

#### **CAPÍTULO 1 - ARQUITETURA DE AGÊNCIA BANCÁRIA DO BANCO DO BRASIL**

1.1. BREVE HISTÓRICO.....	12
1.2. PROGRAMA DE UMA AGÊNCIA BANCÁRIA DO BANCO DO BRASIL.....	15
1.2.1. Projeto de uma agência bancária do Banco do Brasil.....	17
1.3. METODOLOGIA ATUAL PARA ESCOLHA DAS EDIFICAÇÕES DE AGÊNCIA BANCÁRIA.....	24

#### **CAPÍTULO 2 – CLIMA E CONFORTO AMBIENTAL**

2.1. CLIMA.....	34
2.1.1. Clima do Distrito Federal.....	35
2.1.2. Zoneamento Bioclimático do Distrito Federal.....	36
2.2. CONFORTO AMBIENTAL.....	39
2.2.1. Conforto térmico.....	40
2.2.2. Conforto luminoso.....	42

## **CAPÍTULO 3 – EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS**

3.1. VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS.....	46
3.1.1. Forma da edificação.....	46
3.1.2. Função da edificação.....	47
3.1.3. Envoltória.....	48
3.1.4. Radiação X Envoltória.....	54
3.1.5. Estratégias bioclimáticas para edificações no Distrito Federal.....	55

## **CAPÍTULO 4 – REFERENCIAL METODOLÓGICO**

4.1. ADAPTAÇÃO DOS MÉTODOS NO ESTUDO.....	57
4.2. <i>GREEN BUILDING CHALLENGE</i> – GBT (GBTTool).....	58
4.2.1. Estrutura do GBTTool.....	60
4.2.2. Sistema de pontuação.....	60
4.2.3. Sistema de Ponderações.....	61
4.2.4. Geração de resultados do GBTTool.....	61
4.3. DIAGRAMA MORFOLÓGICO.....	62
4.4. REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS (RTQ-C).....	67
4.4.1. Pré-requisitos específicos para classificação da envoltória em Brasília .....	69
4.5. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL – <i>SOFTWARE RELUX</i> .....	74

## **PARTE II – METODOLOGIA E RESULTADOS**

### **CAPÍTULO 5 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO ESTUDO**

5.1. METODOLOGIA DE ESTUDO.....	77
5.2. DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	79
5.3. LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DAS EDIFICAÇÕES.....	81
5.4. ESCOLHA DAS AGÊNCIAS PARA ANÁLISE.....	82
5.5. METODOLOGIA UTILIZADA PARA LEVANTAMENTO DOS DADOS PARA A AVALIAÇÃO DAS AGÊNCIAS PELO RTQ-C.....	86
5.6. ANÁLISE DO DESEMPENHO LUMINOSO COM O <i>SOFTWARE</i> RELUX.....	88
5.6.1. Escolha das agências.....	89
5.6.2. Metodologia utilizada para análise.....	89
5.7. METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DA PLANILHA P4E.....	90
5.7.1. Características da Planilha P4E.....	91
5.7.2. Níveis e categorias de desempenho.....	92
5.7.3. Sistema de pontuação da Planilha P4E.....	98
5.7.4. Metodologias de cálculos dos indicadores de desempenho.....	99
5.8. CALIBRAÇÃO DA PLANILHA P4E COM O MINITAB 15.....	116
5.9. PROPORÇÕES DOS PESOS DOS COMPONENTES DA PLANILHA P4E.....	119
5.10. INSERÇÃO DOS DADOS E GERAÇÃO DOS RESULTADOS DA PLANILHA P4E.....	119

### **CAPÍTULO 6 – RESULTADOS, ANÁLISES E VALIDAÇÃO DA PLANILHA P4E**

6.1. OBTENÇÃO DOS DADOS DAS CARACTERÍSTICAS DA ENVOLTÓRIA DAS AGÊNCIAS BANCÁRIAS.....	122
6.1.1. Nível I – Espaço Urbano.....	122

6.1.2. Nível II – Edifício.....	123
6.1.3. Nível III – Agência.....	124
6.1.4. Nível IV – Ambiente interno – Sala de Auto-Atendimento (SAA).....	125
6.2. APLICAÇÃO DO RTQ-C NAS 10 AGÊNCIAS BANCÁRIAS.....	126
6.3. RESULTADOS COM AS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS.....	129
6.4. APLICAÇÃO DA PLANILHA P4E E RESULTADOS.....	134
6.5. CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS NO DISTRITO FEDERAL.....	137

## **CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES**

7.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	141
7.2. CONCLUSÕES.....	143

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>146</b>
--	------------

## **APÊNDICES**

APÊNDICE A. Diagrama Morfológico – Legenda.....	153
APÊNDICE B. Características físicas da envoltória das 40 agências bancárias do Banco do Brasil no DF.....	162
APÊNDICE C. Levantamento fotográfico de 40 agências bancárias do Banco do Brasil no DF.....	164
APÊNDICE D. Diagrama Morfológico das 10 agências analisadas.....	172
APÊNDICE E. Aplicação do RTQ-C – Planilhas das 10 agências avaliadas.....	211
APÊNDICE F. Planilhas auxiliares da Planilha P4E.....	222
APÊNDICE G. Resultados com as simulações computacionais.....	236

## Lista de figuras

Figura 1.1. Teoria dos círculos concêntricos .....	18
Figura 1.2. Percurso do cliente, início .....	18
Figura 1.3. Percurso do cliente, na atualidade. ....	19
Figura 1.4. <i>Layout</i> em linha para SAA.....	20
Figura 1.5. <i>Layout</i> em 'L' para a SAA.....	20
Figura 1.6. Planta baixa de uma agência com a SAA.....	20
Figura 1.7 Perspectiva de uma agência com a SAA.....	21
Figura 2.1. Mapa climático do DF, segundo classificação de Koppen. ....	35
Figura 2.2. Carta Bioclimática – Brasília. ....	37
Figura 2.3. Zona Bioclimática 4.....	37
Figura 2.4. Carta Bioclimática – Brasília .....	38
Figura 4.1. Fluxo da criação da Planilha P4E.....	57
Figura 4.2. Estrutura hierárquica do GBTool.....	60
Figura 4.3. Blocos de entrada e saída e escala de valores do GBTool .....	61
Figura 4.4. Gráfico de desempenho global (esquerda) e de cada categoria de desempenho .....	62
Figura 4.5. Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações .....	68
Figura 4.6. Fluxograma de escolha da equação de $IC_{env}$ . ....	71
Figura 5.1. Organograma da metodologia de estudo.....	77
Figura 5.2. Mapa do Distrito Federal com as Regiões Administrativas – RA. ....	81
Figura 5.3. Critérios – Posição da quadra.....	99
Figura 5.4. Critérios – Posição do lote na quadra. ....	100
Figura 5.5. Critérios – Lado Frontal.....	101
Figura 5.6. Critérios – Demais lados. ....	101
Figura 5.7. Critérios – Planta do edifício. ....	101
Figura 5.8. Critérios – Ape.....	102
Figura 5.9. Critérios – Fator Forma e Fator Altura.....	102

Figura 5.10. Critérios – Exposição da envoltória.....	102
Figura 5.11. Cargas térmicas por orientação solar para Brasília (radiações totais dia Kcal/m <sup>2</sup> x dia), .....	103
Figura 5.12. Critérios – Transmitância térmica das paredes externas. ....	104
Figura 5.13. Critérios – Transmitância térmica da cobertura.....	104
Figura 5.14. Critérios – Absortância térmica – paredes externas.....	105
Figura 5.15. Critérios – Absortância térmica – cobertura. ....	105
Figura 5.16. Critérios – Percentual de Abertura da Fachada (PAF). ....	105
Figura 5.17. Critérios – Proteções externas predominantes nas aberturas.....	109
Figura 5.18. Critérios – Abertura para ventilação natural. ....	111
Figura 5.19. Critérios – Lados com abertura na edificação (exceto subsolo).....	111
Figura 5.20. Critérios – Origem da fonte de luz predominante no edifício.....	113
Figura 5.21. Critérios – Dimensão e forma da abertura predominante no andar superior. ....	115
Figura 5.22. Critérios – Dimensão e forma da abertura predominante no andar térreo. ....	115
Figura 5.23. Régua com os 9 níveis do escore final da Planilha P4E. ....	116
Figura 5.24. Sumário do escore final da Planilha P4E. ....	117

## Lista de fluxo

Fluxo 5.1. Níveis hierárquicos da Planilha Final.....	93
---	----

## Lista de gráficos

Gráfico 1.1. Fluxo da metodologia com Prospecção de Imóveis.....	25
Gráfico 1.2. Exemplo de uma avaliação de uma edificação da planilha atual. ....	32
Gráfico 5.1. Planilha P4E – Gráfico I (avaliação da Ag. Sobradinho – DF). ....	120
Gráfico 5.2. Planilha P4E – Gráfico II (avaliação da Ag. Sobradinho – DF). ....	121
Gráfico 6.1. Desempenho luminoso, níveis máximos de iluminância (com o térreo). ..	131
Gráfico 6.2. Desempenho luminoso, níveis máximos de iluminância (sem o térreo). ..	131

Gráfico 6.3. Desempenho luminoso, níveis médios de iluminância (com o térreo). ....	132
Gráfico 6.4. Desempenho luminoso, níveis médios de iluminância (sem o térreo). ....	132
Gráfico 6.5. Aberturas – Desempenho luminoso das edificações – Planilha P4E.....	133
Gráfico 6.6. Planilha P4E – escores finais das edificações das agências bancárias. ..	135

## Lista de quadros

Quadro 1.1. Ambientes com os níveis de segurança em uma agência bancária. ....	18
Quadro 1.2. Principais exigências para envoltórias das edificações. ....	22
Quadro 2.1. Iluminância para cada grupo de tarefas visuais .....	44
Quadro 3.1. Comparação entre AHS e AVS. ....	54
Quadro 4.1. Indicadores de desempenho de sustentabilidade ambiental- GBTool.....	59
Quadro 4.2. Níveis e parâmetros do Diagrama Morfológico. ....	64
Quadro 4.3. Diagrama Morfológico – Agência Universidade de Brasília (DF).....	65
Quadro 5.1. Relação de agências, campo amostral.....	80
Quadro 5.2.. As 10 agências escolhidas. ....	83
Quadro 5.3. Imagens das 10 agências selecionadas para aplicação do RTQ-C .....	84
Quadro 5.4. Especificações genéricas para as fachadas das agências.....	87
Quadro 5.5. Níveis, subníveis e indicadores de desempenho da Planilha P4E. ....	94
Quadro 5.6. Posição do lote (na cor laranja) na quadra.....	99

## Apêndice

Quadro D.1.1. Imagens da agência Asa Sul 406 .....	173
Quadro D.1.2. Plantas de Arquitetura – agência Asa Sul 406.....	174
Quadro D.1.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Asa Sul 406 (DF).....	176
Quadro D.2.1. Imagens da agência Asa Sul 516 .....	177
Quadro D.2.2. Plantas de Arquitetura – agência Asa Sul 516.....	178
Quadro D.2.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Asa Sul 516 (DF).....	179
Quadro D.3.1. Imagens da agência Ceilândia Centro. ....	181
Quadro D.3.2. Plantas de Arquitetura – agência Ceilândia Centro. ....	182
Quadro D.3.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Ceilândia Centro (DF)...	183

Quadro D.4.1. Imagens da agência Ceilândia Norte. ....	184
Quadro D.4.2. Plantas de Arquitetura – agência Ceilândia Norte. ....	185
Quadro D.4.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Ceilândia Norte (DF).....	187
Quadro D.5.1. Imagens da agência Setor Comercial Sul. ....	188
Quadro D.5.2. Plantas de Arquitetura – agência Setor Comercial Sul. ....	188
Quadro D.5.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Setor Comercial Sul (DF). .....	191
Quadro D.6.1. Imagens da agência Sobradinho. ....	192
Quadro D.6.2. Plantas de Arquitetura – agência Sobradinho DF. ....	193
Quadro D.6.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Sobradinho (DF). ....	195
Quadro D.7.1. Imagens da agência CNB Taguatinga. ....	196
Quadro D.7.2. Plantas de Arquitetura – agência Taguatinga CNB 12.....	197
Quadro D.7.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Taguatinga CNB 12 (DF). .....	198
Quadro D.8.1. Imagens da agência Taguatinga Norte. ....	199
Quadro D.8.2. Plantas de Arquitetura – agência Taguatinga Norte. ....	200
Quadro D.8.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Taguatinga Norte.....	202
Quadro D.9.1. Imagens da agência Taguatinga Sul.....	204
Quadro D.9.2. Plantas de Arquitetura – agência Taguatinga Sul.....	205
Quadro D.9.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Taguatinga Sul. ....	206
Quadro D.10.1. Imagens da agência Universidade de Brasília .....	208
Quadro D.10.2. Plantas de Arquitetura – agência Universidade de Brasília. ....	209
Quadro D.10.3. Diagrama Morfológico – variáveis da agência Universidade de Brasília. .....	210

## **Lista de tabelas**

Tabela 1.1. Planilha atual para escolha de edificação comercial. ....	27
Tabela 2.1. Estratégias Bioclimáticas – Zona 4 – Brasília.....	39
Tabela 2.2. Iluminância por tipo de atividade em bancos.....	44
Tabela 3.1. Absortância em função da cor.....	49



Tabela 3.2. Fator Solar (FS) das superfícies das aberturas.....	51
Tabela 3.3. Percentual de janela para ambientes com abertura única.....	52
Tabela 3.4. Quantidade de radiação solar ( $Wh/m^2$ ) nas superfícies da envoltória, de acordo a orientação solar. ....	55
Tabela 4.1. Tabela síntese dos pré-requisitos da envoltória. ....	69
Tabela 4.2. Pré-requisitos para Zona Bioclimática 4 – Brasília. ....	70
Tabela 4.3. Planilha do LACAM – avaliação da Agência Sobradinho (DF). ....	73
Tabela 5.1. Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E) no DF. ....	95
Tabela 5.2. Combinação de faces expostas da Fachada Norte x orientação solar.....	103
Tabela 5.3. Tabela de Área Ideal de Janela – proporção 2 : 1 (GHISI et al, 2005). ....	106
Tabela 5.4. Percentuais de aberturas por fachada e ordem por tamanho. ....	107
Tabela 5.5. Tabela de notas da Fachada Principal – PAF. ....	107
Tabela 5.6. Tabela de notas das demais fachadas – PAF. ....	108
Tabela 5.7. Relação da Fachada Oeste com as demais fachadas. ....	109
Tabela 5.8. Tabela de notas para as proteções solares.....	110
Tabela 5.9. Tabela de notas para a proteção solar – marquise. ....	110
Tabela 5.10. Lados com abertura na edificação.....	112
Tabela 5.11. Percentuais de abertura x quantidade de aberturas na edificação.....	113
Tabela 5.12. Posição da abertura no edifício – Tabela de notas (adaptação da Tabela 13). ....	114
Tabela 5.13. Posição da abertura no edifício – Tabela de valores com bonificação. ....	114
Tabela 5.14. Resultados dos subníveis e do escore final das 10 agências – Panilha P4E. ....	118
Tabela 5.15. Resultados dos subníveis e do escore final das 10 agências, após ajustes. ....	118
Tabela 5.16. Componentes e seus respectivos valores percentuais em relação ao total. ....	119
Tabela 6.1. Níveis de eficiência energética das 10 agências bancárias. ....	126
Tabela 6.2. Dados das envoltórias das 10 edificações de agência bancária – Metodologia do RTQ-C (INMETRO, 2009).....	127

Tabela 6.3. Percentuais de Abertura por Fachada (PAF) das 10 agências. ....	128
Tabela 6.4. Valores de absorvância térmica das edificações. ....	128
Tabela 6.5. Resultados dos subníveis e escore final – Planilha P4E. ....	134
Apêndice	
Tabela B.1. Características físicas da envoltória das 40 agências bancárias do Banco do Brasil no DF. ....	163
Tabela C.1. Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal. ....	165
Tabela E.1. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Asa Sul 406. ....	212
Tabela E.2. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Asa Sul 516. ....	213
Tabela E.3. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Ceilândia Centro. ....	214
Tabela E.4. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Ceilândia Norte. ....	215
Tabela E.5. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Setor Comercial Sul. ....	216
Tabela E.6. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Sobradinho. ....	217
Tabela E.7. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Taguatinga CNB 12. ....	218
Tabela E.8. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Taguatinga Norte. ....	219
Tabela E.9. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Taguatinga Sul. ....	220
Tabela E.10. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Universidade de Brasília. ....	221
Tabela F.1. Radiações totais por dia Kcal/m <sup>2</sup> x dia. ....	223
Tabela F.2. Combinações possíveis. ....	224
Tabela F.3. Notas das combinações possíveis. ....	225
Tabela F.4. Área Ideal de Janela (AIJ) adotado. ....	226
Tabela F.5. Tabela inicial – cálculo das notas dos percentuais de abertura. ....	226
Tabela F.6. Escala de valores Fachada Principal - Percentual de abertura das fachadas. ....	226
Tabela F.7. Escala de valores das Demais Fachadas - Percentual de abertura das fachadas. ....	227
Tabela F.8. Pesos do conforto luminoso (PAF; Orientação solar e Quantidade de abertura). ....	228
Tabela F.9. Pesos do conforto luminoso – abertura com bonificação. ....	228

Tabela F.10. Relação de elementos de vedação e valores de transmitância térmica. .	229
Tabela F.11. Relação de cores (absortância térmica).....	230
Tabela F.12. Fator Solar dos principais tipos de vidro. ....	231
Tabela F.13. Planilha inicial – pesos e valores das aberturas (Fachada Principal).....	232
Tabela F.14. Proteção externa – beiral. ....	232
Tabela F.15. Proteção externa – marquise. ....	233
Tabela F.16. Proteção externa – brise horizontal.....	233
Tabela F.17. Proteção externa – brise vertical. ....	234
Tabela F.18. Proteção externa – brise misto.....	234
Tabela F.19. Proteção externa – valores das Demais Fachadas.....	235
Tabela G.1. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Centro (pavimento térreo).....	237
Tabela G.2. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Centro (1º pavimento).....	238
Tabela G.3. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Centro (média dos pavimentos). .....	239
Tabela G.4. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Norte (pavimento térreo).....	240
Tabela G.5. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Norte (1º pavimento).....	240
Tabela G.6. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Norte (2º pavimento).....	241
Tabela G.7. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Norte (média dos pavimentos). .....	241
Tabela G.8. Níveis de iluminância – agência Sobradinho (pavimento térreo).....	242
Tabela G.9. Níveis de iluminância – agência Sobradinho (1º pavimento).....	242
Tabela G.10. Níveis de iluminância – agência Sobradinho (2º pavimento).....	243
Tabela G.11. Níveis de iluminância – agência Sobradinho (média dos pavimentos). ..	243
Tabela G.12. Níveis de iluminância – agência Taguatinga CNB 12 (edificação térrea). .....	244
Tabela G.13. Níveis de iluminância – agência Taguatinga Sul (edificação térrea).....	245
Tabela G.14. Níveis de iluminância – agência Taguatinga Sul (térreo).....	246

## Lista de abreviaturas e siglas

Acob	Área da cobertura	m <sup>2</sup>
Aenv	Área do envoltório	m <sup>2</sup>
AHS	Ângulo Horizontal de Sombreamento	%
Aproj	Área de projeção da edificação	m <sup>2</sup>
Atot	Área total de piso	m <sup>2</sup>
AVS	Ângulo Vertical de Sombreamento	%
FA	Fator altura – Acob/Atot	-
FF	Fator de forma – Aenv/V	-
FS	Fator Solar	-
IC	Indicador de Consumo	-
LIC	Livro de Instruções Codificadas	-
PAF	Percentual de abertura na fachada	%
PAFt	Percentual de abertura na fachada total	%
PAFo	Percentual de abertura na fachada Oeste	%
PAZ	Percentual de abertura zenital	%
RA	Região Administrativa	-
SAA	Sala de Auto-Atendimento	-
TAA	Terminal de Auto-Atendimento	-
U	Transmitância térmica	W/(m <sup>2</sup> .K)
Ucob	Transmitância Térmica da cobertura	W/(m <sup>2</sup> .K)
V <sub>tot</sub>	Volume total da edificação	m <sup>3</sup>

## Entidades e programas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
BB	Banco do Brasil
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina
LACAM	Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética da Universidade de Brasília
NBR	Norma Brasileira
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PROCEM	Programa de Conservação de Energia Elétrica
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética dos Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UnB	Universidade de Brasília

## INTRODUÇÃO

O arquiteto deve realizar o projeto arquitetônico incluindo critérios que possibilitem um menor gasto energético na edificação, além de fazer com que a construção tenha conforto ambiental.

Nem sempre a evolução tecnológica contribui para que a edificação seja considerada confortável pelo usuário. Muitos fatores estão envolvidos nessa relação, principalmente o climático. Considerando que no Brasil existem vários climas, o processo de planejamento e execução de arquitetura pode variar de região para região.

Um edifício tendo características físicas adequadas ao clima local pode favorecer o conforto ambiental (térmico e luminoso) do ambiente interno e, assim, contribuir para um menor gasto energético.

Em decorrência da crise energética pela qual o país passou, no final do Século XX e início do XXI, os órgãos governamentais investiram em pesquisas com intuito de avaliar e analisar as edificações quanto a sua qualidade na construção, principalmente em relação ao consumo energético.

A eficiência energética na construção está diretamente relacionada à obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997). Assim, pode-se dizer que uma edificação é mais eficiente que a outra quando ambas são utilizadas para realizar um mesmo tipo de serviço e uma mesma função, tendo uma delas um menor gasto energético.

Recentemente, em 2009, foi publicado o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (INMETRO, 2009). Esse regulamento possibilita a avaliação de edificações quanto à sua eficiência energética, sendo considerados requisitos técnicos. Apesar desse regulamento ainda ser voluntário para edificações novas e existentes, as instituições oficiais devem estar preparadas para quando o mesmo se tornar obrigatório.

Tradicionalmente, as edificações bancárias são grandes consumidoras de energia, chegando a gastar mais que os demais serviços profissionais (MASCARÓ & MASCARÓ, 1992). Isso se deve, principalmente, aos equipamentos de informática existentes no interior das agências e ao uso do ar condicionado.

O Banco do Brasil, sendo uma instituição bicentenária e órgão financeiro oficial do Governo Federal tem mais de cinco mil agências no território nacional e no exterior. Com o intuito de atender futuramente o RTQ-C, o processo de projeto para instalação de uma agência bancária deverá ser revisto.

Atualmente, o Banco do Brasil constrói poucos edifícios com o objetivo de se instalar uma agência bancária. Devido política econômica da instituição e às atuais condições do mercado imobiliário, existe atualmente uma tendência em alugar imóveis para essa finalidade, tendo como principais fatores: a facilidade de alugar lojas ou salas comerciais nos centros urbanos e a diminuição dos custos de manutenção com capital imobilizado.

Para escolha de uma edificação para instalação de uma agência, segue-se uma metodologia que envolve várias unidades da instituição (Diretoria de Gestão de Segurança, Superintendência e Diretoria de Logística - Área de Administração Patrimonial e Engenharia). Essa metodologia está dividida em três fases, sendo: Módulo I – solicitação de investimento; Módulo II – relatório final da prospecção de imóveis, Módulo III – seleção do imóvel.

Para prospecção de um imóvel, desde agosto de 2008, a engenharia do Banco do Brasil utiliza uma planilha que faz parte do Módulo I dessa metodologia (BANCO DO BRASIL, 2008a). Essa planilha é utilizada para auxiliar de forma objetiva na análise de escolha das edificações comerciais para instalação das agências bancárias, mediante critérios preestabelecidos pelo corpo técnico, envolvendo as áreas de arquitetura, engenharia (civil, elétrica e mecânica) e segurança bancária.

Mesmo durante a fase de prospecção dos imóveis, deve-se levar em consideração as variáveis que poderão detectar se uma edificação foi bem projetada, considerando-se os fatores climáticos locais e conseqüentemente o conforto ambiental do ambiente construído. Esses fatores podem contribuir para que haja uma diminuição do consumo com energia elétrica, mesmo sem ter sido, ainda, realizado *retrofitting*<sup>1</sup> nas instalações elétricas e nos equipamentos eletro-mecânicos da agência bancária.

---

<sup>1</sup> *Retrofitting* – é a ação de remodelar ou atualizar o edifício ou os seus sistemas, pela incorporação de novas tecnologias e conceitos, visando: a valorização do imóvel, a mudança de uso, o aumento da vida útil e melhoria da eficiência operacional e energética (NBR 157575-1, 2008).

Sendo assim, para identificação desses fatores e das características da envoltória foi necessária a utilização de algumas ferramentas de análise. No levantamento das características físicas da tipologia arquitetônica de agência bancária no DF foi utilizado o Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007) e para verificação do nível de eficiência energética da envoltória da edificação foi utilizada a metodologia prescritiva do RTQ-C. Para aferição dos níveis de iluminância dos ambientes internos foi usado o *Software* Relux.

Os resultados deste trabalho apresentam as principais características físicas das envoltórias das edificações de agência bancária do Banco do Brasil no Distrito Federal e os critérios necessários para escolha de uma edificação comercial de até três pavimentos, nessa unidade da federação. Também, os resultados apontam para a elaboração de uma Planilha de Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes no DF (P4E), tendo como diferencial a preocupação com o conforto luminoso.

## **O PROBLEMA**

A necessidade de se instalar rapidamente agências em todo o território nacional, principalmente no período de expansão, e a busca por uma padronização das fachadas, após 1992, fez com que o Banco do Brasil adotasse padrões arquitetônicos que podem estar em conflito com as características climáticas regionais.

Os padrões construtivos utilizados pela indústria da construção civil e os atuais critérios que são adotados pela instituição na instalação das agências, sofrem pouca ou quase nenhuma variação de região para região no Brasil.

No final do Século XX, após estudos de *marketing* e sob a influência da arquitetura internacional, a instituição adotou critérios, como as fachadas de vidro na Sala de Auto-Atendimento (SAA) para a instalação das agências (HÖFLIGER, 2005). As aberturas com vidros temperados da SAA podem comprometer o desempenho térmico da envoltória, principalmente se não existir proteção externa nas fachadas.

Outro ponto que pode contribuir para a diminuição da eficiência energética da edificação é sua orientação solar predominante na fachada principal. Uma orientação solar indesejada pode contribuir para o aumento da carga térmica no ambiente interno e conseqüentemente um maior consumo de energia com a climatização artificial.



Mas tanto a falta quanto o excesso de proteção nas aberturas pode, também, contribuir para o consumo de energia elétrica. Esse fator pode prejudicar a iluminação natural dos ambientes internos, fazendo com que haja uma maior utilização da iluminação artificial e aumento do consumo energético.

No Livro de Instruções Codificadas (LIC) do Banco do Brasil existem instruções a serem seguidas para o projeto e/ou escolha de uma edificação comercial em todo o território nacional. Mas nos atuais critérios de escolha desses edifícios, inexistem critérios para que a edificação tenha um bom conforto ambiental com menor gasto energético. Além disso, não há recomendações sobre os percentuais das aberturas por fachada, o que poderia beneficiar o conforto luminoso e térmico no ambiente de trabalho, além de otimizar a eficiência energética da envoltória.

Sendo assim, existem alguns questionamentos que esse trabalho se propôs estudar, como:

Quais as características físicas comuns da envoltória das edificações das agências bancárias no DF que podem estar prejudicando sua eficiência energética?

Em que patamar no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (INMETRO, 2009) estão situadas as agências bancárias do Banco do Brasil no Distrito Federal?

Há um bom conforto ambiental (térmico e luminoso) nas agências?

O problema atual na metodologia de escolha de edificações para instalação de agências bancárias do Banco do Brasil consiste na inexistência de parâmetros objetivos para optar-se por uma determinada edificação que seja mais eficiente energeticamente e possibilite a seus usuários terem qualidade ambiental (conforto térmico e luminoso).

Sendo assim, o **objeto de estudo** se refere às agências bancárias do Banco do Brasil localizadas no Distrito Federal, sua eficiência energética e o conforto ambiental (térmico e luminoso).

## **JUSTIFICATIVA**

O constante aumento do consumo de energia elétrica no contexto urbano e a crise energética, ocorrida no final do século XX e em 2001, fez com que o Presidente da República sancionasse a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre

a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Esta, em seu artº 4 diz que “o Poder Executivo desenvolverá mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no País”.

Em decorrência dos estudos realizados por diversos pesquisadores, em 2009, foi publicado o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (INMETRO, 2009) que tem como principal objetivo, aferir o nível de eficiência energética de uma edificação.

Segundo o RTQ-C, numa edificação, dentre vários itens, existem três grandes fatores responsáveis pelo alto consumo de energia elétrica: iluminação artificial, condicionamento mecânico do ar e a envoltória. Sendo que o último elemento constituído pelas fachadas e cobertura, é o item onde o arquiteto mais pode contribuir para diminuir o gasto energético de um edifício (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Segundo Lamberts, Ghisi e Ramos (2006, p. 2), “as decisões adotadas pelos arquitetos, ainda na fase de projeto, têm grande relevância no desempenho térmico de uma edificação”. As variáveis arquitetônicas que mais influenciam na eficiência energética da edificação, são: volumetria do edifício, orientação das fachadas, áreas, posicionamento e sombreamento de janelas, sistemas construtivos de paredes e coberturas e cores das superfícies expostas ao sol.

Em estudos realizados por Signor (1999), os resultados apontam que o consumo de energia elétrica com climatização artificial nos edifícios de escritório pode chegar à ordem de 48% do total gasto e havendo uma adequação da arquitetura ao clima, pode-se obter uma economia de até 30%. Ainda segundo Signor (1999), nos edifícios envidraçados o seu gasto energético pode chegar a 70% do total gasto durante o verão.

Em pesquisa realizada por Mascaró & Mascaró (1992, p. 96) foi identificado que os edifícios de serviço bancário podem consumir de “2,2 a 3,8 vezes mais que os demais serviços profissionais, devido aos seus equipamentos de condicionamento de ar e da utilização de iluminação artificial”. Mesmo sendo essa pesquisa realizada há quase duas décadas, trata-se de uma informação importante quando se leva em consideração que após 1995 houve um crescente aumento da utilização de equipamentos de informática nas agências, principalmente, com a inclusão dos Terminais de Auto-Atendimento na Sala de Auto-Atendimento. Fato que contribui para o aumento da carga

térmica no interior e para necessidade de se utilizar o ar condicionado para climatização do ambiente interno.

A diversidade arquitetônica nas construções comerciais e a variedade climática no país dificultam qualquer ação de padronização e escolha de um edifício para instalação de uma agência bancária. Assim, quando o edifício é escolhido muitas vezes são necessárias reformas a fim de adequar a edificação à tipologia bancária.

A instituição implantou em 15/12/1990 o seu Programa de Conservação de Energia Elétrica – PROCEM, que realiza *retrofitting* nas instalações elétricas e nos equipamentos eletro-mecânicos (ar condicionados e elevadores), visando uma otimização do gasto energético na edificação.

A equipe de arquitetos e engenheiros do Banco busca aprimorar a metodologia com a utilização de uma planilha para escolha de edificações comerciais, desde agosto de 2008. Essa planilha auxilia nas análises e na tomada de decisão indicando qual edificação melhor se adequa a uma agência bancária, tomando como base os critérios elaborados pelo arquiteto Marcelo Seferin Pontes (funcionário do Banco do Brasil). Essa planilha é dividida em grupos: 1º - Localização do imóvel em relação ao entorno; 2º - Fachada principal; 3º - Características gerais da edificação; 4º - Geometria da forma; 5º - Acessibilidade; 6º - Conforto ambiental; e 7º - Sistemas – iluminação e ar condicionado.

Conforme Pontes, atualmente “os grupos mais importantes na escolha de uma edificação para instalação de uma agência bancária, são: localização; características gerais; acessibilidade e sistemas, portanto tendo um maior peso”. Porém, nessa metodologia o conforto luminoso, a geometria e a orientação da fachada principal têm um menor peso e grau de importância nessa escolha. Também existem limitações em relação ao conforto ambiental e aos conceitos de eficiência energética da arquitetura.

O levantamento e a análise das características físicas da envoltória das edificações das agências bancárias no Distrito Federal podem contribuir no processo de projeto arquitetônico para essa tipologia, seja na escolha de uma edificação ou na sua remodelagem.

A tendência de haver uma maior área interna nas agências reservada para a Sala de Auto-Atendimento, faz com que o arquiteto tenha uma preocupação com o

percentual de abertura nas fachadas ou em saber qual a área ideal de janela para esse ambiente, de forma que a eficiência energética da envoltória não fique comprometida.

Outro ponto importante é que na metodologia prescritiva do RTQ-C que visa aferir o nível de eficiência energética da envoltória não há uma avaliação direta no conforto luminoso dos ambientes mediante a iluminação natural, principalmente os níveis de iluminância. Sendo assim, uma edificação pode ter baixo Percentual de Área de Abertura nas Fachadas (PAF) em sua envoltória, fato que favorece seu desempenho energético, porém prejudicando o conforto luminoso dos ambientes internos e necessitando de uma maior compensação com a utilização da luz artificial.

A metodologia prescritiva do RTQ-C, por estar em sua primeira versão, não abrange todos os temas que participam da eficiência energética de um edifício e nem todos os fatores que contribuem para o conforto ambiental, como o acústico.

Portanto, a realização de estudos da envoltória das edificações das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal com aplicação do RTQ-C (INMETRO, 2009) em dez agências bancárias e complementando a análise com a aplicação de simulações computacionais visando avaliar os níveis de iluminância dos ambientes internos, possibilitou a formulação de critérios objetivos que auxiliarão na escolha de uma edificação energeticamente eficiente e com bom conforto ambiental (térmico e luminoso).

Além disso, o estudo irá propiciar à instituição critérios relacionados à envoltória para que haja posteriormente estudos de outras edificações bancárias, nos demais climas brasileiros, possibilitando assim uma diminuição no consumo energético pelo Banco do Brasil.

## **OBJETIVOS**

O desempenho em eficiência energética de uma edificação está diretamente relacionado à qualidade do projeto arquitetônico executado e na sua melhor adequação ao Zoneamento Bioclimático Brasileiro.

Dentre os fatores que influenciam a eficiência energética na edificação, segundo o RTQ-C (INMETRO, 2009) – envoltória, iluminação artificial e ar condicionado – a

envoltória (fachadas e cobertura) é o fator onde o arquiteto tem maior atuação e também onde pode contribuir para um melhor conforto ambiental.

Nesta linha de pensamento, o trabalho propõe contribuir tendo como **objetivo geral** elaborar critérios para a instalação de agências no Distrito Federal (DF) com maior eficiência energética e conforto ambiental (conforto térmico e luminoso), tendo como produto final a Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes no DF (P4E) que auxiliará na escolha de edificações comerciais.

Com relação aos **objetivos específicos**, busca-se:

- Realizar revisão bibliográfica referente à agência bancária, ao conforto ambiental, à eficiência energética e as metodologias de análise ambiental;
- Analisar os atuais critérios de escolha das edificações para instalação das agências bancárias de forma a subsidiar o desenvolvimento da metodologia;
- Analisar as características da envoltória das edificações de agência bancária do Banco do Brasil no Distrito Federal, buscando entender o padrão arquitetônico dessa tipologia;
- Analisar a envoltória de dez edificações de agências bancárias do Banco do Brasil no DF, pelo método do RTQ-C, identificando o nível de eficiência energética;
- Realizar simulações computacionais para aferir o nível de iluminância das edificações para subsidiar critérios do Subnível “Desempenho Luminoso” da planilha P4E;
- Formular critérios de eficiência energética e conforto ambiental para escolha das edificações para instalação das agências bancárias no DF, organizando-os em uma planilha de auxílio à escolha de edificações comerciais (P4E);
- Aplicar a planilha P4E em dez edificações de agências bancárias do Banco do Brasil no DF como forma de validar a planilha.

## **ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Após a Introdução apresentada, o trabalho está organizado em sete capítulos, estruturado em duas partes:

### **1ª Parte: Fundamentação teórica e metodológica**

#### **Capítulo 1: Arquitetura de agência bancária do Banco do Brasil**

É apresentado um breve histórico da arquitetura de agência bancária do Banco do Brasil e o programa dessa tipologia. Também, são apresentados: a metodologia atual para a escolha de edificações para instalação de agências bancárias; o problema atual existente e suas deficiências em relação ao conforto ambiental.

#### **Capítulo 2: Clima e conforto ambiental**

Esse capítulo apresenta os fatores climáticos pertinentes ao DF e também abrange as definições e características do conforto ambiental (térmico e luminoso).

#### **Capítulo 3: Eficiência energética: variáveis arquitetônicas**

Apresenta as variáveis arquitetônicas que influenciam no desempenho energético da envoltória.

#### **Capítulo 4: Referencial Metodológico**

Nesse capítulo são apresentadas as metodologias de análises utilizadas no estudo, sendo: o Diagrama Morfológico como método de análise de projetos; o RTQ-C, como método de aferição e análise da eficiência energéticas das edificações; o *GB Tool* como ferramenta de avaliação e análise dos indicadores de sustentabilidade de projeto e o *software* Relux como ferramenta de avaliação e análise de desempenho luminoso do ambiente interno.

## **2ª Parte: Metodologia e Resultados**

### **Capítulo 5: Procedimentos metodológicos do estudo**

Nesse capítulo, inicialmente é descrita toda metodologia do estudo utilizada para a elaboração da Planilha para Escolha de Edificações Eficientes Energeticamente (P4E) no DF. Posteriormente é apresentada a Planilha P4E e assim como sua estrutura, forma de pontuação e os gráficos de resultados.

### **Capítulo 6: Resultados, Análises e Validação da Planilha P4E**

São apresentados os resultados obtidos mediante: o levantamento fotográfico e o Diagrama Morfológico, a aplicação do RTQ-C e as simulações computacionais. Também são apresentados: as propostas de melhoria para as edificações de agência bancária; os resultados obtidos mediante a avaliação pela Planilha P4E; as análises e discussão dos resultados. E por fim, os critérios para escolha de edificações comerciais no Distrito Federal.

### **Capítulo 7: Considerações Finais e Conclusões**

Nesse capítulo são apontadas as conclusões finais do estudo para criação do novo método de análise e indicações para estudos futuros.

## **PARTE I**

---

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA**



## Capítulo 1

### ARQUITETURA DE AGÊNCIA BANCÁRIA DO BANCO DO BRASIL

O Banco do Brasil por ser o principal órgão financeira federal sempre influenciou as demais instituições bancárias no país, principalmente no campo político e econômico. No mundo atual e globalizado, as atitudes adotadas por uma instituição para minimizar os gastos energéticos são de grande valor.

#### 1.1. BREVE HISTÓRICO

A edificação bancária teve origem devido à necessidade dos ourives de guardar o ouro em locais seguro. As casas comerciais responsáveis por essa função emitiam um papel timbrado com o valor e o nome do proprietário do bem que a eles tinha sido confiado. Pouco a pouco, essas instituições adquiriram muito poder nas comunidades, influenciando principalmente a economia e a política, bem como a arquitetura e o traçado urbanístico de uma cidade (COSTA, 2000).

No Brasil, em 1808<sup>2</sup>, em decorrência da abertura dos Portos e da grande quantidade de ouro em circulação, houve a necessidade de se instalar uma casa emissora de papel-moeda, criando-se assim o Banco do Brasil.

A arquitetura bancária no Brasil desde o início sofreu influências dos estilos arquitetônicos de outros países, como: o neoclassicismo, o ecletismo, o modernismo, o corporativismo e o pós-modernismo. Porém, sem causar grandes alterações em seus *layouts* e sim em suas fachadas. Nos dois primeiros estilos as modificações ocorreram por conseqüências de um estilo arquitetônico, não havendo grandes modificações no processo de trabalho da instituição bancária.

A primeira agência bancária do Banco do Brasil foi implantada em prédio com arquitetura tipicamente colonial. Entretanto, nesse primeiro momento, havia apenas uma preocupação com a estética da arquitetura, com a volumetria da edificação, que

---

<sup>2</sup> Ano da chegada da Coroa Portuguesa no Brasil que cria, em 12 de outubro de 1808, o Banco do Brasil na cidade do Rio de Janeiro, onde é instalada a primeira agência bancária numa casa modesta, na Rua Direita (MONTEIRO, 1985, p.81).

deveria se destacar no traçado urbano, demonstrando assim, a sua equivalência em importância aos prédios religiosos, jurídicos e governamentais.

Segundo Ströher (1999, p. 114) o caráter do prédio bancário, predominante até meados do século XX, “poderia ser definido por adjetivos como: discreto, austero, fechado, solene, pomposo, imponente e monumental”. Nessa época havia uma preocupação exagerada com a resistência física das paredes, tornando-as espessas para coibir arrombamentos. Porém, apesar da largura da parede contribuir para o conforto térmico, prejudicava na distribuição de luz natural no interior dos ambientes.

Com relação ao Banco do Brasil, a arquitetura de suas agências bancárias começou a sofrer sensíveis modificações a partir da criação do Departamento de Engenharia e Arquitetura – DENGGE, em 1937. Mas somente após a década de 50, é que começam a ficar visíveis os trabalhos dos arquitetos, iniciando-se uma nova fase da arquitetura de agência bancária do Banco do Brasil (HÖFLIGER, 2005).

No levantamento histórico da envoltória das agências bancárias do Banco do Brasil, desde 1937, foi verificado que as edificações sofreram grande transformação ao longo dos anos (PEDREIRA; AMORIM, 2009).

Até a década de 40, as edificações tinham uma volumetria imponente, tendo como principal objetivo transmitir segurança e poder. Havia nessa época uma predominância de aberturas verticais e ambientes com pé-direito duplo favorecendo a distribuição da luz natural no interior dos ambientes e, também, um maior colchão de ar que contribuía para o conforto térmico.

Posteriormente, durante o auge do movimento moderno, décadas de 50 e 60, as construções destacavam-se pelas linhas retas e pelas janelas predominantemente horizontais. Outra característica marcante desse período é a grande utilização dos brises como dispositivo de controle da insolação nas aberturas e a diminuição do pé direito dos ambientes.

Porém, a época em que houve maiores transformações nas fachadas das agências bancárias foi justamente após 1970, início da 3ª Revolução Industrial. Segundo Warschauer (2006, p. 31), “a terceira revolução começou na década de 70, com a difusão do transistor, do computador e das telecomunicações”.

O informacionalismo (WARSCHAUER, 2006, p. 31) transformou as formas de uma instituição produzir e sua produtividade está, atualmente, cada vez mais interligada aos avanços da ciência e da tecnologia, bem como da qualidade da informação e da administração do processo de produção: criação do produto, consumo, distribuição, comercialização e pós-venda.

Essa nova revolução trouxe uma tecnologia (computadores pessoais e internet) capaz de encurtar grandes distâncias de forma mais rápida e eficaz, diminuindo a quantidade de funcionários por agência e conseqüentemente aparecendo espaços ociosos dentro das dependências (COSTA, 2000). Assim, as alterações que demoravam décadas para ocorrer nas edificações bancárias, passaram a ser constantes e rotineiras. A dinâmica da ciência da informação influenciou também a forma de se projetar e “o conhecimento de *marketing* passou a ser imperativo para o arquiteto que faz parte desse mundo competitivo” (COSTA, 2000, p. 45).

Segundo Costa (2000, p. 46), “os bancos hoje, procuram sobrepor à antiga imagem de solidez e fechamento em si mesmos, um caráter de modernidade, de tecnologia avançada, de transparência”. De acordo com Costa (2000), no Banco do Brasil houve uma sensível mudança na tipologia arquitetônica das agências bancárias após a inserção, em 1995, da Sala de Auto-Atendimento (SAA).

A pesquisa realizada pelo arquiteto Raul Höfliger (1999-2000) levantou vários fatores preponderantes, que definem de forma clara a tipologia da arquitetura bancária da atualidade:

*Propensão ao uso, cada vez mais acentuado, do vidro nas fachadas; volumetria arquitetônica parecida com a do movimento moderno com linhas limpas e formais ou, de natureza mais complexas com formas inusitadas e ‘distorcidas’, justapostas e múltiplas resultando em expressões formais fortes que evocam conceitos de ordem/desordem e ‘de-construção’; aumento e união da Sala de Auto-Atendimento (SAA) com o atendimento e diminuição do ‘suporte’* (HÖFLIGER, 2005, p. 152).

Na última fase da evolução da arquitetura de agência bancária do Banco do Brasil, “Fase do limiar da nova era tecnológica – após 2000” (PEDREIRA, AMORIM, 2009, p. 7) há uma maior preocupação com os revestimentos das paredes externas e

na sua aparência. Nessa fase, apesar de haver grande diversidade de materiais construtivos com baixa emissividade (placas metálicas de alumínio) que contribuem para que as fachadas ganhe pouca energia térmica proveniente do sol, há ainda um descaso do ganho térmico advindo pela cobertura.

As agências se tornaram menores, compactas, formas que favorecem a climatização artificial. Entretanto, muito delas são construídas com uma tipologia arquitetônica não condizente a um país tropical, com suas fachadas envidraçadas compostas com janelas sem dispositivos de aberturas, sendo um dos pré-requisitos para segurança bancária. Houve uma diminuição do controle da incidência dos raios solares nos ambientes de trabalho, sendo muitas vezes controlados por persianas verticais internas, o que não evita o “efeito estufa” nesses ambientes.

Na maior parte do dia, elas ficam fechadas como forma de se aumentar a privacidade dos ambientes das agências. Outro fato é a não otimização da luz artificial nas Salas de Auto-Atendimento, ficando acesas vinte e quatro horas durante sete dias na semana. Um fator favorável a essa fase, é o fato das agências poderem ser inseridas em qualquer construção – *shopping centers*, lojas ou salas de edifícios comerciais – fazendo com que sua envoltória seja uma parte de um todo, diminuindo assim o ganho térmico da agência. Contudo, permanecerá o problema da falta da luz natural nos postos de trabalho, fator de extrema importância para a saúde dos trabalhadores.

Para uma melhor compreensão dos critérios exigidos para a escolha de uma edificação para se implantar uma agência bancária, serão discutidos o programa de arquitetura e as variáveis que determinam essa tipologia arquitetônica.

## **1.2. PROGRAMA DE UMA AGÊNCIA BANCÁRIA DO BANCO DO BRASIL**

Até metade do século XX, o programa de uma agência bancária tinha grande influência na volumetria da edificação, fazendo com que algumas delas tivessem uma aparência de “caixa-forte” (robustas e sólidas), a fim de transmitir segurança. Ao longo dos anos, aconteceram alterações em suas fachadas e nos projetos construtivos, em decorrência dos estilos arquitetônicos e das novas tecnologias construtivas (STRÖHER, 1999).

Com o período da informatização, que se iniciou no final da década de 1970 (COSTA, 2000, p. 68), houve gradativamente a diminuição da área destinada aos funcionários e o aumento da área para o público. Ainda segundo Costa (2000), esse fator ficou mais evidente a partir do momento em que os bancos passaram a implantar o Terminal de Auto-Atendimento (TAA) na Sala de Auto-Atendimento (SAA).

A partir de 1995, segundo Araújo (2006, p. 139) iniciou-se “o maior processo de transformação já vivido pela empresa”, com a criação do Programa de Automação Bancária, que visava atender uma nova realidade do mercado financeiro, altamente competitivo e agregando novo valor negocial: a velocidade de atendimento. Também no mesmo ano, o Departamento de Administração do Patrimônio Imobiliário – DEPIIM reeditou o capítulo do Livro de Instruções Codificadas (LIC) para a realização das reformas e instalação das agências.

O capítulo do LIC, referente às reformas e instalação das agências, passou a exigir que as agências fossem instaladas em edifícios com fachadas envidraçadas, como forma de demonstrar os investimentos tecnológicos dos equipamentos da SAA (HÖFLIGER, 2005). Ou seja, começou-se a adotar a tipologia como as fachadas de vitrine de lojas de *magazines* onde, os produtos estão à vista do cliente. A segurança das agências seria resolvida com a utilização de Circuitos Fechados de TV (CFTV) e da Porta Giratória Detectora de Metais (PGDM), além, é claro, de segurança armada.

Segundo Costa (2000, p. 86), atualmente “os projetos estão simplificados em seus programas, busca-se explorar a funcionalidade, introduzindo, entretanto, o ambiente da vitrine de produtos, o ambiente ‘tecnológico’ logo à entrada do edifício” e a liberdade no remanejamento das áreas internas, possibilitada pela modulação estrutural do prédio.

Atualmente, na realização de um projeto de arquitetura para agência bancária da Rede Varejo do Banco do Brasil, o LIC prevê os seguintes critérios para programa de necessidades (BANCO DO BRASIL, 2008a):

I) Dimensionamento Geral –

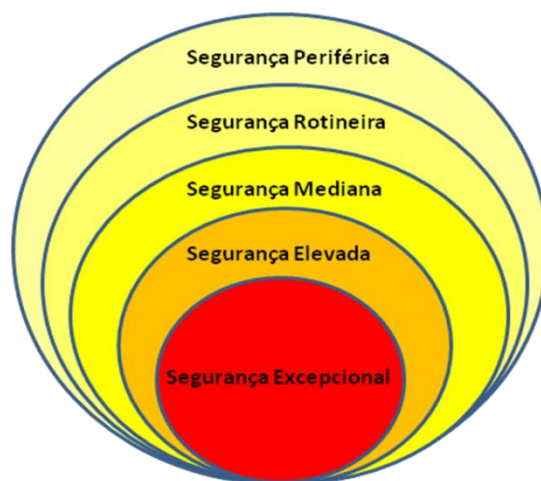
- Considerar para dimensionamento da área necessária (m<sup>2</sup>) de agências e postos:

- a) O número de funcionários multiplicado por 24 para agências com até 10 funcionários e;
  - b) Multiplicar por 20 para agências com mais de 10 funcionários;
  - c) Em ambos os casos, somar o número de ATM (*Automatic Teller Machines*) ou Terminal de Auto-Atendimento (TAA) multiplicado por 15 m<sup>2</sup>.
- II) Programa de necessidades - configuram o programa mínimo para Agências os espaços relacionados abaixo:
- a) Sala de Auto-Atendimento (SAA);
  - b) *Hall* de Público;
  - c) Plataforma de atendimento:
    - c.1) atendimento aos clientes;
    - c.2) bateria de caixas;
  - d) Suporte:
    - d.1) Tesouraria;
    - d.2) Sala de Uso Múltiplo;
    - d.3) Serviço de Atendimento Opcional;
    - d.4) Almoxarifado;
    - d.5) Sanitários;
    - d.6) Depósito de material de limpeza;
    - d.7) Copa;
    - d.8) Sala On-line, também chamada de telecomunicações;
    - d.9) Casa de máquinas de ar condicionado, e
    - d.10) Grupo gerador.

### **1.2.1. Projeto de uma agência bancária do Banco do Brasil**

O processo de projeto de uma agência bancária segue uma série de normativos que englobam desde os estudos relacionados à área econômica (financeiro, contábil, administrativo, tecnológico, *marketing*, etc) até os relacionados à segurança bancária, que muitas vezes determinam os fluxos internos de uma agência.

Conforme Mandarini (2006), a importância de uma área dentro de uma agência pode receber conceitos de acordo com a política de segurança de gestão de ambientes. Sendo assim, essas áreas podem ter as seguintes graduações de segurança: segurança excepcional; segurança elevada; segurança mediana; segurança rotineira e segurança periférica (Figura 1.1).



**Figura 1.1.** Teoria dos círculos concêntricos (Fonte: MANDARINI, 2006).

A classificação das áreas de uma agência segue a ordem decrescente de nível de criticidade. Exemplificando, pode-se verificar no Quadro 1.1 como são os níveis de segurança nos ambientes de uma agência bancária.

**Quadro 1.1.** Ambientes com os níveis de segurança em uma agência bancária.

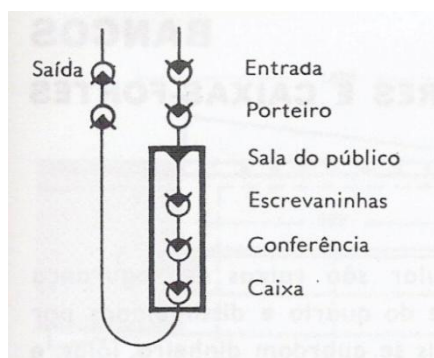
Níveis de Segurança	Exemplos de ambientes de uma agência
Segurança excepcional	tesouraria; corredores de abastecimentos de TAA; bateria de caixas.
Segurança elevada	sala on-line; grupo gerador e suporte
Segurança mediana	saguão das agências destinado ao atendimento aos clientes e SAA.
Segurança periférica	estacionamentos e áreas externas.

#### 1.2.1.1. Fluxos e critérios exigidos

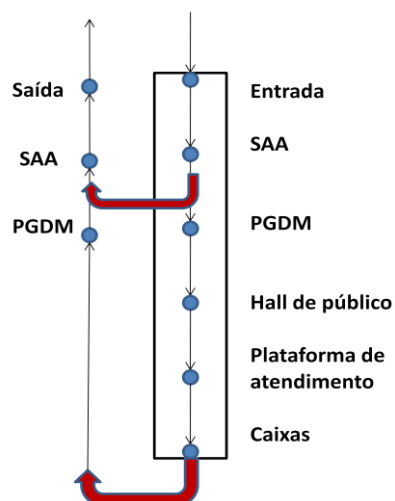
O percurso que um cliente faz fora e dentro de uma agência bancária atualmente é determinante em vários fatores de projeto, bem como: acessibilidade, visibilidade,

marcação do pórtico de entrada, identificação do lugar em relação ao entorno, tipologia arquitetônica, etc.

O fluxo interno, que determina como o cliente pode andar dentro de uma agência bancária para sacar dinheiro, pouco se alterou desde o início do século XX. Ao se estudar o fluxo pela Figura 1.2 (NEUFERT, 1996, p. 259), que existia antes da inclusão da SAA, a alteração que ocorreu foi apenas em relação da facilidade de se retirar pequena quantia de dinheiro nos TAAs (Figura 1.3). Permanece, assim, a necessidade do mesmo ir ao caixa para a retirada de grandes valores.



**Figura 1.2.** Percurso do cliente, início Século XX (NEUFERT, 1996, p. 259).



**Figura 1.3.** Percurso do cliente, na atualidade.

Em relação ao projeto de uma agência bancária, a grande transformação ocorreu a partir de 1992, em virtude do *Workshop* – “Projeto e Linguagem” que reuniu os arquitetos do Banco do Brasil, em Brasília. Esse encontro realizado pela instituição tinha como principal objetivo:

“fazer uma reflexão sobre o que havia sido feito até aquele momento e, principalmente, para tentar estabelecer alguns parâmetros mínimos de padronização de linguagem arquitetônica que se afinassem com a imagem que a empresa pretendia transmitir (HÖFLIGER, 2005, p. 118).

Paralelamente a esse evento foi produzido pela professora Christina Bezerra de Melo Jucá, da Universidade de Brasília, um texto de revisão e análise da arquitetura produzida pelo Banco do Brasil. Como produto final do *Workshop*, gerou-se um resumo

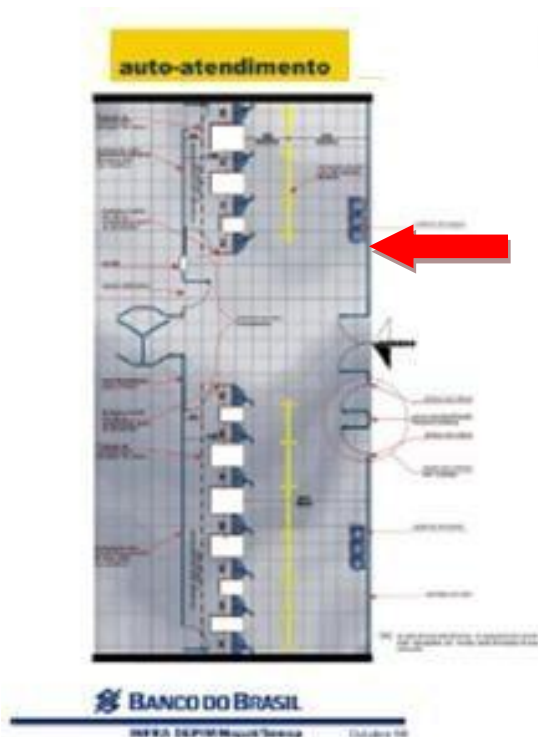


das conclusões dando origem ao Programa para a Unidade da Arquitetura do Banco do Brasil – PROARQ, que serviu de base para a alteração do capítulo da área de arquitetura e engenharia no LIC (HÖFLIGER, 2005).

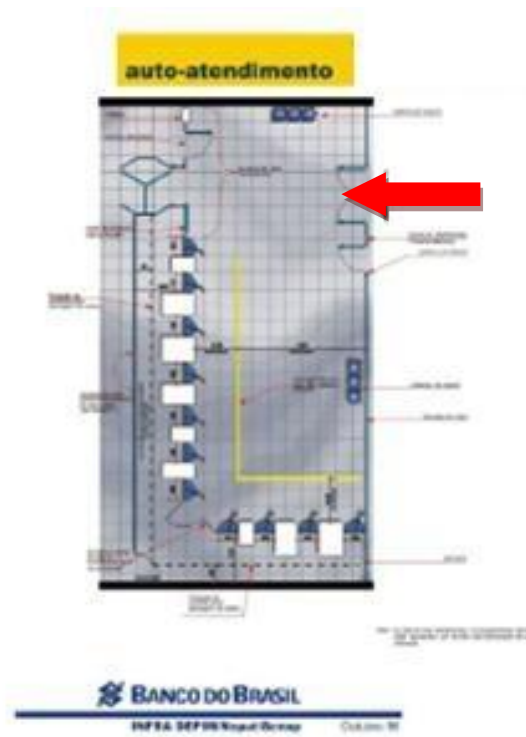
A partir dessa época, o LIC passou a relacionar as diretrizes (ambientes externo e interno) que os arquitetos devem seguir para elaborar um projeto de uma agência bancária (BANCO DO BRASIL, 2008a).

Sendo que a partir de 1995 a instalação de uma Sala de Auto-Atendimento (SAA) passou a ser ponto determinante no projeto de uma agência. Em decorrência disso, foi necessário que a equipe de arquitetos do Banco realizasse um estudo para verificar qual a melhor disposição e localização para uma SAA.

Nas Figuras 1.4 e 1.5, pode-se ver duas soluções diferentes na implantação do *layout* da SAA. A primeira em linha e a segunda em 'L'. Na segunda, há o direcionamento do acesso principal à agência para um dos cantos da fachada, onde ficam a porta de acesso e a PGDM.



**Figura 1.4.** Layout em linha para SAA.  
(Fonte: HÖFLIGER, 2005, p.138)



**Figura 1.5.** Layout em 'L' para a SAA.  
(Fonte: HÖFLIGER, 2005, p.138)

Segundo Höfliger (2005, p. 135), a disposição em “L” acabou “sendo a mais utilizada, pois apresenta a vantagem de não cruzar as circulações do Auto-Atendimento e de acesso da agência, além de unificar o Auto-Atendimento em um ambiente único”.

Como a disposição da SAA influencia a implantação de uma agência, todas as demais áreas e equipamentos são planejados após essa escolha. Nas Figuras 1.6 e 1.7., pode-se ver uma planta baixa e uma perspectiva de uma agência com 285 m<sup>2</sup>, com um *layout* hipotético de uma SAA (indicada com seta na cor vermelha).

Segundo Costa (2000, p. 79) “os novos edifícios de agências não centralizadoras (não prestam serviços para outras agências), devem ter área total por volta de 300 a 350 m<sup>2</sup>, poucos compartimentos internos e elemento de comunicação comercial, orientados pelo marketing”.



**Figura 1.6.** Planta baixa de uma agência com a SAA. **Figura 1.7** Perspectiva de uma agência com a SAA. (Fonte: HÖFLIGER, 2005, p.137 e 138). (Fonte HÖFLIGER, 2005, p.137 e 138)

Como dito anteriormente, o Livro de Instruções Codificadas (LIC) relaciona os critérios, tanto no ambiente externo quanto nos ambientes internos, para a implantação de uma agência bancária do Banco do Brasil.

Entretanto, como o foco desse estudo é a envoltória da edificação, apenas as principais exigências referentes a ela estão relacionados no Quadro 1.2:

**Quadro 1.2.** Principais exigências para envoltórias das edificações.

<b>Forma - Estilo - Linguagem da Edificação</b>
a) Deve-se marcar o acesso à agência com pórtico, destacando-o em relação aos demais elementos da fachada.
b) Utilizar coberturas que caracterizem a linguagem comercial bancária. Não utilizar abóbadas, cúpulas e beirais com telhas aparentes.
c) Não utilizar elementos que configurem o provisório, tais como toldos e coberturas removíveis.
D) Usar brises e marquises para reduzir carga térmica e correta adequação à orientação solar.
<b>Fachadas</b>
a) Utilizar materiais em padrões cromáticos de cinzas e azuis.
b) Deve-se considerar as peculiaridades de cada região em relação à pluviosidade, umidade e temperatura.
<b>Insolação</b>
a) Considerar as posições dos panos de vidro e dos equipamentos de TAA, evitando-se a insolação e o ofuscamento.
b) Posicionar os equipamentos de forma perpendicular à incidência de luz externa. Criar marquises ou brises a fim de solucionar o problema.
c) Não utilizar películas de qualquer tipo nos vidros das agências.

Apesar de haver uma preocupação no normativo interno em relação à insolação nas fachadas, pode-se constatar que ainda há indefinições quanto às diretrizes que deverão ser adotadas para cada caso encontrado.

Partindo-se do princípio que somente se pode utilizar brises ou marquises nas fachadas de forma a controlar a carga térmica transmitida pelas aberturas, o arquiteto do banco não tem muita opção para solucionar os problemas de conforto térmico quando se depara com uma edificação mal projetada.

Outro fator que acaba complicando na escolha do dispositivo de proteção externa que deverá ser adotado são as fachadas de vidro da SAA, que estão cada vez maiores. Caso a fachada principal da SAA tenha orientação para Oeste, somente a

utilização de marquise não solucionará os problemas do excesso de luminosidade e aumento da carga térmica no ambiente interno.

A utilização de padrões cromáticos na cores cinza e azul nas fachadas é consequência da tentativa de padronização da tipologia bancária e estratégia de *marketing*, a fim de relacionar as cores à imagem do Banco do Brasil.

O fato de não haver percentuais de áreas a serem utilizados para cada cor pode afetar o desempenho térmico da envoltória como um todo, devido à absorção térmica da cor da face externa da parede. Segundo o RTQ-C (INMETRO, 2009), para Brasília as cores ideais devem ser claras (absorção abaixo de 0,4), sendo que o azul é considerado cor média (absorção de 0,5 a 0,7), portanto acima do recomendado.

A proibição da utilização de películas de qualquer tipo nos vidros das agências pode contribuir para visibilidade, tanto externa quanto interna, mas faz com que haja um contrasenso em relação ao nível de conforto térmico e luminoso nos ambientes internos.

Apesar de existir diversos tipos de películas, o fato de proibi-las não parece ser a melhor alternativa, tendo em vista que é comum utilizarem persianas verticais nos ambientes internos como dispositivo de controle da luz natural.

Porém, mencionar no normativo que o arquiteto deve considerar os fatores climáticos não significa que os mesmos serão estudados e analisados durante a fase de projeto de instalação da agência.

Além disso, quando se está escolhendo uma edificação já pronta, tendo sido projetada e construída por profissionais que não fazem parte da equipe de arquitetos e engenheiros da instituição, resta aos profissionais do Banco somente a tarefa de reformá-la para adequá-la à instalação de uma agência bancária.

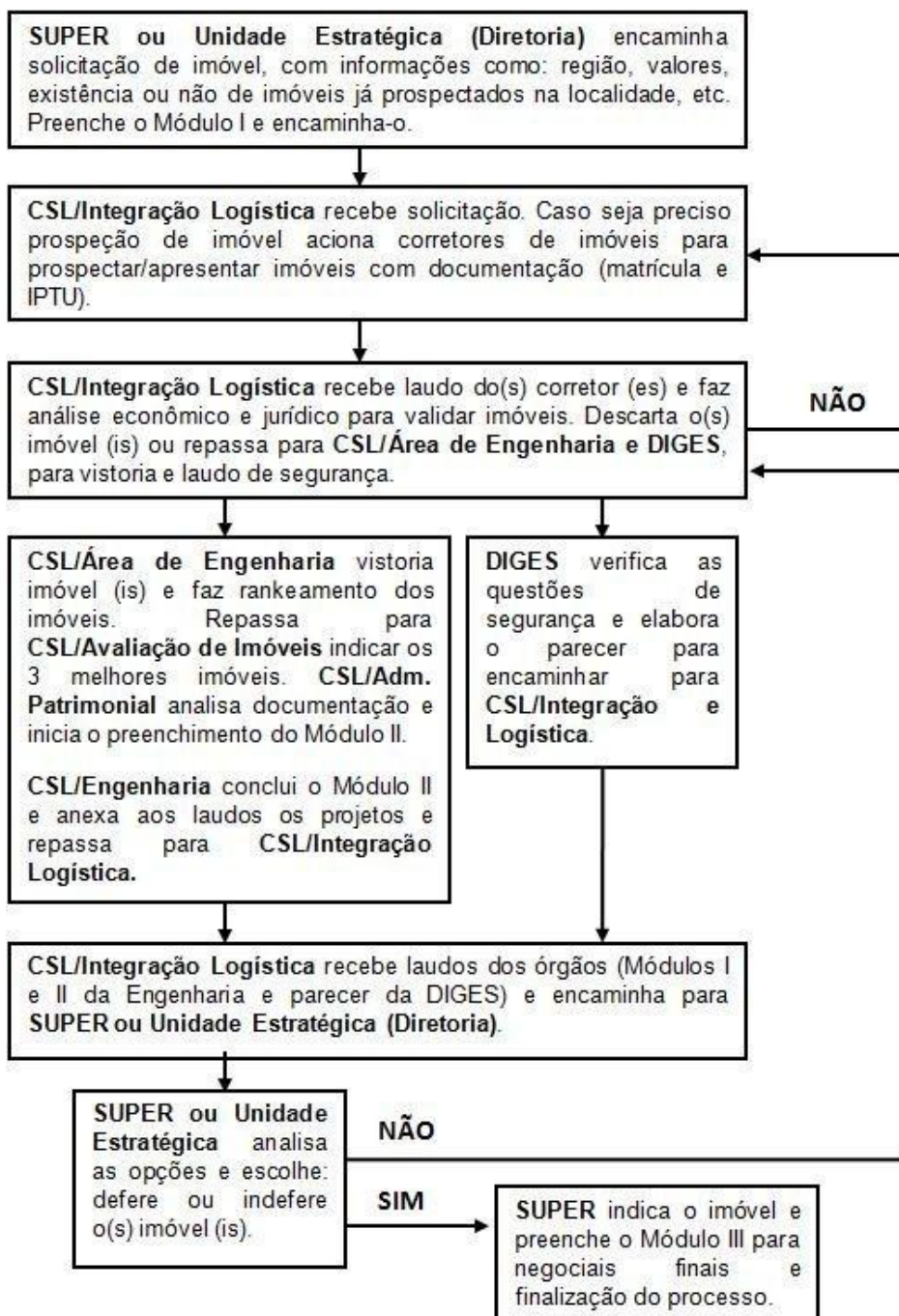
### **1.3. METODOLOGIA ATUAL PARA ESCOLHA DAS EDIFICAÇÕES DE AGÊNCIA BANCÁRIA**

Como já foi dito anteriormente, o Banco do Brasil, atualmente, adota uma metodologia para escolha de edificações para serem alugadas e alteradas para instalar suas agências bancárias.

Essa metodologia, que tem como diretrizes os critérios contidos no Livro de Instruções Codificadas (LIC) é seguida em todo o país pelos órgãos regionais de engenharia e arquitetura da instituição.

Atualmente, devido à política da instituição, existe uma tendência em alugar imóveis para essa finalidade em decorrência dos seguintes fatores: necessidade de áreas reduzidas para agências, entre 300 a 500 m<sup>2</sup>; facilidade de alugar lojas ou salas comerciais no mercado imobiliário das capitais brasileiras e diminuição dos custos de manutenção com capital imobilizado.

Com o intuito de se escolher uma edificação para instalação de uma agência bancária, segue-se uma metodologia que envolve vários órgãos do Banco do Brasil: I) Diretoria de Gestão de Segurança – DIGES; II) Superintendência – SUPER; III) CSL/Integração e Logística; IV) CSL/Área de Administração Patrimonial e V) CSL/Área de Engenharia). Essa metodologia está dividida em três módulos, sendo: Módulo I – solicitação de investimento; Módulo II – relatório final da prospecção de imóveis, Módulo III – seleção do imóvel. Esta é exemplificada de forma simples no fluxo abaixo (Gráfico 1.1).



**Gráfico 1.1.** Fluxo da metodologia com Prospecção de Imóveis.  
(Fonte: Adaptada do Livro de Instruções Codificadas do Banco do Brasil, 2009).

Desde agosto de 2008, a equipe de arquitetos e engenheiros da Gerência de Patrimônio, Arquitetura e Engenharia – GEPAE faz uso de uma ferramenta de seleção de imóveis comerciais, ou seja, uma planilha desenvolvida pelo arquiteto Marcelo Seferin Pontes, funcionário do Banco. Essa planilha é executada no aplicativo Excel (plataforma Windows) e foi elaborada a partir da estrutura de pontos e avaliação da ferramenta *GBTool*<sup>3</sup> que é utilizada para avaliar a edificação conforme níveis de desempenho de sustentabilidade ambiental<sup>4</sup>.

A planilha que o corpo técnico utiliza auxilia nas análises e na tomada de decisão do Módulo I e indica qual edificação melhor se adéqua a uma agência bancária, tomando como base os critérios elaborados por Pontes. Segundo seu autor, “a planilha é uma tentativa de reduzir o grau de subjetividade que existia e chegar a alguma conclusão com as considerações vistas sobre a edificação vistoriada” (BANCO DO BRASIL, 2008a).

Essa planilha é dividida em grupos:

- 1º - Localização do imóvel em relação ao entorno;
- 2º - Fachada principal;
- 3º - Características gerais da edificação;
- 4º - Geometria da forma;
- 5º - Acessibilidade;
- 6º - Conforto ambiental; e
- 7º - Sistemas – iluminação e ar condicionado.

A seguir, apresenta-se a atual Planilha de Escolha de Edificações Comerciais (Tabela 1.1) para instalação de agências bancárias do Banco do Brasil, em todo país.

---

<sup>3</sup> Aplicativo *GBTool* – é um *software* da Green Building Challenge – GBC que é um consórcio internacional que tem como principal objetivo desenvolver metodologias para avaliação de desempenho ambiental de edifícios. O *software* é rodado em Excel da plataforma Windows (Microsoft) que possibilita avaliar doze indicadores de desempenho de sustentabilidade ambiental (BARROS, 2005).

<sup>4</sup> Sustentabilidade ambiental – conceito amplo que está relacionado ao conceito de sustentabilidade urbana, podendo ser atingida a partir do reconhecimento e da prática de que os recursos ambientais são finitos. A sustentabilidade urbana somente ocorre quando há uma boa condução dos seus vários aspectos, como: econômico, social, político, infra-estrutura urbana e ambiental (GOMES DA SILVA, 2007).

Tabela 1.1. Planilha atual para escolha de edificação comercial (Fonte: LIC, Banco do Brasil, 2008a).

Processo:									
Imóvel n°	Endereço:	Escore Patrimonial	454						
LOCALIZAÇÃO	Posicionamento em relação ao ponto focal definido	Dentro do foco	5	x	5	3	15	5	
		Fora do foco - 50%	1						
		Fora do foco + 50%	-3						
	Uso predominante na rua	Comercial, serviços ou misto sem predominância residencial	5						
		Misto com predominância residencial	1	x	1				
		Predominantemente Residencial	-1						
	Intensidade do tráfego de veículos	Média	5	x	5				
		Alta	3						
		Baixa	1						
	Disponibilidade de transporte coletivo	Ônibus	5	x	5				
		Metrô ou trem	3						
		Indisponível até 2 quadras do prédio (perca de 600 metros)	-3						
	Estacionamento	Existente no prédio ou no terreno	5	x	5				
		Inexistente	-1						
Local na quadra	Esquina	5	x	5					
	Meio de quadra	3							
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>26</b>	<b>78</b>	<b>-9</b>	<b>78</b>	<b>99</b>
FACHADA PRINCIPAL	Orientação predominante da fachada principal	Sul	5	x	5	2	10	5	
		Leste	3						
		Norte	1						
		Oeste	-1						
	Acesso	Independente	5	x	5				
		Compartilhado	-3						
	Recuo	Sim (com visibilidade até aproximadamente 50 metros no leito da rua)	5						
		Não	3	x	3				
		Sim (sem visibilidade até aproximadamente 50 metros no leito da rua)	1						
	Aberturas	Mais de 50% e menos de 100% em vidro	5						
		Envidraçada totalmente	3	x	3				
		Menos de 50% em vidro	1						
	Esquadrias	Vidro	5	x	5				
		Caxilhos	1						
Revestimento da fachada	Materiais nobres	5							
	Cerâmicas	3	x	3					
	Pintura	1							

itens para formação do gráfico





Tabela 1.1. Planilha atual para escolha de edificação comercial, continuação (Fonte: LIC, Banco do Brasil, 2008a).

Grupo	Critério	Indicador	Default	Opção	Escore	Peso	Ponderado	
		Pedra bruta natural, tijolos aparentes, blocos de concreto aparentes	-3					
		<b>SUB-TOTAL</b>			<b>24</b>		<b>48</b>	
								<b>min pre max</b>
								<b>-8 48 60</b>
								<b>min pre max</b>
								<b>-54 129 135</b>
Grupo	Critério	Indicador	Default	Opção	Escore	Peso	Ponderado	
CARACTERÍSTICAS GERAIS	Estrutura e sistema construtivo da edificação	Convencional	5	x	5	3	15	5
		Metálica	3					
		Pré-moldada	-3					
	Estado de conservação aparente	Ótimo	5				9	3
		Bom	3	x	3			
		Inferior a Bom	-5					
	Compartilhamento	Não existe	5	x	5		15	5
		Compartilhado com outros comércios	3					
		Compartilhado com residências	1					
	Tipo de loja	Prédio isolado	5	x	5		15	5
		Loja em conjunto ou edificação comercial coletiva ou sala interna	3					
		Casa	1					
	Pavimentos necessários para ocupação	Térreo	5	x	5		15	5
		Superior	-1					
		Sub-solo	-1					
		Outros além do Térreo, Subsolo e Superior	-2					
	Cobertura	Em perfeito estado de conservação	5	x	5		15	5
		Com até 20% de problemas de conservação visíveis	3					
		Entre 20 e 50% de problemas de conservação visíveis	1					
		Acima de 50% de problemas de conservação visível	-3					
	Piso interno	Em perfeito estado de conservação ou sem necessidade de substituição	5	x	5		15	5
		Com até 20% de problemas de conservação ou necessidade de substituição visíveis	3					
		Entre 20 e 50% de problemas de conservação ou necessidade de substituição visíveis	1					
		Acima de 50% de problemas de conservação ou necessidade de substituição visíveis	-3					
Laje após a cobertura	Existente	5	x	5	15	5		
	Não existente	-1						
Forro	Existente com condições de uso	5	x	5	15	5		
	Existente com necessidade de substituição ou recomposição acima de 30%	1						
	Não existente	-3						
		<b>SUB-TOTAL</b>			<b>43</b>		<b>129</b>	
Formato		Regular (até 6 segmentos de parede conformando todo o perímetro)	5	x	5		5	5

Tabela 1.1. Planilha atual para escolha de edificação comercial, continuação (Fonte: LIC, Banco do Brasil, 2008a).

Grupo	Critério	Indicador	Default	Opção	Escore	Peso	Ponderado	min	pre	max
GEOMETRIA	Perímetro	Irregular	1			1	5	5		
		Retangular ou quadrado	5	x	5					
		Mais de um segmento em ângulo sendo no máximo três ângulos menores do que 90 graus	1							
		Quatro ou mais ângulos menores do que 90 graus	-3							
	Área disponível	Igual ao pré-dimensionamento ou menos de 20% superior a este	5	x	5					
		Superior ao pré-dimensionamento além de 20%	-1							
		Inferior ao pré-dimensionamento até 5%	-3							
		Inferior ao pré-dimensionamento mais do que 5%	-5							
	Pilares da estrutura	Modulados	5	x	5					
		Sem modulação	1							
		Mais de 2 pilares no salão de atendimento fora da modulação	-1							
	Pé-direito sob as vigas ou sob o forro (o que for mais baixo)	Entre 3,00 e 4,00m	5	x	5					
		Acima de 4,00m	3							
Menor do que 3,00m		-3								
SUB-TOTAL					25		25	-11	25	25
ACESSIBILIDADE	Acessibilidade no acesso ao interior da loja	Em nível ou com rampa existente	5	x	5	3	15	5		
		Através de plataforma existente	3							
		Não existente, mas possível de realizar com rampa ou plataforma elevatória	1							
		Não existente e é impossível de realizar	descartar a edificação							
	Sanitários para pessoas com deficiência	Pelo menos um conjunto para cada sexo em cada andar	5							
		Um por andar	3	x	3					
		Não existente, mas é possível instalar	0							
	Elevador interno: em prédios com mais de um pavimento (no caso de ser necessário o uso para público em vários pavimentos)	Existente	5							
		Poço sem equipamento	3							
		Não existente	-3	x	-3					
	Desnível interno entre ambientes ou no mesmo ambiente (inferior a um pavimento)	Não existente ou existente até 5cm	5	x	5					
		Existente de 6 cm até 35cm	1							
		Existente maior do que 35cm	-1							
SUB-TOTAL					10		30	-3	30	60

**Tabela 1.1.** Planilha atual para escolha de edificação comercial, continuação (Fonte: LIC, Banco do Brasil, 2008a).

CONFORTO AMBIENTAL	Iluminação natural	Possível em + 50% da área	5	x	5	2	10	5
		Possível em - 50% da área	1					
		Não é possível	-1					
	Sanitários com ventilação natural ou forçada	Todos	5	x	5		10	5
		1 de 2 no total	3					
		pele menos 2 se houverem mais de 2 no total	1					
		Nenhum	0					
	Copa	Existente com equipamentos (bancada, microondas, refrigerador)	5				6	3
		Espaço existente, com bancada e pia e sem equipamentos	3	x	3			
		Somente espaço existente com instalações ou esperas	1					
		Inexistente	-1					
	Vestiário	Existente, com tanque	5	x	5		10	5
		Existente, sem tanque	3					
Não existente		0						
		<b>SUB-TOTAL</b>			<b>18</b>		<b>36</b>	<b>-2 36 40</b>
SISTEMAS	Dutos de AC	Instalados escondidos	5	x	5	3	15	5
		Instalados aparentes	3					
		Não existentes	0					
	Espaço preparado para casa de máquinas AC	Existente maior ou igual a 9m <sup>2</sup>	5				3	1
		Existente, menor do que 9m <sup>2</sup>	1	x	1			
		Não existente	0					
	Espaço apropriado para condensadores remotos	Existente (definido para tal fim)	5	x	5		15	5
		Existente dependendo de aprovação do condomínio	1					
		Não existente	0					
	Entrada de energia	Independente	5	x	5		15	5
		Compartilhada com possibilidade de expansão	3					
		Compartilhada sem possibilidade de expansão	-5					
	Alimentação de 75 kVA	75 kVA exclusivo ou possível de ampliação	5	x	5		15	5
		Inferior a 75 kVA mas com possibilidade de ampliação	3					
		Inferior a 75 kVA e impossível de ampliar	-5					
Subestação	Não necessária	5	x	5	15	5		
	Existente	3						
	Não existente, com área disponível para instalação	1						
	Não existente, com necessidade de instalação Aérea	0						
	Custo elevado a ser assumido pelo Banco	-5						

**Tabela 1.1.** Planilha atual para escolha de edificação comercial, continuação (Fonte: LIC, Banco do Brasil, 2008a).

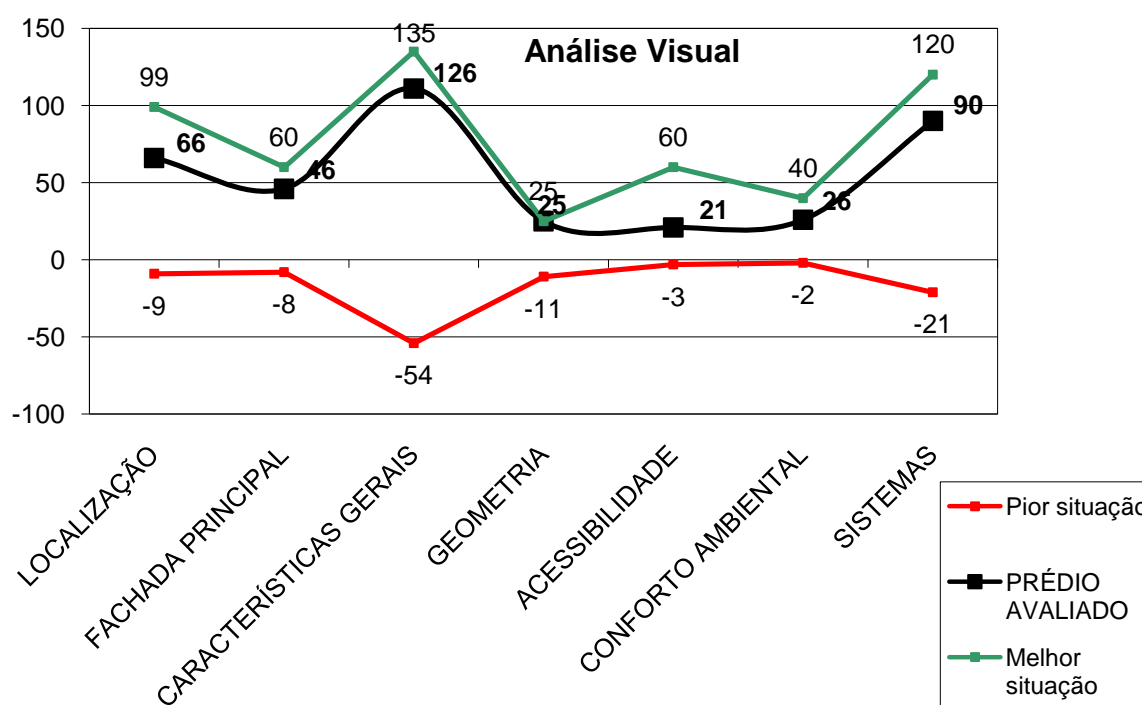
Entrada de telefonia e dados	Capacidade no cabo mínima de 8 linhas disponíveis	5	x	5	15	5
	Entrada de telefonia e dados tem que ser executada pelo Banco	-1				
Antena	Local disponível com visada desobstruída (55 - 60 graus)	5	x	5	15	5
	Não há local, ou local com visada obstruída	-5				
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>36</b>	<b>108</b>	<b>-21 108 120</b>

Na planilha são designados pesos aos grupos, variando de 1 a 3. Conforme Pontes (BANCO DO BRASIL, 2008a), baseando-se nos projetos já realizados “os grupos mais importantes na escolha, são: localização; características gerais; acessibilidade e sistemas, portanto tendo um maior peso”. O estabelecimento de pesos diferentes a cada grupo da planilha demonstra quais são os mais importantes no resultado do escore final, auxiliando assim na análise e na tomada de decisão na escolha da edificação. Nesse caso, os grupos mais importantes receberam Peso 3.

Assim como o GBTool, Pontes utilizou a pontuação final do edifício como uma derivada pela agregação ponderada sucessiva de pontuações dos níveis hierárquicos, resultando em um acúmulo sucessivo de ponderação, porém utilizando critérios e valores um tanto subjetivos. O estabelecimento de notas (-5 a 5) para os indicadores na planilha, segundo relato de Pontes, “foi baseada na experiência profissional e nos projetos já realizados no Banco do Brasil para instalação das agências bancárias”. Porém os critérios estabelecidos para o Grupo Conforto Ambiental, por Pontes, não contribuem para uma real avaliação da edificação, sendo apenas abordada a possibilidade ou não de luz natural.

Para análise da edificação é realizada uma vistoria prévia no imóvel e assim são levantados dados que serão inseridos na Planilha de Seleção de Imóveis Comerciais. Após ser realizada a tabulação de valores na planilha, ela gera um gráfico que demonstra em que situação o edifício avaliado se encontra em relação a uma melhor ou pior situação de escolha.

No Gráfico 1.2, pode-se verificar o resultado de uma aplicação da planilha atual do Banco do Brasil na avaliação da agência Universidade de Brasília no Distrito Federal. Com os resultados apresentados em cada grupo da planilha no gráfico abaixo, pode-se analisar que a linha preta (prédio avaliado) está muito próxima da melhor situação (linha verde). Isto auxilia na conclusão que essa edificação atende aos requisitos para uma edificação bancária, contudo tem que haver uma melhora na sua condição do Grupo Acessibilidade, com nota igual a 21.



**Gráfico 1.2.** Exemplo de uma avaliação de uma edificação da planilha atual.  
(Fonte: adaptada da Planilha de Seleção de Imóveis do BANCO DO BRASIL, 2009).

Porém, a planilha atual tem suas limitações e deficiências quando se busca analisar a edificação em relação ao conforto ambiental (térmico e luminoso) e a eficiência energética. Nela, o Grupo Conforto Ambiental está subdividido em: a)

iluminação natural (possível + 50% ou – 50%); sanitários com ventilação natural (verificar a existência e a quantidade); copa (equipamentos e conforto do mobiliário) e vestiário (verificar a existência e equipamentos do ambiente).

É visível a inexistência de critérios mais específicos que apontem a avaliação do conforto ambiental das agências. Há uma pequena ponderação em relação ao Conforto Luminoso, solicitando ao avaliador informar se há iluminação natural em mais de 50% da área da agência. Mas não faz menção à orientação solar dessas aberturas e problemas oriundos com o excesso de luminosidade ou a falta dela, muito menos pelo desconforto térmico causado pelo excesso de radiação solar direta que pode entrar pelas aberturas.

A planilha, também, não foi elaborada visando avaliar uma edificação quanto à eficiência energética, mesmo porque, na época de sua elaboração ainda não havia sido publicado o RTQ-C. Sendo assim, tem-se a necessidade de uma atualização e a inclusão de critérios que avaliem as edificações em relação aos níveis de eficiência energética e ao conforto ambiental.

## Capítulo 2

### CLIMA E CONFORTO AMBIENTAL

Nesse capítulo serão abordados o conceito de Clima e as características do clima do Distrito Federal, bem como o conforto ambiental (térmico e luminoso), com a finalidade de fundamentar o estudo em questão.

#### 2.1. CLIMA

Há diversos estudos (AMORIM, 1998; BROWN & DEKAY, 2004; CORBELLA & YANNAS, 2003; CUNHA, 2006; FROTA & SSHIFFER, 1988; GIVONI, 1976; LAMBERTS, 1997; OLGAY, 1998; RIVERO, 1986; ROMERO, 2000; VIANNA & GONÇALVES, 2007) que relatam sobre a importância de se conhecer o clima da região onde será projetada uma edificação.

Existem muitas definições para clima, citadas por diversos autores:

"Clima é o conjunto das condições atmosféricas que tornam um lugar da superfície terrestre mais ou menos habitável para os homens, animais e plantas." (KOPPEN, apud AMORIM, 1998, p. 94).

Vianna e Gonçalves (2001, p. 12) definem "o clima como sendo a junção do macro, do meso e do microclima, que tem a soma dos fenômenos meteorológicos modificados pelas condições da superfície terrestre". O macro clima é decorrente aos fatores climáticos percebidos em diferentes regiões, países, continentes e oceanos. Enquanto que o meso e o microclima estão mais relacionados a edificação por se tratar de um ambiente mais limitado, como: um vale, o litoral, uma cidade, um parque, uma rua, um lago, etc.

Segundo Rivero (1986, p. 69) entende-se por clima "o conjunto de fenômenos meteorológicos que definem a atmosfera de um lugar determinado". Esses fenômenos em conjunto com os aspectos construtivos da edificação e o ambiente urbano formam uma gama de características que tornam cada local um espaço diferente, não existindo nenhum igual ao outro.

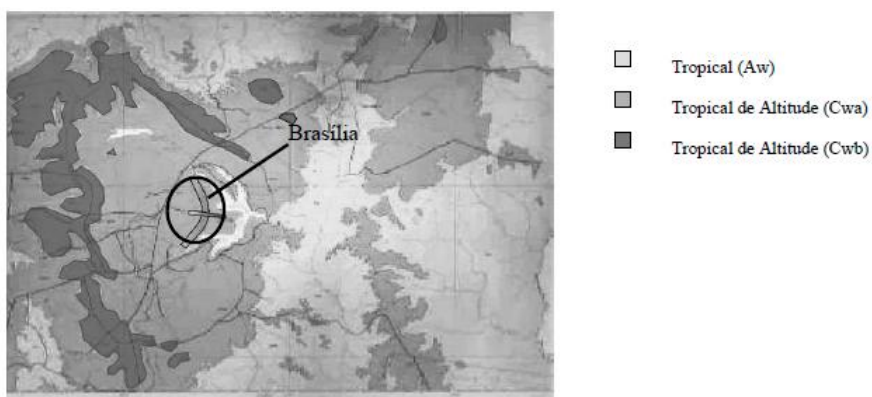
### 2.1.1. Clima do Distrito Federal

O Distrito Federal (DF) está situado na região central do país, localizado a 15° 32' Latitude Sul, mais precisamente entre os paralelos 15° 30' e 16° 3' e os meridianos 47° 18' e 48° 17' a menos três horas de Greenwich. Tem uma área territorial total de 5.822,1 km<sup>2</sup> e faz fronteira com os estados brasileiros de Goiás e Minas Gerais.

O clima da região é classificado como Tropical de Altitude (Cwa e Cwb), Figura 2.1 (FERREIRA, 1965; CODEPLAN, 2010, p. 11). Segundo Romero (2007, p. 127) há ainda uma variação na denominação do clima local, podendo ser considerado como clima tropical úmido no período das chuvas (outubro a abril) e clima tropical seco no período da seca (maio a setembro).

De acordo com Maciel (2002, p. 8), existe ainda “uma terceira estação dentro do período seco, com dias ensolarados, de baixa umidade relativa, e noites frias desconfortáveis, à qual se refere como fria e seca”, que seriam exatamente os meses de agosto e setembro.

O DF está em média a 1.100 metros do nível do mar e o centro de Brasília está a 1.159 metros de altitude. Segundo Amorim (1998, p. 96) “este fato acentua as amplitudes de temperatura durante o dia e entre o dia e a noite”.



**Figura 2.1.** Mapa climático do DF, segundo classificação de Koppen (CODEPLAN, 1984).

Abaixo são relacionados os principais dados das Normais Climatológicas do Distrito Federal apontados por Amorim (1998, p. 102), Maciel (2002, p. 8) e Silva (2007, p. 30):

- A temperatura máxima média é de 29,2° C (setembro);
- A temperatura mínima média é de 12,9° C (julho);



- A temperatura média anual é de 21,6° C, tendo chegado a 34,5° C a máxima absoluta (outubro/1963) e a mínima absoluta chegou a 1,6° C em julho de 1975;
- A amplitude média anual de temperatura é de 11,2° C e a diária de 13,6° C;
- Os ventos predominantes são de Leste (outubro a abril) com uma velocidade média anual de 2,7 m/s, com a segunda maior freqüência de ocorrência para Noroeste.
- Umidade relativa anual de 67%, sendo a relativa mínima absoluta de 8% (setembro);
- O índice de pluviosidade é de 1552 mm ao ano, sendo dezembro o mês que mais chove com 248,6 mm;
- A nebulosidade média mínima é de 3,00 (junho a agosto) e a máxima é de 8,00 (novembro e dezembro). Sendo que em março é de 7,0 e em setembro de 4,0.
- A média de insolação durante o dia é de 163 horas no período quente e úmido (outubro a abril) e de 243 horas em média durante o período frio e seco (maio a setembro), num total de 2365 horas anuais. O mês de julho é o de maior insolação com 265,3 horas.

Conforme exposto nos dados acima, o clima do Distrito Federal é ameno, não havendo grandes amplitudes na temperatura ao longo do dia. Existem períodos no ano que há desconforto térmico com o calor: meses de agosto e setembro devido à temperatura acima de 27° C e a baixa umidade relativa do ar (chegando abaixo de 20%). O maior desconforto térmico existente em Brasília é proveniente do frio. Mas, esse fator climático é mais sentido durante as madrugadas e início das manhãs, nos meses de junho e julho (Maciel, 2002). Essa característica influencia pouco nas atividades bancárias, por serem de uso diurno.

### **2.1.2. Zoneamento Bioclimático do Distrito Federal**

A abordagem bioclimática no projeto de arquitetura há muito tempo vem sendo estudada, sendo Olgyay (1998) e Givoni (1976) os pioneiros na área. O diagrama bioclimático desenvolvido por Olgyay foi o primeiro a propor estratégias para que o projeto de arquitetura tenha uma melhor adaptação ao clima regional.

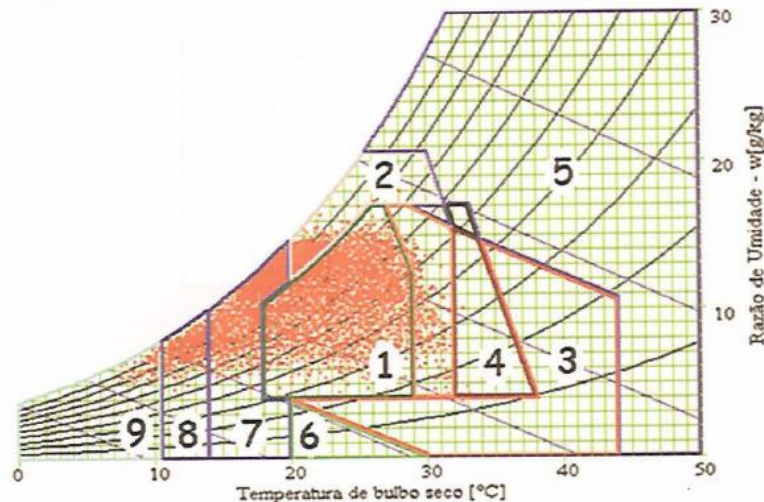
Givoni (1976) que realizou pesquisas abordando itens que têm grande influência no conforto térmico em uma edificação, como: atuação da umidade e da radiação solar

nos edifícios, efeitos da orientação, das aberturas e da ventilação, os tipos de tetos e forros, por último, as propriedades termofísicas dos materiais construtivos.

O objetivo principal da arquitetura bioclimática é realizar uma correta aplicação dos componentes arquitetônicos em uma edificação, a fim de possibilitar um nível excelente de conforto ambiental com baixo consumo de energia. Para atingir esse objetivo, faz-se o uso das cartas bioclimáticas, “que associam informações sobre a zona de conforto térmico, clima local e as estratégias de projeto indicadas para cada período do ano” (BRAGA, 2007, p. 41).

Nessas cartas bioclimáticas existem nove zonas, que de acordo com a variação de temperatura e a umidade relativa, indicam a estratégias necessárias para alcançar conforto em um ambiente interno.

As zonas de uma carta bioclimática são: 1) conforto; 2) ventilação; 3) resfriamento evaporativo; 4) massa térmica para resfriamento; 5) ar condicionado; 6) umidificação; 7) massa térmica para aquecimento; 8) aquecimento solar passivo e 9) aquecimento artificial (Figura 2.2).

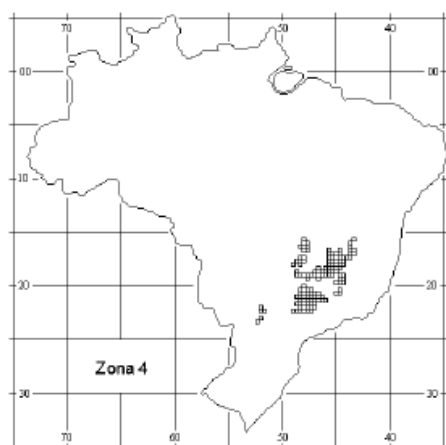


**Figura 2.2.** Carta Bioclimática – Brasília (Fonte: Lambert, 1999, p. 126).

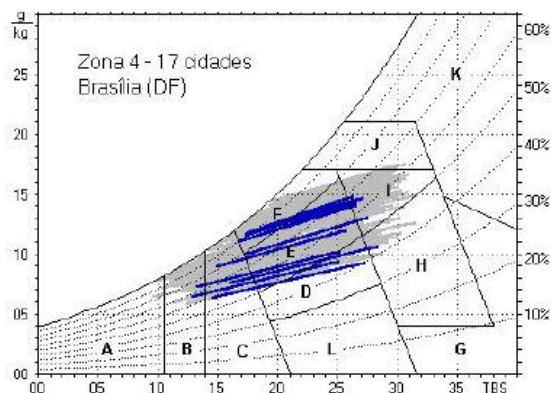
A fim de se conseguir um melhor conforto térmico nas edificações a carta prevê dois tipos de estratégias: as naturais (sistemas passivos) e as artificiais (sistemas ativos). As naturais são aquelas que não se usa energia para o condicionamento ambiental: ventilação natural, resfriamento evaporativo, material construtivo com massa

térmica (inércia térmica) e aquecimento passivo. As artificiais são: aquecimento artificial e ar condicionado.

No Brasil, devido as suas dimensões e características climáticas existem oito Zonas Bioclimáticas (NBR 15220, 2005). O Distrito Federal está inserido na Zona Bioclimática nº 4 (Figuras 2.3 e 2.4).



**Figura 2.3.** Zona Bioclimática 4  
(Fonte: ABNT, NBR 15220-3, 2003).



**Figura 2.4.** Carta Bioclimática – Brasília  
(Fonte: ABNT, NBR 15220-3, 2003).

Para Brasília, a Tabela 2.1 apresenta os dados sobre conforto e desconforto térmico, bem como, as respectivas estratégias bioclimáticas de projeto que devem ser adotadas, a fim de se obter um melhor conforto térmico no ambiente interno.

De acordo com essa tabela, os principais percentuais de desconforto, como já discutido, verificam-se em decorrência do frio, ocorrendo durante a madrugada e no início da manhã, nos meses de junho e julho. Entretanto esse fator não atinge os usuários das edificações bancárias por causa do período do dia que ocorre. No caso do desconforto por calor, as estratégias de resfriamento evaporativo (8,38%) e massa térmica para resfriamento (8,29%), sendo bem utilizadas podem contribuir para a diminuição do gasto energético. O ar condicionado é indicado em apenas 0,08% dos casos.

**Tabela 2.1.** Estratégias Bioclimáticas – Zona 4 – Brasília.

Conforto	Desconforto	Estratégias bioclimáticas (%)	
41,20%	FRIO 36,6%	Massa térmica para aquecimento	31,3
		Aquecimento solar passivo	4,37
		Aquecimento artificial	0,99
	CALOR 22,2%	Ventilação	21,2
		Resfriamento evaporativo	8,38
		Massa térmica para resfriamento	8,29
		Ar condicionado	0,08

Obs.: O percentual de desconforto por calor ou frio não corresponde à soma das estratégias indicadas, pois os percentuais destas estratégias também consideram as zonas sobrepostas.

(Fonte: MACIEL, 2002, p. 74).

No entanto, em edificações comerciais e de serviços, a alta carga térmica interna (ocupação e equipamentos) torna muitas vezes necessário o uso de ar condicionado, No caso das agências bancárias do Banco do Brasil é incentivado o uso desse recurso para climatizar os ambientes mesmo durante períodos do dia que não haveria necessidade.

Em Brasília, no período das 13h às 18h há um maior percentual de pessoas desconfortáveis com o calor, chegando a 35,7% (MACIEL, p. 75). Em relação às edificações de agência bancária, justamente nesse período (das 11 às 16 h) há uma maior quantidade de pessoas dentro das edificações.

## 2.2. CONFORTO AMBIENTAL

Segundo Corbella e Yannas (2003, p. 30) “uma pessoa está em um ambiente físico confortável quando se sente em neutralidade com relação a ele”.

De forma mais ampla, há a definição de qualidade ambiental que segundo Piardi (apud AMORIM, 2001) “considera as relações físicas, materiais e energéticas entre a construção e o ambiente que a circunda, relacionando parâmetros como o conforto ambiental interno, o consumo energético, a segurança, o impacto ambiental da construção e do uso do edifício, entre outros”.

O conforto ambiental do espaço arquitetônico está diretamente ligado as condições biológicas do ser humano e como ele interage com o espaço interior de forma natural, sem haver desconforto ou prejuízo na sua saúde. Apesar de haver vários fatores que influenciam o conforto humano, nesse trabalho serão abordados apenas os confortos térmico e luminoso pelo fato do estudo utilizar o método prescritivo do RTQ-C como instrumento de análise para aferir o nível de eficiência energética da envoltória. O conforto acústico ainda não faz parte da metodologia de análise do regulamento do INMETRO.

### **2.2.1. Conforto térmico**

São muitos os fatores que influenciam na sensação térmica de um indivíduo dificultando encontrar-se um padrão exato de conforto térmico em um ambiente de trabalho.

Segundo Frota & Schiffer (1988, p. 16), as condições de conforto térmico “são função da atividade desenvolvida pelo indivíduo, da sua vestimenta e das variáveis do ambiente que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente”.

A NBR 16401-2 – Instalações de Ar Condicionado – Parâmetros de conforto térmico (ABNT, 2008) e o RTQ-C (INMETRO, 2009) citam que os parâmetros ambientais que afetam o conforto térmico são: temperatura operativa; velocidade do ar e umidade relativa do ar. Os valores desses parâmetros dependem dos seguintes fatores pessoais: o tipo de vestimenta e o tipo de atividade realizada.

O homem, por ser um animal homeotérmico (mantém sua temperatura corporal na ordem 37° C) necessita que a temperatura ambiente seja confortável, de forma que não ocorra fadiga<sup>5</sup> ou problemas patológicos causados por condições extremas de temperatura. A regulação da temperatura do seu corpo, deve-se ao seu sistema termorregulador, “que comanda a redução ou o aumento das perdas de calor pelo organismo através de alguns mecanismos de controle” (FROTA & SCHIFFER, 1988, p. 11).

---

<sup>5</sup> Frota e Schiffer (1988, p. 12) distinguem três tipos de fadiga corporal: (1) muscular, resultante do trabalho físico, (2) termo-higrométrica, relativa ao calor e ao frio e (3) nervosa, principalmente visual e sonora;

### 2.2.1.1. Índices de conforto térmico

Conforme a NBR 16401-2 (ABNT, 2008), a fim de se obter um percentual de 80% ou mais de aceitação de conforto pelos usuários, deve-se adotar os seguintes parâmetros:

#### l) Vestimenta

##### a) Verão (roupa típica - 0,5 clo<sup>6</sup>)

- Temperatura operativa<sup>7</sup> e umidade relativa dentro da zona delimitada por:
  - 22,5 °C a 25,5 °C e umidade relativa de 65 %;
  - 23,0 °C a 26,0 °C e umidade relativa de 35 %;
- A velocidade média do ar (não direcional) na zona de ocupação não deve ultrapassar:
  - 0,20 m/s para distribuição de ar convencional<sup>8</sup> (grau de turbulência 30 % a 50 %);
  - 0,25 m/s para distribuição de ar por sistema de fluxo de deslocamento (grau de turbulência inferior a 10 %);

##### b) Inverno (roupa típica - 0,9 clo)

- Temperatura operativa e umidade relativa dentro da zona delimitada por:
  - 21,0 °C a 23,5 °C e umidade relativa de 60 %;
  - 21,5 °C a 24,0 °C e umidade relativa de 30 %;
- A velocidade média do ar (não direcional) na zona de ocupação não deve ultrapassar:
  - 0,15 m/s para distribuição de ar convencional (grau de turbulência 30% a 50%);
  - 0,20 m/s para distribuição de ar por sistema de fluxo de deslocamento (grau de turbulência inferior a 10%).

---

<sup>6</sup> O tipo de roupa usado pelas pessoas, que determina a resistência térmica média à troca de calor do corpo com o ambiente, expressa em "clo" (1clo = 0,155 m<sup>2</sup> K / W) (ABNT, NBR 16401-2, 2008).

<sup>7</sup> Temperatura operativa – temperatura uniforme de um ambiente imaginário, no qual uma pessoa trocaria a mesma quantidade de calor por radiação e convecção que no ambiente não uniforme real (ABNT, NBR 16401-2, 2008).

<sup>8</sup> Ar convencional – é um ar comum não "ultra-filtrado" para o ambiente (Fonte: <http://www.laar.unb.br/consult.htm>).

## II) Atividade

Usualmente o nível de atividade física, que determina o metabolismo corporal, é expresso em “met” (1 met = 58,2 W/m<sup>2</sup>). Onde se adota a área média de 1,8 m<sup>2</sup> para o corpo de um adulto. A norma NBR 16401-1 (ABNT, 2008) indica os seguintes dados nesse caso:

- Sentado, trabalho leve (escritórios):
  - calor total (W) = 130;
  - calor sensível (W) = 75;
  - calor latente (W) = 45;
- Atividade moderado (escritório):
  - calor total (W) = 140;
  - calor sensível (W) = 75;
  - calor latente (W) = 55;

No caso das agências bancárias, onde os ambientes são climatizados artificialmente, a sensação de conforto térmico dos indivíduos está diretamente relacionada aos critérios preestabelecidos pela NBR 16401 (ABNT, 2008).

Para que haja conforto térmico nas agências do BB, o normativo interno da instituição determina que todos os ambientes de trabalho das agências sejam climatizados artificialmente (uso do ar condicionado), mas podendo se adotar o uso da ventilação natural a fim de obter o conforto térmico por ventilação, em caso de falta de fornecimento de energia elétrica pela concessionária. Entretanto, normalmente a climatização nas agências é feita artificialmente com a utilização de sistema de ar condicionado central, ou “mini split” em casos excepcionais ou como complemento ao sistema central nas Salas de Auto-Atendimento e Salas *On Line*.

### 2.2.2. Conforto luminoso

O conforto luminoso é imprescindível para que o ser humano possa desenvolver suas atividades. Segundo Vianna & Gonçalves (2001, p. 84) o conforto luminoso pode ser definido como “um conjunto de condições que garantem o desenvolvimento de tarefas visuais com a máxima precisão e o mínimo de esforço”.

De acordo com Vianna & Gonçalves (2007, p. 85), existem vários fatores que influenciam na realização de qualquer tarefa visual e que devem ser respeitados em um ambiente arquitetônico, sendo:

- a vista e a visão;
- a tarefa visual;
- campo visual do homem;
- nível de iluminação;
- luminância e contrastes, e
- perturbações visuais – ofuscamento.

No caso da iluminação natural os principais fatores são: iluminância, luminância e contraste (VIANNA & GONÇALVES, 2007, p. 67).

#### 2.2.2.1. Luminância e iluminância

Os raios luminosos que atingem o ambiente de trabalho não são visíveis, sendo que a sensação de luminosidade percebida pelo olho humano é em decorrência da reflexão desses raios por uma superfície. A luminância é o efeito físico causado por essa reflexão, enquanto que a iluminância é referente à quantidade de luz incidente em um determinado objeto. A luminância ajuda a explicar os fenômenos relacionados ao ofuscamento, que em caso da luz natural pode ser proveniente das superfície infinita representada pela abóboda celeste. Esse fluxo luminoso exprime-se em lúmen (lm), sendo que a distribuição de luz sobre uma superfície é medida como sendo lúmens por unidade de área, ou seja, 1 lúmen por metro quadrado ( $\text{lm}/\text{m}^2$ ) (Vianna & Gonçalves, 2007, p. 71). Resumindo:

- Iluminância – refere-se a luz incidente (não visível);
- Luminância – luz refletida (visível).

#### 2.2.2.2. Níveis recomendados de iluminância

No ambiente bancário, adota-se a NBR 5413 – Iluminância de interiores (ABNT, 1982) como referência. Para tanto, busca-se bons níveis de iluminância nas estações de trabalho.



No Quadro 2.1, pode-se verificar os níveis de iluminância mínimos e máximos para as diferentes tarefas visuais.

**Quadro 2.1.** Iluminância para cada grupo de tarefas visuais

Faixa		Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A	Iluminação geral para áreas usadas intermitentemente ou com tarefas visuais simples	De 20 a 50	Área pública com arredores escuros
		De 50 a 100	Orientação simples para permanência curta
		De 100 a 200	Recintos são usados para trabalho contínuo, depósitos
B	Iluminação geral para área de trabalho	De 200 a 500	Tarefas com recintos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
		De 500 a 1.000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
		De 1.000 a 5.000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas
C	Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	De 2.000 a 5.000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônicas de tamanho pequeno
		De 2.000 a 10.000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de micro-eletrônica
		De 10.000 a 20.000	Tarefas visuais muito especiais

(Fonte: NBR 5413, ABNT, 1982).

Essa norma também prevê três níveis para as diferentes atividades ou ambientes existentes dentro dos bancos (Tabela 2.2).

**Tabela 2.2..** Iluminância por tipo de atividade em bancos.

Atividade	Iluminância (lux)
atendimento ao público	300 - 500 - 750
máquinas de contabilidade	300 - 500 - 750
estatística e contabilidade	300 - 500 - 750
salas de datilógrafos	300 - 500 - 750
salas de gerentes	300 - 500 - 750
salas de recepção	100 - 150 - 200
salas de conferências	150 - 200 - 300
guichês de caixa	300 - 500 - 750
arquivos	200 - 300 - 500
Saguão	100 - 150 - 200
Cantinas	150 - 200 - 300

(Fonte: NBR 5413, ABNT, 1982).

Nos ambientes internos das agências bancárias existem bons níveis de iluminância que favorecem a atividade bancária, porém muitas vezes compensada com a luz artificial. Quando há excesso de luz natural no ambiente de trabalho, normalmente o controle do nível de iluminância é feito mediante a utilização de persianas verticais na cor azul.

Em relação ao nível máximo de iluminância, segundo Vianna & Gonçalves (2007, p. 78) esse limite estaria por volta de 2.000 lux (ponto de saturação), “a partir do qual qualquer aumento não traz mais nenhuma melhora para a acuidade visual”. A Sala de Auto-Atendimento é o ambiente na agência onde está mais propenso a ter níveis elevados de iluminância, devido às fachadas de vidro e a pouca proteção externa nas aberturas.

#### 2.2.2.3. Contraste e Índice de Reprodução de Cor (IRC)

Pode-se dizer que contraste é a diferença relativa de luminâncias entre um determinado objeto e seu entorno, havendo significativo contrastes de cores das superfícies.

O Índice de Reprodução de Cor está relacionado a uma escala de 0 a 100 que se refere a capacidade da luz incidente à uma superfície reproduzir cores. Não havendo luz não há cor, portanto o IRC possui uma relação direta com as cores reproduzidas mediante a luz natural. Segundo Vianna & Gonçalves (2007, p. 75) “a percepção mais correta das cores é aquela que temos quando colocamos um objeto sob o efeito da luz natural”.

Para o estudo, devido a impossibilidade de realizar uma análise aprofundada das cores do mobiliário, das superfícies do piso e paredes dos ambientes internos das agências, não serão objetos de análise os fenômenos relacionados à luminância e ao contraste.

## Capítulo 3

### EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS

A eficiência energética, segundo Lamberts; Dutra e Pereira (1997, p. 14) “pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia”.

No Banco do Brasil, desde 1990, há o Programa de Conservação de Energia Elétrica (PROCEM), que realiza *retrofitting* nas instalações elétricas e nos equipamentos eletro-mecânicos (ar condicionados e elevadores) visando uma otimização do gasto energético na edificação.

Em relação à eficiência energética, além das variáveis climáticas e humanas, vistas anteriormente, existem as variáveis arquitetônicas. Essas variáveis são determinantes para que uma edificação possa ser enquadrada como eficiente.

#### 3.1. VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS

As variáveis de maior importância, que determinam o nível de eficiência energética em uma edificação, são: sua forma; sua função; os fechamentos opacos e os transparentes (aberturas); o sistema de iluminação artificial; o sistema de climatização artificial e a quantidade de carga térmica que a edificação recebe ao longo do dia (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Segundo o RTQ-C (INMETRO, 2009), para determinar o nível de eficiência numa edificação, deve-se verificar principalmente três sistemas: iluminação, condicionamento do ar e envoltória (fachadas e cobertura). O foco desse trabalho é a envoltória e os outros dois sistemas não serão abordados.

##### 3.1.1. Forma da edificação

A forma de uma edificação tem forte influência no conforto térmico que existe em seu interior. A quantidade de calor que a mesma recebe ao longo do dia é proporcional ao percentual de áreas expostas nas fachadas e cobertura. Segundo Lamberts; Dutra e Pereira (1997, p. 52), a forma pode ser um fator determinante no consumo de energia e

no conforto ambiental, tendo em vista “que interfere diretamente sobre os fluxos de ar no interior e no exterior e, também, na quantidade de luz e calor solar recebidos pelo edifício”.

Segundo Olgyay (1998, p. 88), “uma forma ótima é aquela que perde a mínima quantidade de calor no inverno e que absorve a mínima quantidade no verão”. Em seus estudos apontou que a melhor forma é a alongada sobre o eixo Leste-Oeste, tendo as maiores fachadas para o eixo Norte-Sul.

Para Rivero (1986, p. 92), sob o “ponto de vista térmico, deve-se solucionar um programa arquitetônico com a menor área possível de fechamentos exteriores”. Porém uma edificação compacta com pouca área exposta acaba sendo desfavorável ao aproveitamento da luz natural no ambiente interno (AMORIM, 2002).

Conforme Rivero (1992, p. 116) “para cada latitude existe uma altura do edifício que minimiza a carga térmica recebida”. Em função da latitude, existe variação das radiações verticais que a edificação recebe ao longo do dia, fazendo com que o isolamento térmico das fachadas seja prioritário nas grandes latitudes, enquanto que nas cidades localizadas em pequenas latitudes se deve priorizar o isolamento térmico da cobertura.

No caso do Distrito Federal, que está situado 15° Latitude Sul, a edificação deve ter as seguintes características a fim obter um melhor desempenho energético e conforto térmico: a forma deve ser medianamente compacta (menor superfície exposta à radiação) e a cobertura deve ter uma transmitância térmica inferior a 1,0 W/(m<sup>2</sup>K) (INMETRO, 2009).

### **3.1.2. Função da edificação**

No caso das agências bancárias do Banco do Brasil, todos os setores exercem atividades referentes à bancária, como: atendimento ao público; guichês de caixa; suporte com serviço de escritório, etc, não havendo, portanto, grande diversidade de funções. O horário de expediente dos funcionários é outro fator importante na função porque pode determinar a necessidade de se utilizar luz artificial. O horário de trabalho nessas edificações favorece a utilização, mesmo que controlada, da luz natural.

Mas o excesso de segurança que existe nessas edificações, muitas vezes, faz com que os ambientes de trabalho sejam privados da luz natural. Isso faz com que esses ambientes sejam dependentes da luz artificial, mesmo durante o dia, o que contribui para o aumento do consumo de energia elétrica.

De acordo com Lamberts; Dutra e Pereira (1997, p. 56), “a eficiência energética não significa desprover os espaços interiores de luz artificial ou de ar condicionado (consumidores potencial de energia), mas sim saber quando e o quanto são necessários”.

### **3.1.3. Envoltória**

A envoltória é composta pelos fechamentos opacos e transparentes ou translúcidos (aberturas).

#### **3.1.3.1. Fechamentos opacos**

Os fechamentos opacos são os grandes responsáveis pela proteção da envoltória em relação radiação solar, devido as suas características físicas que impedem a transmissão direta para o ambiente interno da edificação.

Nos fechamentos opacos, a transmissão de calor proveniente dos raios solares acontece mediante a existência de uma diferença de temperatura nas superfícies da envoltória. Ou seja, a superfície exterior sendo aquecida transmite para a interior, que está fria. Esse processo físico, que englobam as leis da termodinâmica<sup>9</sup>, acontece em decorrência de três fases: convecção e radiação na superfície exterior; condução através dos materiais construtivos da envoltória e novamente por convecção e radiação na superfície interior.

Segundo o RTQ-C (INMETRO, 2009) a eficiência da envoltória é influenciada pelo material empregado, tendo como principais fatores as características físicas dos materiais construtivos, como: a absorvância ( $\alpha$ ) e a transmitância térmica (U) das paredes externas e da cobertura. Assim, segundo Lamberts; Dutra e Pereira (1997, p.

---

<sup>9</sup> Leis da Termodinâmica: Lei zero – equilíbrio térmico e temperatura; 1ª Lei – conservação de energia; 2ª Lei – entropia e reversibilidade de sistemas térmicos, e 3ª Lei – zero absoluto e ciclos teóricos (BERALDO, 2006).

60), “através da transmitância térmica se pode avaliar o comportamento de um fechamento opaco frente à transmissão de calor”.

a) Absortância

A absortância à radiação solar ( $\alpha$ ) é o quociente de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (INMETRO, 2009).

Segundo Lamberts; Dutra e Pereira (1997, p. 57), “os materiais de construção são seletivos à radiação de ondas curtas (radiação solar) e a principal determinante desta característica é sua cor superficial”. Na Tabela 3.1, pode-se verificar o percentual de absortância com relação à cor do material construtivo.

**Tabela 3.1.** Absortância em função da cor.

<b>Cores</b>	<b>(<math>\alpha</math>)</b>
Escuras	0,7 a 0,9
Médias (tijolos)	0,5 a 0,7
Claras	0,2 a 0,5

(Fonte: Lamberts; Dutra e Pereira, 1997:57).

b) Transmitância térmica ( $U = W/(m^2K)$ )

Segundo o RTQ-C (INMETRO, 2009, p. 12) refere-se a “transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo”. Pode ser calculada utilizando o método de cálculo da NBR 15220-2 (ABNT, 2005).

Para a eficiência energética da edificação, esse é o principal fator que possibilita comparar as diversas opções de fechamento. Com ele, pode-se entender as diferenças existentes entre o fechamento opaco e a abertura; sendo que esse último, por ter uma resistência térmica baixa acaba tendo uma ótima transmitância térmica. Por exemplo, enquanto uma parede feita com tijolos de 8 furos rebocada medindo 12,5 cm de espessura tem uma transmitância térmica igual a 2,49 W/m<sup>2</sup>K, uma janela com vidro de 3 mm tem um valor bem maior de 5,79 W/m<sup>2</sup>K.

### 3.1.3.2. Aberturas (Fechamentos transparentes ou translúcidos)

É a parte da envoltória da edificação compreendendo os fechamentos translúcidos ou transparentes, que permite a entrada da luz natural e/ou a radiação solar direta ou indireta para o interior do edifício (RTQ-C, 2009).

Segundo Lamberts; Dutra e Pereira (1997, p. 64) é “justamente nesses tipos de fechamento onde ocorrem as principais trocas térmicas da edificação”. Neles podem ocorrer três tipos básicos de trocas térmicas: condução, convecção e radiação. Sendo que, apenas no terceiro tipo há uma diferenciação em relação aos fechamentos opacos. Isso se deve ao fato de haver formas de se controlar a radiação direta nas aberturas e possibilitar trocas de ar dos ambientes internos, podendo contribuir para o conforto térmico do ambiente. Na arquitetura contemporânea, os vidros têm funções específicas, como: “permitir a iluminação natural do espaço interior e estabelecer uma conexão visual com o exterior até chegar a criar uma ilusão de um único espaço” (RIVERO, 1986, p. 93).

Conforme Rivero (1986, p. 93) os vidros apresentam “uma série de inconvenientes: tem uma elevada transmissão térmica, deixam passar facilmente os ruídos, além de serem mais caros que os fechamentos opacos”. Normalmente os vidros têm como característica uma alta transmitância térmica (U), sendo bons condutores de calor. Nesses materiais podem acontecer três fatores distintos com a incidência da radiação solar em decorrência das suas características físicas: ela pode ser absorvida, ser refletida ao espaço exterior ou transmitida ao interior do edifício.

A principal característica física dos vidros, a transmissividade ( $\tau$ ), é a grande responsável pela quantidade de radiação que é transmitida diretamente para o interior do edifício. No caso do vidro comum, onde  $\tau = 0,85$ , ocorre que 85% da energia dos raios de luz é transmitida ao ambiente interno e apenas 15% é refletida e absorvida pelo material, sendo que a parcela absorvida é convertida em calor. Assim, a maior parte da radiação solar que ultrapassa o fechamento translúcido é somada à radiação solar absorvida pelo vidro, transformando-se em calor e aquecendo o ambiente interno, “causando o efeito de invernadouro ou efeito estufa” (RIVERO, 1986, p. 94).

Segundo o RTQ-C (2009) as principais variáveis que podem alterar o aporte de calor pela abertura são: tipo de vidro, orientação e tamanho da abertura e o uso de proteções solares internas e externas.

a) Tipo de vidro

A variedade de vidros que existem hoje no mercado da construção possibilita ao arquiteto realizar diferentes efeitos na composição das fachadas. Mas, ao mesmo tempo, seu uso indiscriminado nos projetos arquitetônicos, sem estar adaptado ao clima local, faz com que haja um aumento do desconforto térmico e gastos desnecessários de energia elétrica com climatização artificial do ambiente interno.

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997, p. 67) os tipos de vidros mais utilizados na construção civil são: vidro simples (transparente); vidro verde; películas e vidros absorventes (fumês); películas e vidros reflexivos, e plásticos. Na arquitetura de agência bancária, os vidros mais utilizados são: o simples e o vidro verde.

A quantidade de calor que penetra pelo vidro tem ligação com o seu fator solar (FS), sendo este entendido como “razão entre o ganho de calor que entra num ambiente através de uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura” (RTQ-C, 2009, p. 11). Assim, uma abertura com um vidro comum com  $FS = 0,87$  significa que 87% da radiação solar incidente penetra no interior do edifício. Na Tabela 3.2 aparecem o fator solar dos principais vidros do mercado.

**Tabela 3.2.** Fator Solar (FS) das superfícies das aberturas.

SUPERFÍCIES SEPARADORAS			FS
VIDROS	transparente (simples)	3 mm	0,87
		6 mm	0,83
	transparente (duplo)	3 mm	0,75
	cinza (fumê)	3 mm	0,72
		6 mm	0,6
	Verde	3 mm	0,72
		6 mm	0,6
	Reflexivo	3 mm	0,26-0,37
TIJOLO DE VIDRO		0,56	

(Fonte: adaptado de Lamberts; Dutra e Pereira, 1997, p. 72).



### b) Orientação e tamanho da abertura

Esses fatores são determinantes na quantidade de radiação solar que pode ser transmitida diretamente ao interior da edificação. Com o estudo da orientação das fachadas, mediante as cartas solares e os fatores climáticos, o arquiteto pode determinar o tamanho das aberturas, de forma a favorecer a utilização da luz natural e a inibição de incidência direta nos postos de trabalho.

Segundo a NBR 15220-3 (ABNT, 2003), “para permitir a ventilação seletiva quando necessária as aberturas devem ser médias”, sendo 15% a 25% da parede. Em relação à Área Ideal de Janela (AIJ) para cada ambiente, de acordo com Ghisi et al (2005, p. 81) há uma relação entre sua proporção (2:1; 1,5:1; 1:1; 1:1,5 e 1:2), a altura do plano de trabalho e o teto e, também sua orientação solar. Na Tabela 3.3, pode-se verificar que os maiores percentuais de abertura devem ter orientação solar para o quadrante Sul, com variação máxima de 42 a 91% e para fachada Oeste, a Área Ideal de Abertura deve ter a menor área de janela com variação máxima de 22 a 39%.

**Tabela 3.3.** Percentual de janela para ambientes com abertura única.

Percentual de janela para ambientes com abertura única																				
Área Ideal de Janela (AIJ) - Percentual de abertura por fachada																				
K	2:1				1,5:1				1:1				1:1,5				1:2			
	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O	N	E	S	O
0,60	12	16	20	10	15	16	21	11	17	19	27	13	20	26	31	17	24	30	41	19
0,80	13	17	21	11	16	17	23	11	18	21	29	14	21	28	34	18	26	33	44	20
1,00	13	18	22	11	16	18	24	12	19	23	30	15	22	30	36	18	27	35	46	21
1,25	14	19	23	12	17	20	26	13	20	25	32	16	24	32	39	19	30	38	49	22
1,50	15	20	24	13	18	21	27	14	21	27	34	17	26	34	42	20	32	41	52	23
2,00	16	23	27	14	19	24	30	16	23	31	38	19	29	39	48	22	36	48	57	26
2,50	18	25	29	15	21	27	34	17	25	35	42	22	33	44	54	24	40	54	63	28
3,00	19	27	32	17	22	29	37	19	27	39	46	24	36	49	60	25	45	60	69	30
4,00	23	32	37	19	26	35	44	23	31	47	53	28	43	58	71	29	53	72	80	34
5,00	26	36	42	22	29	41	50	26	36	55	61	32	50	68	83	32	62	84	91	39

Para o cálculo da Área Ideal da Janela (AIJ), deve-se utilizar a fórmula abaixo:

$$\text{Fórmula:} \quad [K = (LP)/(h(L+P))] \quad (1)$$

Onde:

- K - índice do ambiente;
- L - largura da sala;
- P - profundidade da sala;
- h - altura de montagem entre a superfície de trabalho e o teto.

### c) Proteções solares internas e externas

A quantidade de luz direta ou difusa que entra nos ambientes internos pode ser controlada com a utilização de dispositivos de proteção solar interno e/ou externo. Entretanto, no projeto de arquitetura o ideal é que sejam previstos, principalmente, os dispositivos do tipo externo. Os dispositivos do tipo interno, além de não impedir que os raios solares entrem no ambiente, contribuem para a ocorrência do efeito estufa. Isso decorre, devido ao aquecimento da superfície do material de proteção interna e da transformação da radiação solar em ondas longas que permanecem, em grande parte, no ambiente interior.

As proteções externas, além de proteger as aberturas da radiação direta dos raios solares trazendo um melhor conforto térmico à edificação, podem também contribuir para a otimização da luz natural do ambiente interno, favorecendo o conforto luminoso e a diminuição com o gasto de luz artificial ao longo do dia. Segundo Frota (2004, p. 163), o dispositivo de proteção externa sendo “bem estudado sob o ponto de vista geométrico, representa importante recurso para o controle de ganhos de calor solar, com redução nos sistemas de ar-condicionado e conseqüentemente conservação de energia”.

As proteções solares são divididas em dois tipos: móveis e fixas, podendo variar no formato e no material empregado. As proteções externas mais conhecidas na arquitetura são: varanda; marquise; sacada; brise-soleil (vertical, horizontal e combinado); telas especiais; toldos; cortinas e persianas; elementos vazados e pérgulas (FROTA, 2004).

O arquiteto tem à disposição ferramentas que auxiliam no estudo das fachadas e ajudam verificar qual a melhor forma de protegê-las. O estudo das fachadas mediante o diagrama solar pode, segundo Bittencourt (2004, p. 41) “auxiliar na escolha da melhor orientação para as nossas construções, e para analisar o tipo de incidência solar que cada fachada receberá”, possibilitando assim permitir a incidência de luz direta nas aberturas nos horários desejáveis, bem como, protegê-las nos horários indesejáveis.

Para o projeto das proteções externas das aberturas, os arquitetos utilizam máscaras de sombras, transferidores e carta solar que possibilitam determinar quais os ângulos devem ser adotados nos equipamentos. Esses ângulos, alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) e

gama ( $\gamma$ ), são normalmente empregados para determinar a melhor forma de se proteger as aberturas da incidência direta dos raios solares.

No RTQ-C (INMETRO, 2009) esses ângulos estão inseridos, basicamente, nas variáveis: Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS) e no Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS). No Quadro 3.1 há uma comparação entre esses ângulos.

**Quadro 3.1.** Comparação entre AHS e AVS.

Indicador	Plano de Medição	Visto	Tipo de proteção medida na abertura
AHS	plano vertical	em planta	proteções verticais
AVS	plano horizontal	em corte	proteções horizontais

#### 3.1.4. Radiação solar X Envoltória

Segundo Mascaró & Mascaró (1992, p. 42), “a relação de isolamento térmico entre fachada/teto implica em uma diminuição ou aumento do número de pavimentos, em função da latitude onde a edificação está”. Ou seja, deve-se ter uma preocupação com a cobertura em pequenas latitudes, enquanto que as fachadas devem ter melhor isolamento térmico nas localidades com grandes latitudes.

De acordo com Frota & Schiffer (1988, p. 44), para efeito da quantidade de radiação solar que uma edificação recebe ao longo do dia e interferem no seu desempenho térmico, são: “a oscilação diária e anual da temperatura e umidade relativa, a quantidade de radiação solar incidente, o grau de nebulosidade do céu, a predominância de época e sentido dos ventos e índices pluviométricos”.

Segundo Mascaró & Mascaró (1992, p. 63) “o isolamento térmico na cobertura tem que ser bem superior que o das fachadas”, por haver uma maior incidência da radiação solar nessa superfície, chegando a ter um percentual aproximado de: 72,3% da radiação solar incide diretamente na cobertura e 27,7% nas fachadas.

No RTQ-C existem pré-requisitos em relação à transmitância térmica para que a envoltória (fachadas e cobertura) seja considerada eficiente energeticamente. Assim, a cobertura da envoltória deve ter a transmitância térmica (U) inferior a  $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  e as paredes externas da edificação devem ter  $U < 3,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Fazendo uso dos valores da nebulosidade em cada época do ano (solstícios e equinócios) em Brasília, pode-se obter os dados referentes à radiação solar ( $\text{Wh}/\text{m}^2$ ) na região (Tabela 3.4). De acordo com essa a tabela, os maiores valores da radiação solar

encontrados são aqueles que incidem na cobertura e nas fachadas (orientações Leste e Oeste) durante o equinócio de primavera (setembro).

**Tabela 3.4.** Quantidade de radiação solar ( $\text{Wh/m}^2$ ) nas superfícies da envoltória, de acordo a orientação solar.

Orientação das superfícies	Quantidade de radiação solar ( $\text{Wh/m}^2$ )			
	Equinócios de outono - 22/03	Solstício de verão - 21/12	Equinócios de primavera - 22/09	Solstício de inverno - 21/12
0°	2099	419	3214	7190
90°	2739	2420	4086	3360
180°	457	2001	682	611
270°	2738	2419	4085	3360
Cobertura	6664	3200	9933	7842
Total	14697	13459	22000	22363

(Fonte: SILVA, 2007, p. 32).

### 3.1.5. Estratégias bioclimáticas para edificações no Distrito Federal

Segundo os autores Rivero (1986), Amorim (1998), Frota & Schiffer (2000), Bittencourt (2000), Bustos Romero (2001), Corbella & Yannas (2003), a NBR 15220 (ABNT, 2005) e o RTQ-C (INMETRO, 2009), para que as edificações nessa localidade obtenha um melhor conforto térmico prevêm as seguintes características físicas na edificação:

1. A forma deve ser medianamente compacta (menor superfície exposta à radiação);
2. Edifícios devem ser agrupados em pavimentos (priorizar a altura ao invés de edifícios térreos);
3. Priorizar fachadas principais para orientação solar Norte e Sul, sendo que deve ser previsto aberturas para Leste, a fim de receber os ventos dominantes;
4. Deve haver sombreamento das aberturas, preferencialmente proteção externa, a fim de se evitar que os raios solares entrem no ambiente interno;
5. Protetores internos nas janelas apenas para controlar a quantidade de iluminação difusa;

6. As paredes devem ser pesadas (maior inércia térmica nas fachadas Leste e Oeste) com transmitância térmica ( $U$ ) menor ou igual a  $2,20 \text{ W/m}^2\text{k}$ , atraso térmico ( $\phi$ ) maior ou igual a  $6,5\text{h}$  e revestimento na cor clara (melhor reflexão da luz solar), e
7. A cobertura deve ser isolada.

Seguindo-se os critérios listados acima, há grande chance que a edificação obtenha um Nível A em eficiência energética pelo RTQ-C (INMETRO, 2009), principalmente se o arquiteto ao projetar a edificação, respeitar os percentuais máximos das aberturas nas fachadas, protegendo-as com dispositivos externos e ter uma maior preocupação com conforto térmica da cobertura.

Entretanto, o RTQ-C foi elaborado para aferir o nível de eficiência energética da edificação em três sistemas (envoltória, iluminação e ar condicionado) e deixando de realizar uma análise específica da qualidade do conforto luminoso nos ambientes internos, principalmente com a utilização da luz natural. Fator importante, levando-se em consideração que o aproveitamento adequado da luz natural propicia uma diminuição do gasto energético com a utilização da luz artificial.

## Capítulo 4

### REFERENCIAL METODOLÓGICO

Para realização deste trabalho de pesquisa, foram utilizadas algumas ferramentas que possibilitaram analisar a envoltória das edificações das agências bancárias do Banco do Brasil em relação à iluminação natural e à eficiência energética.

#### 4.1. ADAPTAÇÃO DOS MÉTODOS NO ESTUDO

A junção dos métodos de análise (GBTool; Planilha Atual do Banco do Brasil; Diagrama Morfológico; RTQ-C e Simulação Computacional) visou identificar critérios importantes para a composição da Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E) (Figura 4.1).

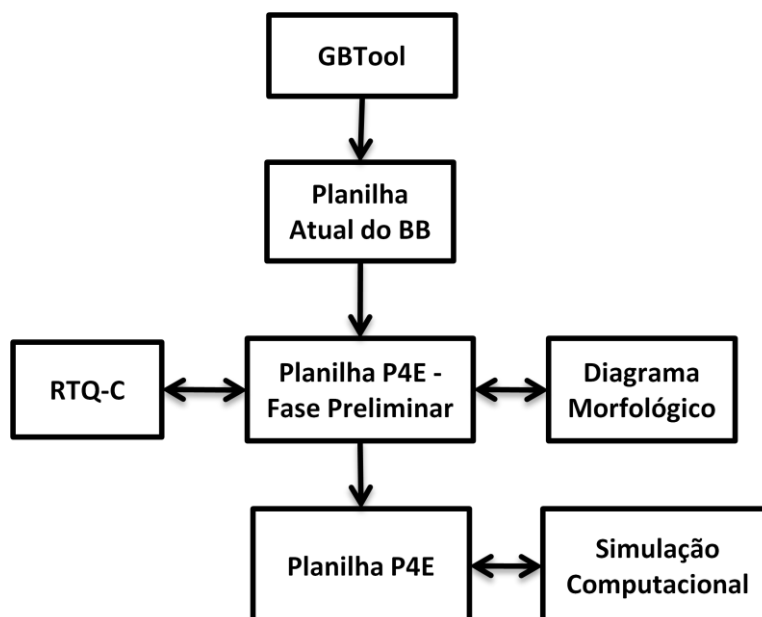


Figura 4.1. Fluxo da criação da Planilha P4E.

A planilha atual para avaliação das edificações comerciais utilizada pelo corpo técnico do Banco do Brasil (Capítulo 1, item 1.3) foi elaborada a partir da estrutura do GBTool, que segundo Pontes (BANCO DO BRASIL, 2008a) tornou o processo de análise mais claro e objetivo.

A partir da identificação da inexistência de critérios para avaliação das edificações das agências bancárias em relação à eficiência energética e o desempenho luminoso na planilha atual do Banco do Brasil, foi realizado um levantamento das principais características físicas da envoltória das edificações mediante o Diagrama Morfológico. Posteriormente foi aplicado o método prescritivo do RTQ-C em dez edificações a fim de aferir os níveis de eficiência energética da envoltória das agências.

As simulações computacionais viabilizaram analisar os níveis de iluminância de seis edificações previamente avaliadas, pelo método prescritivo do RTQ-C, e assim estabelecer critérios e validar o Subnível “ABERTURAS – DESEMPENHO LUMINOSO” da Planilha P4E.

#### **4.2. GREEN BUILDING CHALLENGE – GBC (GBTool)**

O *Green Building Challenge* é um consórcio internacional que tem como principal objetivo desenvolver metodologias para avaliação de desempenho ambiental de edifícios. Após vários ciclos de pesquisas, um membro desse consórcio, *Natural Resource Canadá*, elaborou em 2001 o *software* GBTool, que compreendia uma série de onze planilhas-padrão, todas executadas na plataforma Excel (Windows).

Atualmente, essa ferramenta GBTool v1.81 (2002) possibilita avaliar doze indicadores de desempenho de sustentabilidade ambiental, Quadro 4.1.

**Quadro 4.1.** Indicadores de desempenho de sustentabilidade ambiental- GBTool.

<b>Indicadores de sustentabilidade ambiental - GBTool v1.81 (2002)</b>	
ES-1	Consumo total de energia primária incorporada.
ES-2	Consumo anual de energia primária incorporada.
ESI-3	Consumo anual de energia primária para operação do edifício.
ESI-4	Consumo anual de energia primária não-renovável para operação do edifício.
ESI-5	Consumo anual de energia primária incorporada e para operação do edifício.
ESI-6	Área de solo consumida pela construção do edifício e serviços relacionados.
ESI-7	Consumo anual de água potável para operação do edifício.
ESI-8	Uso anual de água cinza e água da chuva para operação 3 do edifício.
ESI-9	Emissão anual de gases de efeito estufa pela operação do edifício (gás carbônico equivalente)
ESI-10	Vazamento previsto de CFC <sup>29</sup> -11 equivalente por ano.
ESI-11	Massa total de materiais reutilizados empregados no projeto, vindos do próprio terreno ou de fontes.
ESI-12	Massa total de novos materiais (não reutilizados) empregados no projeto, vindos de fontes externas.

(Fonte: GOMES DA SILVA, 2007, p. 37).

Esse método de avaliação ambiental utiliza critérios simples, verificáveis e objetivos que possibilitam ao arquiteto formar uma base de dados para respaldar decisões em todas as fases de desenvolvimento do projeto, direcionando-o e orientando-o. Assim, mediante aos dados contidos nas normas de desempenho ambiental, pode-se comparar o edifício ou o seu projeto a um valor de referência – *Benchmark* – que reflete as exigências da legislação atual da localidade ou aos padrões construtivos típicos das tipologias arquitetônicas.

Como o objetivo deste trabalho não é realizar análises de sustentabilidade ambiental da edificação e sim, verificar o conforto ambiental (conforto térmico e luminoso) e a eficiência energética da envoltória, serão apenas apresentados a estrutura do GBTool e o sistema de pontuação que serviram de base para a elaboração da Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E), que será apresentada no Capítulo 5.



### 4.2.1. Estrutura do GBTool

O GBTool foi elaborado contendo vários níveis hierárquicos de detalhamento, que vão desde a área de desempenho até os critérios específicos referente ao desempenho (Figura 4.2).

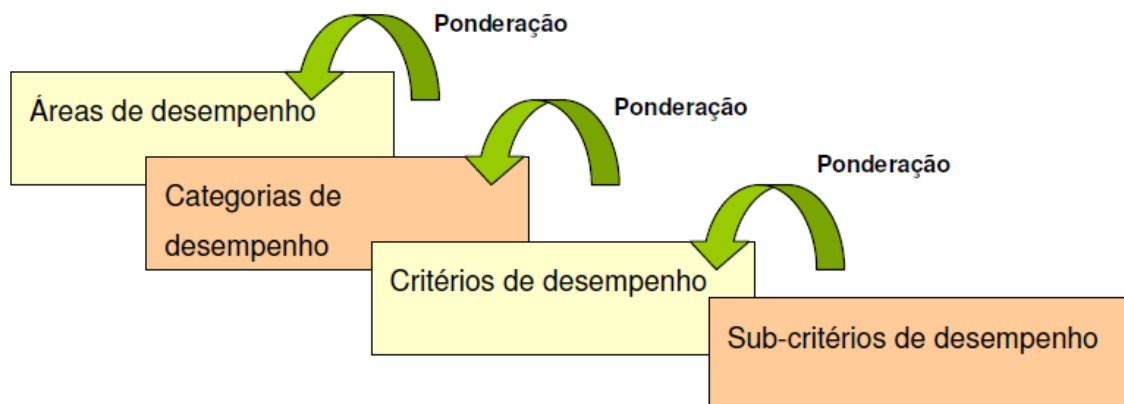


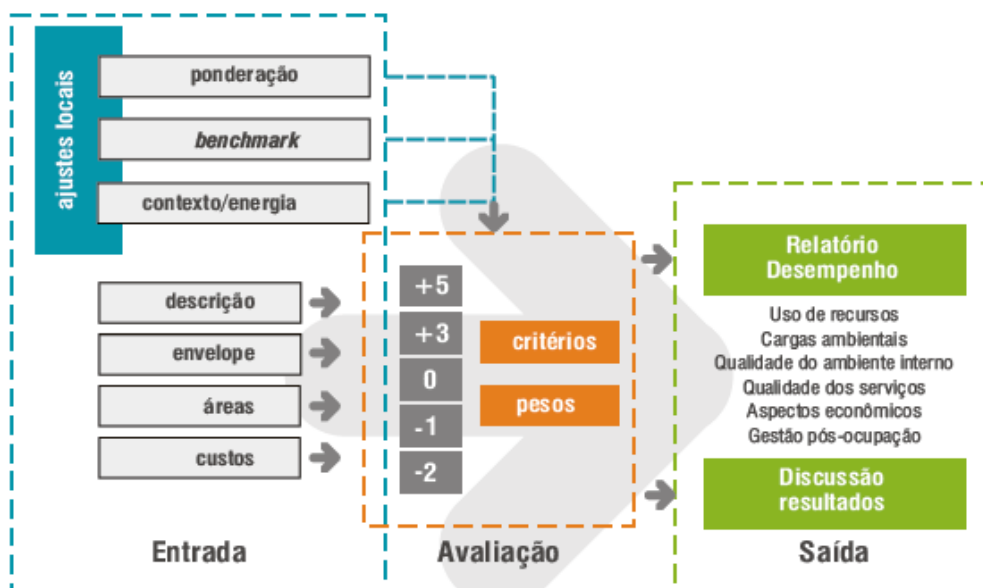
Figura 4.2. Estrutura hierárquica do GBTool (Fonte: BARROS, 2005, p. 117).

### 4.2.2. Sistema de pontuação

Segundo Barros (2005, p. 108) “o sistema de escala de pontuação no GBTool foi estruturado para abranger três tipos específicos de edifícios: residencial multi-familiar, escritórios e escola”.

A ferramenta está dividida em dois módulos: módulo de entrada de dados do Edifício Verde (*inputs*) e módulo de avaliação do Edifício Verde (*outputs*). O sistema métrico que a ferramenta utiliza é referente ao internacional (SI), tendo que o usuário sempre converter os dados de entrada.

O GBTool avalia critérios qualitativos e quantitativos, segundo uma escala de graduação de desempenho. Todos os critérios e sub-critérios de desempenho são avaliados quantitativamente a partir de uma escala que varia de -2 a 5 pontos (Figura 4.3). O primeiro valor considerado como desempenho inferior ou mínimo aceitável e o último valor é considerado como sendo a meta a ser atingida. O “zero” nessa escala é considerado como o desempenho de referência, *Benchmark*, sendo esse previamente estabelecido, adequando-se às características típicas da localidade ou às normas construtivas do país (GOMES DA SILVA, 2007, p. 38).



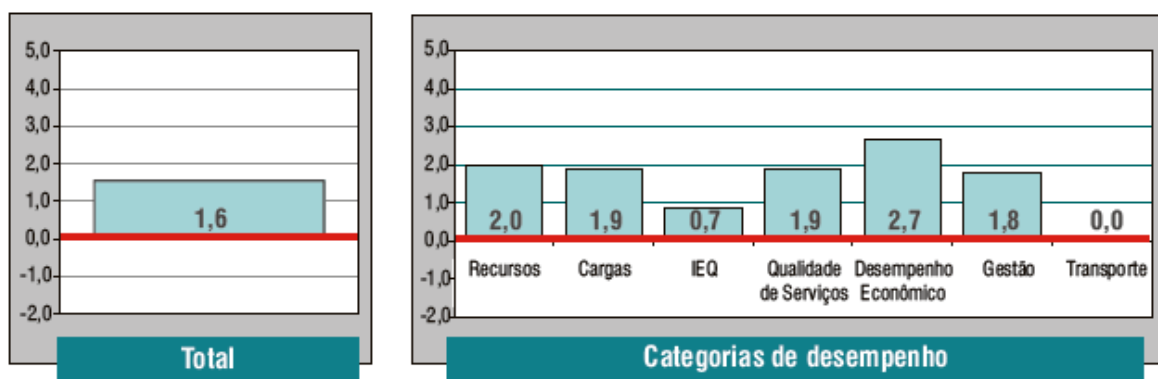
**Figura 4.3.** Blocos de entrada e saída e escala de valores do GBTool (Fonte: GOMES DA SILVA, 2007, p. 38).

#### 4.2.3. Sistema de Ponderações

Conforme Barros (2005, p. 117) “a pontuação final do edifício é derivada pela agregação ponderada sucessiva de pontuações nesses quatro níveis hierárquicos, resultando em um acúmulo sucessivo de ponderação um tanto subjetivo”. Para cada indicador de desempenho existe um peso, podendo ser alterado de acordo com as características mais importantes que devem ser avaliadas pelos avaliadores, visando atender as peculiaridades de cada país ou região. Assim, segundo Gomes da Silva (2007, p. 40) “a importância relativa das diferentes categorias de impactos é considerada através de critérios de ponderação ajustados pelas equipes de avaliação para garantir a aderência dos resultados a cada contexto de avaliação específico”.

#### 4.2.4. Geração de resultados do GBTool

Após a inserção dos dados no *software*, o GBTool gera automaticamente gráficos mostrando o desempenho global do edifício e de cada categoria (Figura 4.4). Esses gráficos têm uma linha grossa vermelha que indica o nível zero, ou seja, *Benchmark*, o que possibilita aos avaliadores fazer uma análise qualitativa comparando o desempenho da edificação avaliada.



**Figura 4.4.** Gráfico de desempenho global (esquerda) e de cada categoria de desempenho. (Fonte: GOMES DA SILVA, 2007, p. 41).

Segundo Barros (2005, p. 122) a grande vantagem do GBTool em relação às demais metodologias de avaliação de sustentabilidade é o fato dele estar “pautado pela abordagem de desempenho”, enquanto “a maior parte das metodologias é prescritiva e orientada a dispositivos e estratégias, e trabalham com listas de verificação (*checklists*) que concedem créditos em função da aplicação de determinadas estratégias de projeto”.

Essa metodologia possibilita realizar análises de desempenho de grupos de estratégias e equipamentos de uma forma menos complexa e mais objetiva, contribuindo efetivamente na busca de melhorias dos resultados.

Como já dito anteriormente, somente a estrutura de avaliação do GBTool foi adaptada no trabalho.

### 4.3. DIAGRAMA MORFOLÓGICO

Segundo Amorim (2007, p. 59) o Diagrama Morfológico é uma adaptação do *Morphological Box* elaborado por Baker et al (1993) “que propõe mostrar as possibilidades arquitetônicas através de estudos de caso exemplares, fornecendo análises e informações que descrevem seus aspectos relevantes”, sendo uma ferramenta para análise de projetos, que pode ser utilizada durante a fase de projeto ou em obras já edificadas, visando diagnóstico para proposições de melhorias no conforto ambiental e na eficiência energética.

Essa versão adaptada tem como peculiaridade possibilitar ao arquiteto realizar uma análise, tomando como base as características climáticas brasileiras e o contexto dos principais elementos construtivos adotados no país.

Nessa ferramenta, houve a preocupação de incluir outros quesitos, de forma que possibilitasse analisar, além da luz natural, outros fatores que influenciam a qualidade ambiental, como: conforto térmico, ventilação natural; integração com a luz artificial e controles.

Segundo Amorim (2007, p. 60), “essa ampliação baseia-se no fato de que o espaço construído, por definição, deve equacionar os problemas térmicos, de iluminação e outros, através de sua forma, invólucro e aberturas”.

O Diagrama Morfológico está dividido em três Níveis (Espaço Urbano, Edifício e Ambiente Interno). Esses níveis buscam englobar as principais variáveis que caracterizam o edifício e suas relações com o entorno.

Para o levantamento e a análise das características da envoltória das edificações das agências bancárias foi utilizado o Diagrama Morfológico neste trabalho, tendo sido realizada uma alteração incluindo mais um nível, a Agência (Quadro 4.2).

Essa inclusão era necessária, tendo em vista que nem todas as agências estão instaladas em edificação própria, sendo que muito delas estão em lojas de edifícios comerciais. Porém, os parâmetros do item III – Agência são os mesmos utilizados para a análise do item II – Edifício (vide legenda do Diagrama Morfológico, Apêndice A, pág. 153).

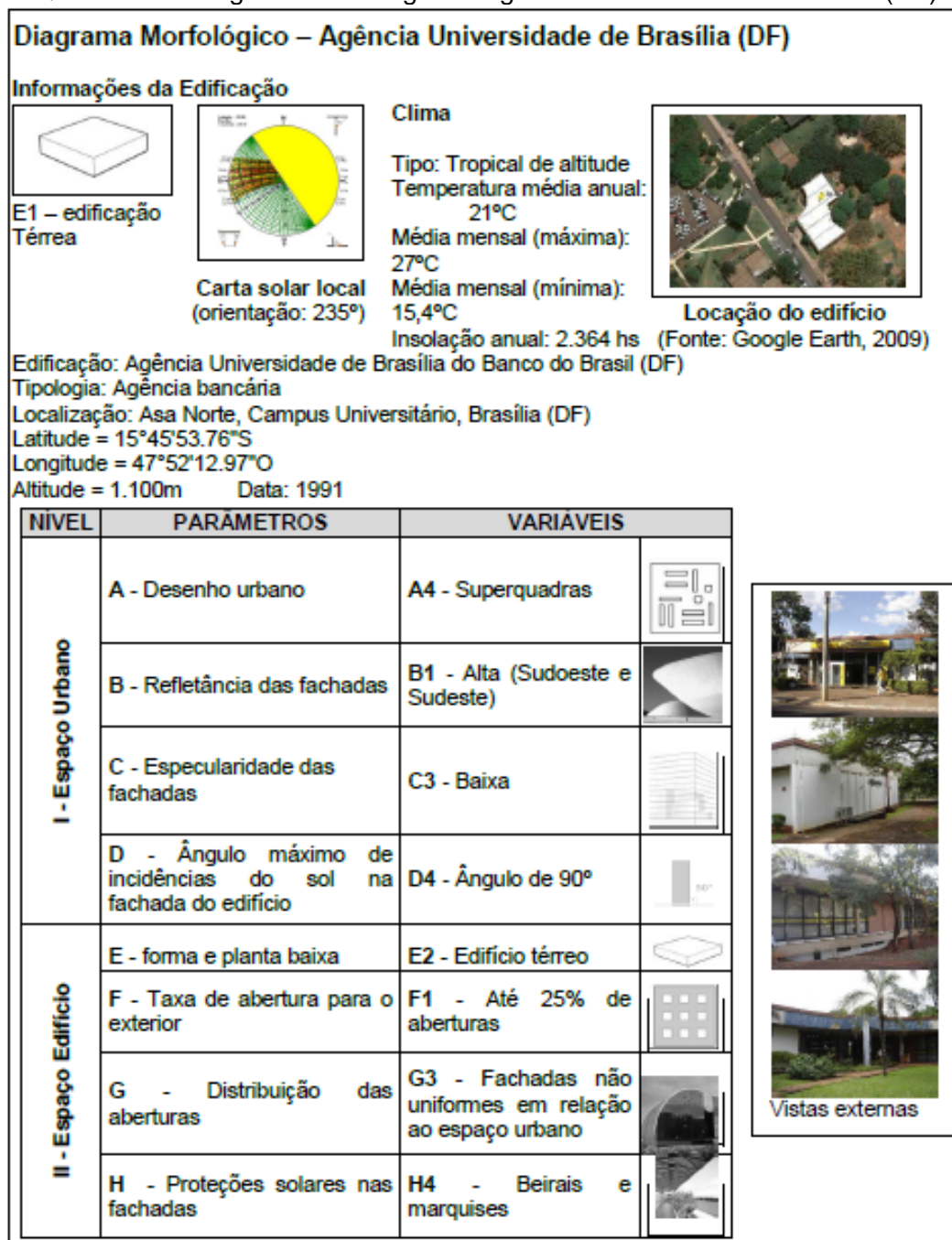
**Quadro 4.2.** Níveis e parâmetros do Diagrama Morfológico.

<b>NÍVEL</b>	<b>PARÂMETROS</b>
I - Espaço Urbano	A - Desenho Urbano
	B- Refletância das fachadas
	C- Especificidade das Fachadas
	D- Ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício
II – EDIFÍCIO	E- Forma e planta baixa
	F- Taxa de abertura nas fachadas
	G- Distribuição das aberturas nas fachadas
	H - Proteções solares nas fachadas
	I - Aberturas Zenitais
	J - Mecanismos de ventilação
III – AGÊNCIA	E2 - Forma e planta baixa
	F2 - Taxa de abertura nas fachadas
	G2 - Distribuição das aberturas nas fachadas
	H2 - Proteções solares nas fachadas
	I2 - Aberturas Zenitais
	J2 - Mecanismos de ventilação
IV - AMBIENTE INTERNO (SAA)	L - Planta baixa
	M - Posição do coletor de luz
	N - Dimensão do coletor de luz
	O - Posição do coletor de luz
	P - Controle da entrada de luz
	Q - Controle da ventilação natural
	R - Controle e integração da iluminação artificial

(Fonte: adaptado de AMORIM, 2007, p. 61).

O Diagrama Morfológico possibilita realizar análises qualitativas das características da edificação e do ambiente interno que for escolhido. Assim, o avaliador pode apontar os aspectos problemáticos grafando, em amarelo, os pontos que necessitam de melhorias, buscando-se uma otimização no conforto ambiental e na eficiência energética da construção. No Quadro 4.3 é apresentado um exemplo de como foi aplicado o Diagrama Morfológico em uma edificação de agência bancária.

**Quadro 4.3. Diagrama Morfológico – Agência Universidade de Brasília (DF).**



**Quadro 4.3.** Diagrama Morfológico – Agência Universidade de Brasília (DF), continuação.

	I - Aberturas zenitais	I6 - Não há (térreo) I5 - Poço de luz (subsolo)	
	J - Mecanismo de ventilação natural	J4 - Abertura única, mas com poucas áreas de abertura.	
III - Agência	E2 - forma e planta baixa	E2 - Edifício térreo	
	F2 - Taxa de abertura para o exterior	F1 - Até 25% de aberturas	
	G2 - Distribuição das aberturas	G3 - Fachadas não uniformes em relação ao espaço urbano	
	H2 - Proteções solares nas fachadas	H4 - Beirais e marquises	
	I2 - Aberturas zenitais	I6 - Não há (térreo) I5 - Poço de luz (subsolo)	
	J2 - Mecanismo de ventilação natural	J4 - Abertura única, mas com poucas áreas de abertura.	
IV - Ambiente Interno (SAA)	L - Planta baixa	L4 - Adjacente	
	M - Posição do coletor de luz	M5 - Parede aberta	
	N - Área do coletor e do difusor de luz	N3 - Abertura lateral acima de 30%	
	O - Forma do coletor de luz	O3 - Janela Vertical (térreo)	
	P - Controle de entrada de luz	P3 - Beirais	
		P6 - Cortinas	
	Q - Controle de ventilação natural	Q7 - Não há (térreo)	
R - Controle e integração de iluminação artificial	R1 - On/off manual		

**Plantas de Arquitetura:**

Cobertura

Planta baixa – Térreo

Planta baixa – Subsolo

Corte

Planta baixa – SAA

(Fonte: adaptadas do Banco do Brasil)

**Breve análise do Diagrama Morfológico da Agência UnB:** a agência está instalada em edificação própria, por isso os itens II e III têm as mesmas características. A fachada principal tem orientação para Sudoeste (235°), mas essa orientação é considerada pelo RTQ-C (INMETRO, 2009) como sendo Oeste. A maioria das aberturas tem como proteção externa os beirais. Sendo que os ambientes internos (de

trabalho) utilizam cortinas verticais como elemento de controle da luz direta e difusa. A Sala de Auto-Atendimento (SAA) tem aberturas com área superior a 30% com orientação solar para Sudoeste e Noroeste.

Com a utilização do Diagrama Morfológico foi possível identificar as principais características físicas, mais comuns, da envoltória das edificações das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal e fazer uma primeira análise. Os respectivos dados encontrados são apresentados no Capítulo 6 (item 6.1) e na Planilha B.1 (Apêndice B, pág. 162). Também são apresentados nos Apêndices C (pág. 164) e D (pág. 172), respectivamente, o levantamento fotográfico das 40 agências bancárias e os Diagramas Morfológicos das 10 agências analisadas pelo método prescritivo do RTQ-C.

#### **4.4. REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS (RTQ-C)**

Em 27 de fevereiro de 2009, foi editado o Regulamento Técnico do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (INMETRO, 2009), que especifica os requisitos técnicos e a metodologia a ser empregada para classificar edificações de uso comercial, de serviço e público.

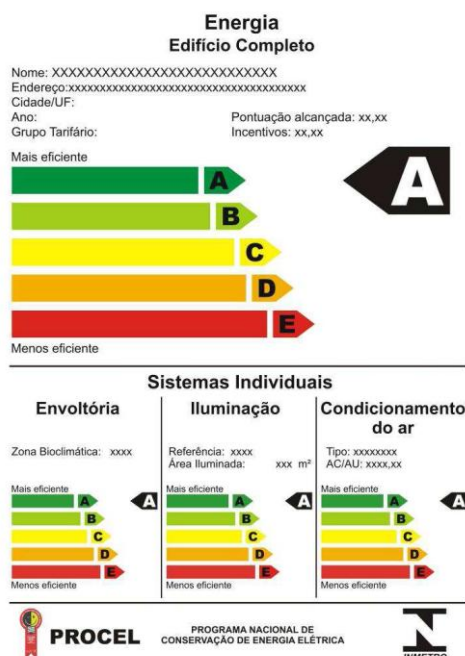
Porém, no momento ele tem caráter voluntário, portanto não sendo obrigatória a sua utilização em edificações novas e existentes. Entretanto, futuramente será exigida a classificação da edificação nova quanto à eficiência energética, em prazo a ser definido.

Para que o edifício possa ser regulamentado conforme o RTQ-C, é necessário que o edifício atenda a todas as normas, vigentes e aplicáveis, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A concessão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) prevista pelo RTQ-C pode ser realizada em duas fases do edifício: no projeto e na edificação já construída.

Sendo, que também pode haver a classificação do imóvel construído após reforma com o intuito de melhorias visando à etiquetagem. Para tanto, a etiqueta pode ser emitida para as seguintes partes: envoltória, sistema de iluminação, sistema de condicionamento de ar e a edificação (ou parte desta).



A Figura 4.5 representa os cinco níveis de eficiência da regulamentação, e também apresenta o formato da ENCE completa da edificação, com todas as suas partes. Entretanto, como o foco desse estudo é sobre a envoltória das agências bancárias, somente os requisitos e a metodologia dessa parte será apresentada.



**Figura 4.5.** Modelo da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para edificações. (Fonte: INMETRO, 2009).

Segundo o manual do RTQ-C (INMETRO, 2009), “a classificação da envoltória faz-se da determinação de um conjunto de índices referentes às características físicas do edifício”. Essas características englobam todos os fechamentos opacos que estão em contato com o meio exterior, ou seja, que recebem radiação solar e as aberturas (janelas e dispositivos de iluminação zenital). Outros parâmetros também fazem parte do cálculo da etiquetagem da envoltória, como: volume da edificação, área de piso do edifício e orientação das fachadas.

Como requisitos mínimos exigidos para a análise da etiquetagem, a edificação deve ter um área total útil mínima de  $500 \text{ m}^2$  e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV (subgrupos A1, A2, A3, A3a, A4 e AS). Segundo o RTQ-C, existem dois métodos para classificação do nível de eficiência energética da envoltória:

- Método prescritivo: utiliza-se uma equação válida para edifícios condicionados, e

- Método de simulação: que engloba o método prescritivo e a simulação computacional do desempenho termo-energético de edifícios condicionados e não condicionados.

Nesse estudo será utilizado o primeiro método, ou seja, o método prescritivo para classificar as agências bancárias do Banco do Brasil.

#### 4.4.1. Pré-requisitos específicos para classificação da envoltória em Brasília

No RTQ-C estão previstos vários pré-requisitos para todas as 8 Zonas Bioclimáticas Brasileiras. A cidade de Brasília está inserida na Zona 4.

##### 4.4.1.1. Método prescritivo para Zona Bioclimática 4

Segundo o manual do RTQ-C (INMETRO, 2009), de acordo com o nível de eficiência são exigidos pré-requisitos que deverão estar inseridos na envoltória da edificação (Tabela 4.1).

**Tabela 4.1.** Tabela síntese dos pré-requisitos da envoltória.

Nível de eficiência	Transmitância térmica da cobertura e paredes exteriores	Cores e absorvância de superfícies	Iluminação zenital
A	X	X	X
B	X	X	
C e D	X		

(Fonte: INMETRO, 2009).

##### I) Demais pré-requisitos

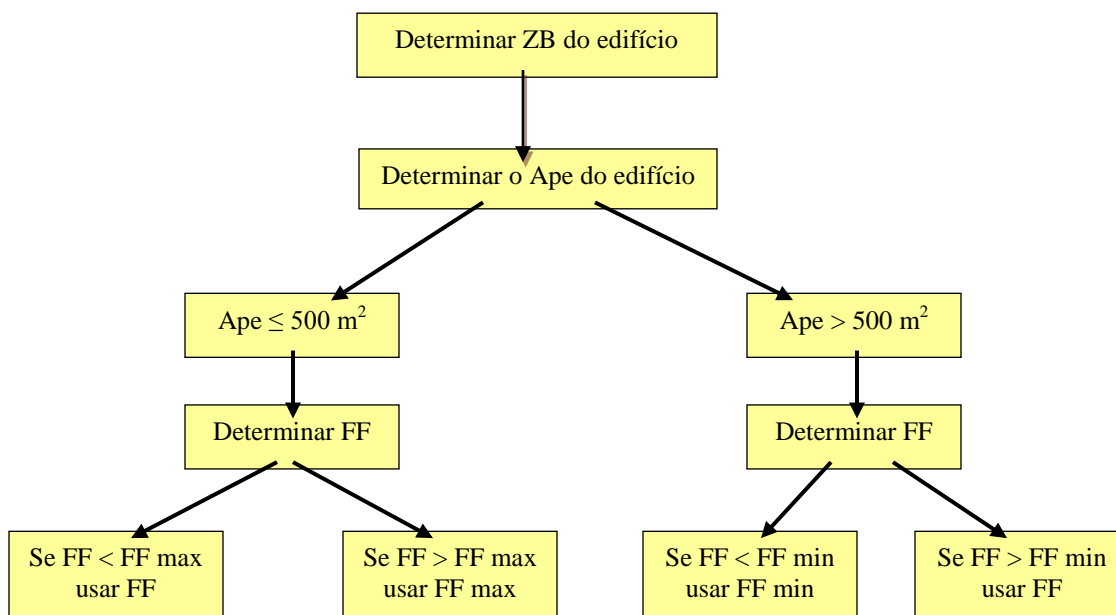
Na Tabela 4.2 exibe resumidamente os pré-requisitos e os respectivos valores a serem adotados na envoltória da edificação.

Tabela 4.2. Pré-requisitos para Zona Bioclimática 4 – Brasília.

Pré-requisitos para Zona Bioclimática 4 - Brasília			
Nível de eficiência	Pré-requisito		Valor
A	Transmitância térmica da cobertura	ambiente condicionado	máximo 1,0 W/m <sup>2</sup> K
		ambiente não condicionado	máximo 2,0 W/m <sup>2</sup> K
	Transmitância térmica das paredes externas	todas as fachadas	máximo 3,7 W/m <sup>2</sup> K
	Cores e absorvância de superfícies	Paredes	$\alpha < 0,4$ (cores claras)
		coberturas não aparentes	$\alpha < 0,4$ (cores claras)
	Iluminação zenital	Percentual de Abertura Zenital (PAZ) e Fator Solar	0 a 2% (0,87)
			2,1 a 3% (0,67)
			3,1 a 4% (0,52)
			4,1 a 5% (0,3)
B	Transmitância térmica da cobertura	ambiente condicionado	máximo 1,5 W/m <sup>2</sup> K
		ambiente não condicionado	máximo 2,0 W/m <sup>2</sup> K
	Transmitância térmica das paredes externas	todas as fachadas	máximo 3,7 W/m <sup>2</sup> K
	Cores e absorvância de superfícies	Paredes	$\alpha < 0,4$ (cores claras)
		coberturas não aparentes	$\alpha < 0,4$ (cores claras)
C e D	Transmitância térmica da cobertura	todos os ambientes	máximo 2,0 W/m <sup>2</sup> K
	Transmitância térmica das paredes externas	todas as fachadas	máximo 3,7 W/m <sup>2</sup> K

(Fonte: INMETRO, 2009, adaptado pelo autor).

O manual referente ao RTQ-C apresenta um fluxograma (Figura 4.6) que esclarece os passos que devem ser adotados para a escolha da equação do Índice de Consumo da Envoltória ( $IC_{env}$ ).



**Figura 4.6.** Fluxograma de escolha da equação de  $IC_{env}$ . (fonte: INMETRO, 2009).

(Sendo: ZB – Zona Bioclimática; Ape – Área de projeção do edifício; FF – Fator de forma).

Existem duas fórmulas, que são escolhidas de acordo com a Ape da edificação.

Sendo:

**Ape ≤ 500 m<sup>2</sup>** - com limite para o Fator Forma –  $(A_{env}/V_{tot}) = 0,75$

$$\begin{aligned}
 IC_{env} = & 105,39.FA - 207,12.FF + 4,61.PAF_T + 8,08.FS - 0,31.AVS - 0,07.AHS - \\
 & - 82,34.FA.FF + 3,45.PAF_T.FS - 0,005.PAF_T.FS.AVS.AHS + 171,27
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

**Ape > 500 m<sup>2</sup>**

$$\begin{aligned}
 IC_{env} = & 511,12.FA + 0,92.FF - 95,71.PAF_T - 99,79.FS - 0,52.AVS - 0,29.AHS - \\
 & - 380,83.FA.FF + \frac{4,27}{FF} + 729,20.PAF_T.FS + 77,15
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

**Onde:**

- FA: Fator Altura, razão entre a área de projeção da cobertura e a área de piso ( $A_{pcob}/A_{tot}$ );
- FF: Fator de Forma, razão entre a área da envoltória e o volume do edifício ( $A_{env}/V_{tot}$ );
- $A_{pcob}$ : área de projeção da cobertura ( $m^2$ );
- $A_{tot}$ : Área total de piso ( $m^2$ );
- $A_{env}$ : Área da envoltória ( $m^2$ ): fachadas e cobertura;
- $V_{tot}$ : Volume Total da Edificação ( $m^3$ );
- $PAF_T$ : Percentual de Área de Abertura na Fachada total;
- FS: Fator Solar dos vidros e/ou janelas;
- AVS: Ângulo Vertical de Sombreamento, e;
- AHS: Ângulo Horizontal de Sombreamento.

Existem algumas edificações no Brasil que foram etiquetadas pelo INMETRO seguindo o método prescritivo do RTQ-C, em julho de 2009, dando-se destaque para a agência da Caixa Econômica Federal – CEF de Curitiba (PR) e a Sede da CEF em Belém (PA), porém sendo casos isolados da tipologia bancária. Entretanto inexistente, até o momento, uma análise comparativa de várias edificações de agência bancária pelo RTQ-C em uma mesma Zona Bioclimática.

Para auxiliar na avaliação das 10 edificações pelo método prescritivo do RTQ-C foi utilizada uma planilha de cálculo, cedida pelo Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética – LACAM (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília). Nessa planilha o usuário insere os respectivos valores obtidos da envoltória da edificação e obtém o Índice de Consumo da Envoltória ( $IC_{env}$ ). O  $IC_{env}$  encontrado na avaliação da envoltória da agência Sobradinho (Tabela 4.3) foi de 138,29 que corresponde ao Nível A, ou seja, abaixo de 154,09.

**Tabela 4.3.** Planilha do LACAM – avaliação da Agência Sobradinho (DF).

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro

**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA****Edifício: Ag Sobradinho (DF)****Data: set/09****CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA****Dados do edifício**

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	366,32
Área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> ) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	354,77
Área total de piso (m <sup>2</sup> )	Atot	1467,51
Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Aenv	1326,20
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	16,23
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	30,14
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,20
Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	Vtot	5888,13
Fator solar	FS	0,74
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	<b>IC</b>	<b>138,29</b>
--	-----------	---------------

**Comportamento dos parâmetros**

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

**Intervalos dos níveis de eficiência**

<b>Eficiência</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>lim mín</b>	-	154,10	154,49	154,88	155,27
<b>lim máx</b>	154,09	154,48	154,87	155,26	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	<b>0,26</b>
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	0,25

#### 4.5. SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL – SOFTWARE RELUX

A utilização do recurso da simulação computacional para aferir os níveis de iluminância em algumas edificações das agências bancárias, teve como principal objetivo complementar a análise com relação ao conforto luminoso com o aproveitamento da luz natural, devido ao fato que o método prescritivo do RTQ-C para a envoltória é ineficiente para tal análise.

Segundo Lima & Christakou (2007, p. 50) “a simulação computacional tem provado ser uma ferramenta eficiente para estudar o desempenho ambiental (térmico, luminoso, energético, dentre outros) dos edifícios”.

No mercado existem diversas ferramentas que possibilitam realizar simulação da iluminação natural, podendo ser aplicadas durante o projeto de arquitetura de uma edificação. De acordo com Lima & Christakou (2007, p. 51), “a simulação tem como principal vantagem a viabilização de estudos quantitativos e qualitativos, permitindo visualizar a aparência do ambiente e a produção de um modelo fotométrico para uma estimativa de suas propriedades luminosas”.

No país, já foram realizados estudos com a finalidade de comparar os diversos programas de iluminação natural, sendo que Christakou (2004) comparou quatro ferramentas (DESKTOP RADIANCE; LIGHTSCAPE; RAYFRONT e RELUX VISION) e destacou que esses aplicativos possibilitam uma maior flexibilidade, precisão (validação) e atualizações.

Nesse trabalho foi utilizado o *software* Relux, versões Pro e *Vision*, que permite realizar análises do conforto luminoso das edificações das agências. O software Relux foi desenvolvido pela Relux Informatik AG (Suíça), utilizando o algoritmo Radiosity puro (módulo Relux PRO) ou com o motor do *RADIANCE* através do Relux VISION.

O aplicativo possui CAD 3D próprio na versão RELUX PRO e suporta extensões dwg/dxf. Permite simulações de ambientes internos e externos e processa luz natural. É um aplicativo desenvolvido para a plataforma Windows, sendo um *software* eficiente nos cálculos e nas simulações, permitindo obter boas imagens virtuais dos ambientes internos (*renders*).

Para a análise dos níveis de iluminância das edificações de agência bancárias foi seguida a metodologia proposta pela NBR 5413 (ABNT, 1982) e para auxiliar nas

análises dos resultados, tomou-se como base os estudos realizados por Vianna & Gonçalves (2007, p. 134) com relação à localização e formas das janelas.



## **PARTE II**

---

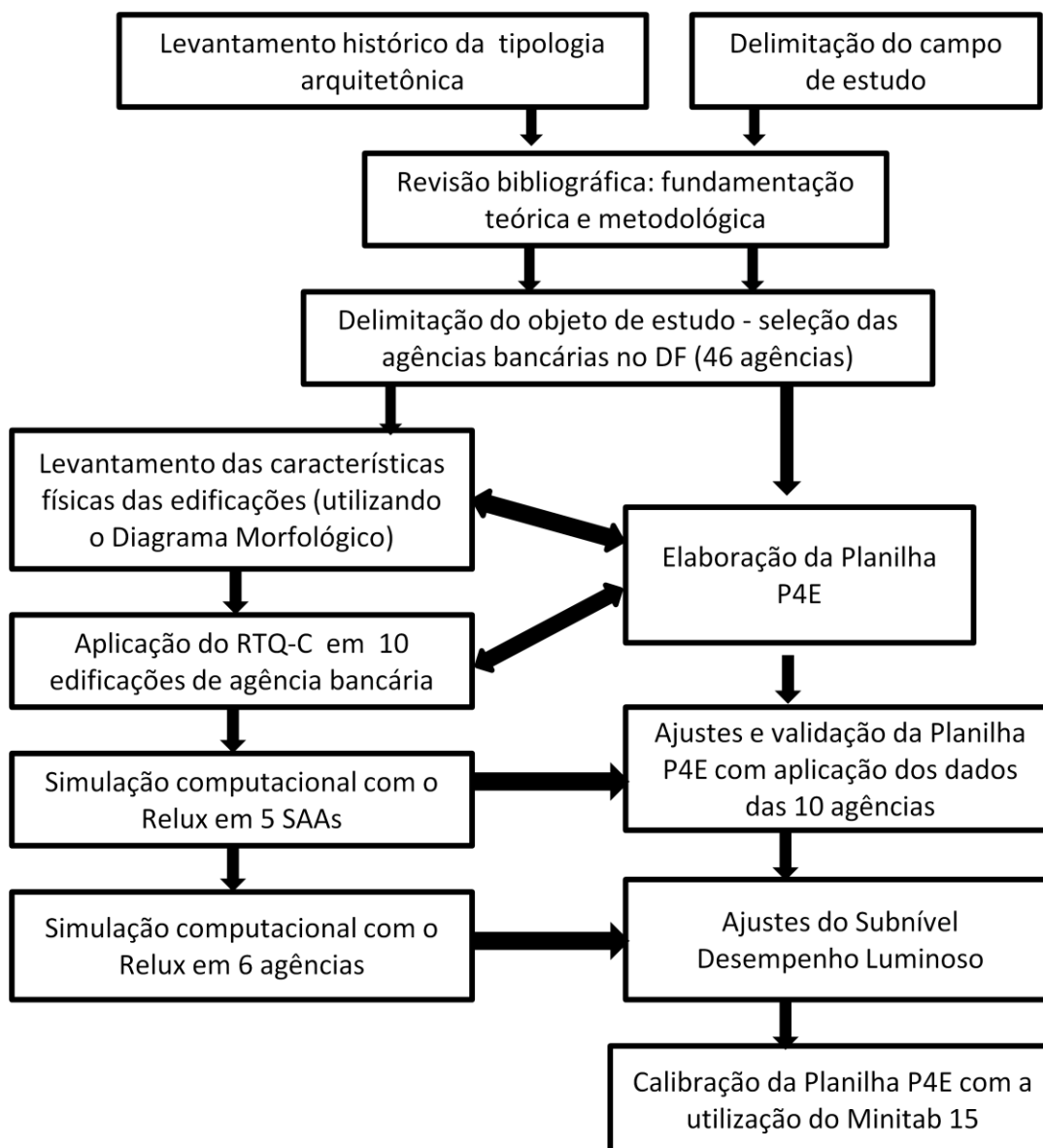
### **METODOLOGIA E RESULTADOS**

## Capítulo 5

### PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO ESTUDO

#### 5.1. METODOLOGIA DE ESTUDO

A metodologia de estudo consistiu nos seguintes passos (Figura 5.1):



**Figura 5.1.** Organograma da metodologia de estudo.

- a) Levantamento histórico da envoltória das edificações de agência bancária do Banco do Brasil no país, desde 1937, que resultou em artigo “Evolução da arquitetura bancária: uma análise quanto à eficiência energética nas agências do Banco do Brasil” (PEDREIRA; AMORIM, 2009);
- b) Delimitação do campo de estudo (eficiência energética e conforto ambiental – térmico e luminoso em edificações de agência bancária);
- c) Revisão bibliográfica do tema em questão, apresentada nos Capítulos 1, 2, 3 e 4;
- d) Delimitação do objeto de estudo (edifício de agência bancária do Banco do Brasil da Rede Varejo);

Uma vez escolhidos os edifícios, o trabalho foi dividido em duas partes:

1ª Parte:

- a) Levantamento fotográfico e das características físicas da envoltória das edificações de agência bancária do Banco do Brasil no DF, mediante visita *in loco* utilizando o Diagrama Morfológico;
- b) Escolha de dez agências para a aplicação do RTQ-C e verificação do nível de eficiência energética das edificações;
- c) Realização de simulações computacionais de iluminação com o *Software Relux* em cinco Salas de Auto-Atendimento (SAA) para verificação do aproveitamento da luz natural e conforto luminoso;

2ª Parte:

Com base nos levantamentos anteriores foram determinados os critérios que fariam parte da Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E). Para tanto, foi necessário o desenvolvimento dos seguintes passos:

- a) Elaboração da Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E) para instalação de agências bancárias no DF;
- b) Aplicação e validação da Planilha P4E com inserção dos dados das dez agências analisadas pelo RTQ-C;
- c) Realização de simulações computacionais de iluminação com o *Software Relux* em 6 agências para verificar o nível de iluminância das edificações;
- d) Ajustes da Planilha P4E com utilização do *software* Minitab 15.

## 5.2. DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

Para a composição das agências que participariam do levantamento fotográfico e quantitativo das características das fachadas, foram escolhidas as agências da Rede Varejo do Banco do Brasil, pelo fato dessa Rede conter a maior quantidade de agências no Distrito Federal.

A Rede Varejo da Superintendência DF possui atualmente 96 agências que estão instaladas em diversos tipos de edificações, como: edifícios governamentais (Presidência da República, Congresso Nacional, Ministérios, Itamaraty, Tribunais, etc), edifícios institucionais (Receita Federal, Banco Central do Brasil, Empresa Correios e Telégrafos – ECT, IBAMA<sup>10</sup>, etc), *shoppings centers* e edifícios comerciais. Como o trabalho é voltado para a análise da envoltória seguindo o RTQ-C em edificações comerciais, foi necessário delimitar o campo de estudo e para isso foram adotados os seguintes critérios para a escolha das agências:

- deveria estar localizada em edificação comercial, não podendo estar em edifícios governamentais e institucionais, pelo fato da envoltória dessas agências seguirem padrões construtivos específicos desses órgãos;
- teria pelo menos parte da envoltória exposta (1 fachada ou cobertura) recebendo carga térmica;
- a Sala de Auto-Atendimento deveria ter fachada principal exposta, recebendo luz natural;
- deveria estar dentro do Distrito Federal;

Sendo assim, o Quadro 5.1 apresenta a relação que compreende a amostra de estudo, totalizando 46 agências. Foi realizado levantamento fotográfico mediante visita *in loco* em 40 agências, que compreende 86,96% do total.

Além dos critérios acima adotados, procurou-se visitar o maior número de edificações de forma que englobasse uma grande área do Distrito Federal. Assim, pôde-se abranger várias Regiões Administrativas (RA) do DF no estudo, que atualmente conta com um total de 29 RA's.

---

<sup>10</sup> IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;

**Quadro 5.1.** Relação de agências, campo amostral.

<b>RELAÇÃO DE AGÊNCIAS DF - CAMPO AMOSTRAL</b>				
<b>Nº</b>	<b>Nome</b>	<b>UF</b>	<b>Visitada</b>	<b>RA</b>
1	ASA NORTE 116	DF	SIM	RA I - Brasília
2	ASA NORTE 201	DF	SIM	RA I - Brasília
3	ASA NORTE 504	DF	SIM	RA I - Brasília
4	ASA NORTE 510	DF	SIM	RA I - Brasília
5	ASA NORTE 515	DF	SIM	RA I - Brasília
6	ASA SUL 203	DF	SIM	RA I - Brasília
7	ASA SUL 406	DF	SIM	RA I - Brasília
8	ASA SUL 502	DF	SIM	RA I - Brasília
9	ASA SUL 507	DF	SIM	RA I - Brasília
10	ASA SUL 516	DF	SIM	RA I - Brasília
11	BRAZLÂNDIA	DF	NÃO	RA IV - Brazlândia
12	CEASA	DF	SIM	RA XXIX - S.I.A.
13	CEILÂNDIA CENTRO	DF	SIM	RA IX - Ceilândia
14	CEILÂNDIA NORTE	DF	SIM	RA IX - Ceilândia
15	CNB 12 TAGUATINGA	DF	SIM	RA III - Taguatinga
16	CRUZEIRO	DF	SIM	RA XI - Cruzeiro
17	ESPAÇO LAGO SUL	DF	SIM	RA XVI - Lago Sul
18	GAMA CENTRO	DF	SIM	RA II - Gama
19	GAMA LESTE	DF	SIM	RA II - Gama
20	GUARÁ I	DF	SIM	RA X - Guará
21	GUARÁ II	DF	SIM	RA X - Guará
22	JARDIM BOTÂNICO	DF	SIM	RA XXVII - Jardim Botânico
23	LAGO NORTE	DF	SIM	RA XVIII - Lago Norte
24	LAGO SUL QI 11	DF	SIM	RA XVI - Lago Sul
25	NÚCLEO BANDEIRANTE	DF	SIM	RA VIII - Núcleo Bandeirante
26	PARANOÁ	DF	SIM	RA VII - Paranoá
27	RIACHO FUNDO	DF	NÃO	RA XVII - Riacho Fundo
28	S.I.A. TRECHO 2	DF	SIM	RA XXIX - S.I.A.
29	SAAN	DF	SIM	RA I - Brasília
30	SAMAMBAIA	DF	NÃO	RA XII - Samambaia
31	SÃO SEBASTIÃO	DF	NÃO	RA XIV - São Sebastião
32	SETOR BANCÁRIO SUL	DF	SIM	RA I - Brasília
33	SETOR COMERCIAL SUL	DF	SIM	RA I - Brasília
34	SETOR DE AUTARQUIAS NORTE	DF	NÃO	RA I - Brasília
35	SETOR DE AUTARQUIAS SUL	DF	NÃO	RA I - Brasília
36	SETOR GRÁFICO	DF	SIM	RA XXII - Sudoeste/Octogonal
37	SHOPPING PLANALTINA	DF	SIM	RA VI - Planaltina
38	SOBRADINHO	DF	SIM	RA V - Sobradinho

39	SOBRADINHO SERRANA	DF	SIM	RA V - Sobradinho
40	SUDOESTE 105	DF	SIM	RA XXII - Sudoeste/Octogonal
41	TAGUATINGA - 5 de Junho	DF	SIM	RA III - Taguatinga
42	TAGUATINGA CENTRO	DF	SIM	RA III - Taguatinga
43	TAGUATINGA NORTE (QNE 17)	DF	SIM	RA III - Taguatinga
44	TAGUATINGA SUL	DF	SIM	RA III - Taguatinga
45	UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	DF	SIM	RA I - Brasília
46	VILA MILITAR	DF	SIM	RA I - Brasília

Mas no mapa geo-pólitico do DF (Figura 5.2) ainda não constam 10 RA's que foram criados após 2003, sendo: RA XX – Águas Claras; RA XXI – Riacho Fundo II; RA XXII – Sudoeste/Octogonal; RA XXIII – Varjão; RA XXIV – Park Way; RA XXV – SCIA<sup>11</sup>; RA XXVI – Sobradinho II; RA XXVII – Jardim Botânico; RA XXVIII – Itapoã e RA XXIX – SIA<sup>12</sup>.



Figura 5.2. Mapa do Distrito Federal com as Regiões Administrativas – RA<sup>13</sup>.

### 5.3. LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DAS EDIFICAÇÕES

Para o levantamento fotográfico das edificações, foram adotados critérios que possibilitassem facilitar a análise das características físicas das envoltórias, como fotos em perspectiva e de detalhes construtivos marcantes.

<sup>11</sup> SCIA – Setor Complementar de Indústria e Abastecimento, inclusive o Setor Estrutural.

<sup>12</sup> SAI – Setor de Indústria e Abastecimento.

<sup>13</sup> Mapa Administrativo do DF – disponível em: <<http://www.setur.df.gov.br>>. Acessado em: 05/03/10.

Na grande maioria das edificações foi possível tirar fotos de todas as fachadas, porém em algumas, isso não foi possível porque as fachadas laterais e posterior não estavam expostas ou tinham a fachada muito próxima a outra edificação. Também outro ponto limitador no levantamento foi a dificuldade encontrada em fazer fotos dos ambientes internos, pois era necessária autorização formal de acesso e permissão para retiradas de fotos dos locais, em cada agência. Em termos de tempo e logística isso se tornava inviável. Mesmo assim, foram realizadas visitas informais internamente em cada agência, mas sem a utilização de máquina fotográfica.

Então o levantamento fotográfico foi baseado em fotos externas da envoltória e das Salas de Auto-Atendimento, sendo essas últimas facilitadas pela sua disposição e pelas aberturas voltadas para o exterior. Em relação às imagens das coberturas, as edificações foram localizadas a partir da ferramenta Google Earth<sup>14</sup> (2009) e salvas imagens da vista superior, feitas por satélite.

Essas imagens foram úteis para identificar alterações em projetos da cobertura de algumas agências, que estavam desatualizadas no banco de dados na Engenharia do Banco do Brasil. Assim, foi possível detectar a inclusão de telhas de fibrocimento, fator que contribuiu no cálculo da transmitância térmica da cobertura, conforme a NBR 15220-2 (ABNT, 2005).

Na Tabela C.1 (Apêndice C, pág. 164) estão relacionadas as quarenta agências visitadas. Nessa tabela, também, há a orientação solar da fachada principal, conseguida mediante as ferramentas Google Earth e o *software* SolAr – Versão 6.1.1<sup>15</sup>.

#### **5.4. ESCOLHA DAS AGÊNCIAS PARA ANÁLISE**

Para dar prosseguimento ao estudo e análise da envoltória das agências bancárias do Banco do Brasil no DF, foram selecionadas 10 agências para ser aplicado o método prescritivo do RTQ-C e verificar que nível de eficiência energética está a envoltória das edificações.

---

<sup>14</sup> Google Earth – foram utilizadas as versões 2008 e 2009, sendo que as imagens salvas compreende o período de janeiro de 2009 a janeiro de 2010.

<sup>15</sup> Aplicativo SolAr – *software* utilizado para estudo da orientação solar e dos ângulos de proteção das aberturas. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br>. Acessado em: 10/07/2009.

Para tanto, foram adotados os seguintes critérios para escolha das agências:

- A edificação deveria ser exclusivamente comercial;
- A edificação deveria ter fachadas e cobertura expostas à insolação;
- Ter no mínimo quatro Regiões Administrativas do DF representadas com o objetivo de abranger um maior espaço territorial;
- Ter forma predominante de tipologia bancária do Banco do Brasil no DF, de acordo com o levantamento realizado com o Diagrama Morfológico (plantas retangular e quadrada)
- Entre as 10 agências, ter geometria e volumetria diversificadas, ou seja, com andares diferentes: térreo; térreo e subsolo; 1º pavimento/térreo/subsolo; 2º e 1º pavimentos/térreo/subsolo e 1º pavimento/térreo/dois subsolos);
- Ter pelo menos uma agência que tivesse orientação solar da SAA para Oeste (pior orientação segundo o RTQ-C);
- Atender os pré-requisitos do RTQ-C;
























Seguindo esses critérios adotados, foram escolhidas as seguintes agências para serem analisadas com o RTQ-C (Quadro 5.2 e 5.3):

**Quadro 5.2.** As 10 agências escolhidas.








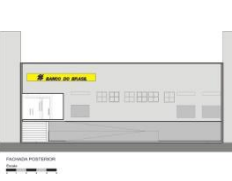






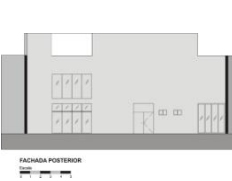





<b>Agência</b>	<b>nº de pavimentos</b>	<b>planta</b>
Asa Sul 416	2 pavimentos e subsolo	retangular
Asa Sul 516	2 pavimentos e subsolo	retangular
Ceilândia Centro	2 pavimentos	quadrada
Ceilândia Norte	três pavimentos	retangular
Setor Comercial Sul	três pavimentos e subsolo	retangular
Sobradinho	três pavimentos e subsolo	retangular
CNB Taguatinga	térrea	retangular
Taguatinga Norte	dois pavimentos e subsolo	retangular
Taguatinga Sul	térrea	retangular
Universidade de Brasília	térreo e subsolo	retangular



**Quadro 5.3. Imagens das 10 agências selecionadas para aplicação do RTQ-C**

Imagens das envoltórias das 10 agências do Banco do Brasil analisadas						
Agência	Orientação Solar Fachada Principal	Vista aérea Fonte:Google Earth	Fachada Principal	Fachada Direita	Fachada Esquerda	Fachada Posterior
Asa Sul 406	230° Sudoeste					
Asa Sul 516	323° Noroeste			em contato com outro edifício		
Ceilândia Centro	152° Sudeste					
Ceilândia Norte	153° Sudeste			em contato com outro edifício		
Setor Comercial Sul	108° Leste					

**Quatro 5.3.** Imagens das 10 agências selecionadas para aplicação do RTQ-C (continuação).

Imagens das envoltórias das 10 agências do Banco do Brasil analisadas (continuação)						
Agência	Orientação Solar Fachada Principal	Vista aérea Fonte:Google Earth	Fachada Principal	Fachada Direita	Fachada Esquerda	Fachada Posterior
Sobradinho	280° Oeste					
CNB Taguatinga	72° Leste			em contato com outro edifício	em contato com outro edifício	
Taguatinga Sul	248° Oeste					sem foto
Taguatinga Norte	72° Leste			em contato com outro edifício	em contato com outro edifício	
Universidade de Brasília	235° Sudoeste					

Porém, durante o levantamento fotográfico a agência Taguatinga CNB alterou sua edificação passando a ficar instalada no Shopping Top Mall, em Taguatinga Norte. Entretanto, para o trabalho foi considerada a edificação antiga, localizada na CNB 12 em Taguatinga.

### **5.5. METODOLOGIA UTILIZADA PARA LEVANTAMENTO DE DADOS PARA A AVALIAÇÃO DAS AGÊNCIAS PELO RTQ-C**

Para análise dos projetos das agências, não foi possível obter nenhum memorial descritivo que dissesse, detalhadamente, quais os materiais construtivos empregados nas construções das edificações. Apesar de ter sido pesquisado na Engenharia do Banco, não há um banco de dados com esse intuito. Também, devido a algumas edificações serem alugadas pelo Banco, alguns detalhes técnicos inexistem. Sendo assim, somente as edificações de agências que tinham projetos completos de arquitetura poderiam ser utilizados para a análise da envoltória pelo método prescritivo do RTQ-C.

Alguns projetos diziam que tipo de cerâmica era utilizada no revestimento, por exemplo: Portobello 10 x 10 cm na cor cinza. Em outros havia menção das espessuras dos vidros, como: vidro temperado de 10 mm nas SAAs; vidro comum de 5 mm nas demais janelas; esquadria metálica com vidros comum de 5 mm, etc.

Mas a grande maioria não tinha o projeto completo das esquadrias e que tipo de vidro foi utilizado para se poder analisar com dados mais precisos. Também não houve em nenhum caso as especificações do Fator Solar (FS) dos vidros utilizados.

No LIC (BANCO DO BRASIL, 2008a) existem especificações genéricas informando as cores e alguns materiais que devem ser adotados nas fachadas das edificações (Quadro 5.4).

**Quadro 5.4.** Especificações genéricas para as fachadas das agências.

ITEM	ITEM	MATERIAL	RECOMENDÁVEL		ACEITÁVEL		INACEITÁVEL	
			novas instalações e trocas		manter, se bem conservado		substituir	
			MAT	COR	MAT	COR	MAT	COR
FACHADA	EMPENA	PASTILHA	X	CINZA	X	BRANCA	X	FORMANDO
			X	AZUL (*)	X	BEGE		DESENHOS
		CERÂMICA	X	CINZA	X	BRANCA	X	ESTAMPADA
			X	AZUL (*)	X	BEGE		
		CHAPA Prensada de Alumínio	X	NATURAL				
		PEDRAS NATURAIS	X	CINZA	X	DIVERSAS	X	BRUTA
		PINTURA ACRÍLICA	X	CINZA				
			X	AZUL (*)				
		TIJOLO APARENTE			X			
		CONCRETO APARENTE			X			
	PINTURA PVA					X		
	DEMAIS	X	CINZA	X	BRANCA	X	AMARELA	
		X	AZUL (*)	X	BEGE	X	VERDE	
						X	LILÁS	
						X	MARROM	
						X	VERMELHA	
						X	ROSA	
	ESQUADRIAS	VIDRO TEMPERADO	X	INCOLOR	X	FUMÉ	X	ESPELHADO
				TRANSPARENTES	X	BRONZE	X	TRANSLÚCIDO
					X	AZUL		
				X	VERDE			
ALUMÍNIO		X	NATURAL	X	BRONZE			
		X	PRETO	X	BRANCO			
FERRO				X	PRETO			
				X	GRAFITE			
				X	BRANCO			
MADEIRA				X	NATURAL			
			X	BRANCO				
			X	PRETO				
			X	GRAFITE				
<b>OBS. - SÃO TAMBÉM INACEITÁVEIS OS MATERIAIS/CORES DIFERENTES DOS CITADOS COMO RECOMENDÁVEL OU ACEITÁVEL</b>								
<b>RECOMENDÁVEL</b>	- UTILIZAR SEMPRE EM NOVAS INSTALAÇÕES E NOS CASOS DE SUBSTITUIÇÃO DE		<b>ACEITÁVEL</b>	- MANTER O EXISTENTE, DESDE QUE EM PERFEITAS CONDIÇÕES		<b>INACEITÁVEL</b>	- NÃO UTILIZAR, SE EXISTENTE, SUBSTITUIR/RETIRAR	

Por questão de logística e tempo, para agilizar os estudos e análises pelo RTQ-C, foram adotados os seguintes parâmetros de cálculo:

- Paredes externas – calculada a transmitância térmica utilizando como base a espessura da parede no projeto de arquitetura e adequando-a a lista de materiais pela a NBR 15220-2, considerando a configuração de maior transmitância térmica;

- Cobertura – as coberturas que tinham telha de fibrocimento, esse material foi adotado com  $R = 0,0123 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  (telha com espessura mínima = 6 mm). As resistências dos demais componentes existentes nos projetos de arquitetura foram calculadas conforme a NBR 15220;
- Os cálculos das envoltórias foram realizados mediante os projetos fornecidos pela Engenharia do Banco do Brasil;
- Fator Solar<sup>16</sup>: vidros da SAA – vidro temperado de 10 mm (FS = 0,73); vidros comuns – 5 mm (FS = 0,84) e vidro comum (5 mm) com película jateada (FS = 0,82);
- Os ângulos de proteção (AVS e AHS) foram calculados pelos projetos adquiridos na Engenharia e Arquitetura do Banco, sendo que ângulos abaixo de 1° foram desconsiderados;
- Cores: adotados os valores de absorvância das cores dos revestimentos externos segundo a NBR 15220-2; e
- Nos cálculos das aberturas do Percentual de Área de Abertura na Fachada – PAF foram adotados os vãos brutos, ou seja, sem descontar os percentuais referente às esquadrias e/ou aos caixilhos, diferentemente do método prescritivo do RTQ-C.

## 5.6. ANÁLISE DO DESEMPENHO LUMINOSO COM O SOFTWARE RELUX

Para poder ter dados comparativos de desempenho luminoso das edificações e assim, possibilitar ter critérios para adotar na Planilha P4E, foi necessário realizar simulações com o *Software Relux* nas edificações de agências bancárias.

Sendo assim, era necessário escolher quais edificações poderiam ter resultados significativos que possibilitassem alencar os critérios a serem adotados na planilha.

---

<sup>16</sup> Fator Solar – para o cálculo do fator solar de alguns vidros foi utilizada uma ferramenta de cálculo. Disponível em: <[http:// www.afgglass.com/glasscalc.aspx](http://www.afgglass.com/glasscalc.aspx)>. Acessado em: 25/09/2009.

### **5.6.1. Escolha das agências**

A partir das dez edificações avaliadas pelo RTQ-C, primeiramente foram feitas simulações em cinco Salas de Auto-Atendimento (SAA) para verificar as variações dos níveis de iluminância com diferentes disposições de aberturas, sendo: abertura unilateral, aberturas adjacentes e aberturas bilaterais. As edificações de agências escolhidas foram: Asa Sul 406 (aberturas bilaterais); Setor Comercial Sul (aberturas adjacentes); Sobradinho (aberturas bilaterais); Taguatinga Sul (abertura unilateral) e Universidade de Brasília (aberturas adjacentes).

Posteriormente, para dar prosseguimento à análise dos níveis de iluminância das edificações foram selecionadas seis edificações das que foram previamente avaliadas pelo RTQ-C. Como o objetivo era aferir o nível de iluminância nos ambiente internos, foram feitas simulações em todos os pavimentos das agências, excluindo-se os subsolos. Esses foram excluídos da análise, porque eles, normalmente, têm poucas aberturas.

Para escolha de quais edificações seriam feitas as simulações, foram adotados os seguintes critérios:

- Ter pelo menos uma agência que foi avaliada como Nível A e uma com o Nível E pelo método do RTQ-C (vide Capítulo 6);
- Ter edificações com aberturas: unilateral, em lados opostos e adjacentes;
- Ter edificações: térreas, com dois e com três pavimentos acima do solo;
- Ter edificações com as orientações solares diferentes.

Sendo assim, as agências selecionadas para a simulação e verificação do desempenho luminoso, foram: Sobradinho; Ceilândia Centro; Ceilândia Norte; Taguatinga Sul; Taguatinga CNB 12 e Universidade de Brasília.

### **Metodologia utilizada para análise**

Foram seguidos os níveis de iluminância recomendados na NBR 5413 – Iluminância de Interiores (ABNT, 1982). Tendo em vista, que a tela do Terminal de Auto-Atendimento (TAA) na Sala de Auto- Atendimento (SAA) tem iluminação própria e

fica na posição vertical, fato que facilita a execução da tarefa pelo usuário, foi adotada a altura referente à prateleira de apoio de uso do TAA. Sendo assim para as simulações das SAAs, a altura do plano de trabalho adotado foi de 1,00 m do piso.

Para as simulações dos ambientes internos das edificações foram adotados os seguintes critérios:

- Altura do plano de trabalho – 0,75 m de altura do piso;
- Foram consideradas as paredes internas: das circulações verticais (escada e elevador); dos sanitários; da copa e a parte onde ficam os equipamentos do ar condicionado;
- As divisórias não foram consideradas por serem removíveis, podendo assim haver mudança no *layout* interno.

Para análise dos resultados encontrados foram adotados os seguintes critérios:

- Verificar os níveis (mínimos, médios e máximos) de iluminância encontrados nos ambientes internos e comparar a tabela da NBR 5413, apresentada anteriormente na Tabela 2.2 (Capítulo 2);
- Estabelecer nível máximo de iluminância como sendo de 2.000 lux (VIANNA & GONÇALVES, 2007).

## **5.7. METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DA PLANILHA P4E**

Como já foi dito no Item 4.1, a Planilha P4E foi criada a partir da junção de métodos de avaliação e análise de índices desempenho de sustentabilidade, eficiência energética e iluminação natural.

A Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E) foi elaborada para auxiliar no processo de escolha de edificações comerciais para instalação de agências bancárias no Distrito Federal pelo Banco do Brasil. Ela tem como principal propósito fornecer critérios claros e objetivos que possam contribuir para a análise e para a tomada de decisão de qual edificação comercial deva ser escolhida, sob o ponto vista da eficiência energética e do conforto ambiental (térmico e luminoso).

Foram utilizadas como base duas planilhas para a elaboração da Planilha P4E, sendo que todas rodam na plataforma Excel (Microsoft). A primeira é o *software* GBTool da Green Building Challenge – GBC, elaborado pela *Natural Resource Canadá*

(BARROS, 2005, p. 108), onde há um sistema de escala de pontuação estruturado para abranger três tipos específicos de edifícios: residencial multi-familiar, escritórios e escola. Essa metodologia visa principalmente avaliar se há práticas de construção sustentável, estabelecendo valores aos indicadores de sustentabilidade ambiental. Porém para a Planilha P4E foi utilizada apenas sua estrutura de pontuação e ponderação e foram realizadas adaptações.

A segunda planilha é utilizada na atual metodologia pela equipe de arquitetos e engenheiros do Banco do Brasil (vide Capítulo 2), que auxilia na tomada de decisões para a escolha das edificações comerciais para a instalação das agências bancárias da Rede Varejo no Brasil. Mas como o objetivo da Planilha P4E é complementar a atual planilha de análise do Banco do Brasil fornecendo indicadores de desempenho em relação à eficiência energética e à luz natural, os critérios que existem na planilha atual do Banco não foram inseridos na P4E.

Ambas as planilhas têm como principal objetivo avaliar o desempenho de uma edificação mediante comparação a um edifício de referência, ou seja *Benchmarks*<sup>17</sup>. Assim é possível utilizar valores de desempenho a partir de uma base de dados de uma amostragem de edifícios, previamente analisados, a fim respaldar tomadas de decisões durante o projeto ou no enfoque às questões prioritárias do edifício a ser escolhido.

A formulação de edifícios de referência ou *Benchmarks* com a utilização da Planilha P4E será feita a partir do momento que for aplicada em mais edificações, formando-se um banco de dados. Assim poderá haver dados que possibilitem realizar análises comparativas com as dez edificações que viabilizou sua elaboração.

### **5.7.1. Características da Planilha P4E**

A planilha foi criada para que o avaliador possa:

- realizar comparações entre edificações comerciais no Distrito Federal com relação a eficiência energética e ao conforto ambiental (térmico e luminoso);

---

<sup>17</sup> *Benchmark* – trata-se de desempenho de referência previamente definido de acordo com as normas atuais e/ou práticas típicas da região (BARROS, 2005, p. 114).



- fornecer resultados, claros e objetivos, dos níveis e subníveis dos indicadores de desempenho da planilha; e
- fornecer resultados com um maior embasamento científico, tendo em vista que os critérios adotados estão de acordo com o método prescritivo do RTQ-C e com os resultados obtidos mediante às simulações computacionais com o *software* Relux;

O usuário deve estar ciente das seguintes limitações:

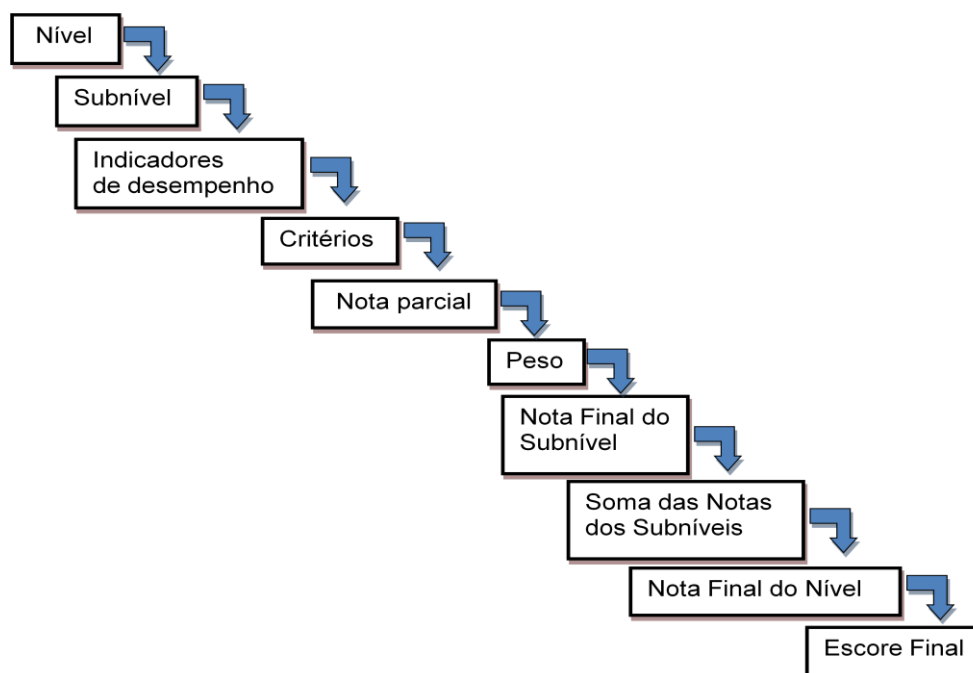
- a planilha somente pode ser aplicada em edifícios comerciais situados na Zona Bioclimática nº 4;
- a planilha somente pode ser aplicada em edifícios de até três pavimentos;
- deve-se considerar o edifício como sendo todo condicionado artificialmente;
- o subnível “Aberturas – Desempenho Luminoso” não avalia a uniformidade luminosa dos ambientes internos, somente o nível de iluminância;
- a planilha foi feita na plataforma Windows, portanto somente pode ser utilizada com o aplicativo Excel (Versão 2007 ou superior); e
- alguns dados referentes à envoltória devem ser calculados, previamente, utilizando o método prescritivo do RTQ-C;

### **5.7.2. Níveis e categorias de desempenho**

A planilha está dividida em níveis, subníveis e indicadores de desempenho, possibilitando ao usuário, de forma simples, uma tomada de decisão na análise. Os dois níveis foram criados, tomando-se como base os dados obtidos na aplicação do Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007) e os resultados obtidos e apresentados no Capítulo 6 – Resultados, Análises e Validação da Planilha P4E.

Esse dois níveis procuram englobar a relação do edifício com seu entorno próximo e as características físicas do próprio edifício.

Os níveis são: I) Espaço Urbano e II) Edifício. Os níveis são divididos em subníveis, que são subdivididos em indicadores de desempenho para facilitar no processo de avaliação e análise da edificação avaliada (Fluxo 5.1).



**Fluxo 5.1.** Níveis hierárquicos da Planilha Final.

Todos os indicadores de desempenho têm critérios que possuem valores que conforme à opção do usuário apresentarão um valor ponderado demonstrando uma nota para aquele indicador. Foram feitos ajustes nessa ponderação, a partir da aplicação da planilha nas 10 agências bancárias escolhidas e dos resultados encontrados (Capítulo 6).

Assim, no Quadro 5.5 são apresentados os níveis com seus respectivos subníveis e indicadores de desempenho da Planilha P4E.

**Quadro 5.5.** Níveis, subníveis e indicadores de desempenho da Planilha P4E.

<b>Nível</b>	<b>Subnível</b>	<b>Indicador de desempenho</b>
Espaço Urbano	Desenho Urbano e Afastamentos	posição da quadra
		posição do lote na quadra
		afastamento do lote em relação aos demais
Edifício	Geometria da Forma	planta do edifício
		volume da edificação
	Fechamentos Opacos - Desempenho Térmico	pré-requisitos da envoltória (RTQ-C)
	Aberturas - Desempenho Térmico	variáveis das aberturas (RTQ-C)
	Aberturas - Desempenho Luminoso	lados com abertura na edificação (exceto subsolo)
		posição e orientação solar das aberturas predominantes
		forma da abertura predominante no andar superior do edifício
		forma da abertura predominante no andar térreo do edifício

Abaixo, na Tabela 5.1 é apresentada a Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E) para o DF com seus níveis, subníveis e indicadores de desempenho, contendo dados hipotéticos de uma melhor edificação possível.

Tabela 5.1. Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E) no DF.

PLANILHA PARA ESCOLHA DE EDIFICAÇÕES ENERGETICAMENTE EFICIENTES - P4E (DF)														
Imovel:														
Endereço:											Score	587,1		
Nv	Sb	Indicador de desempenho	Critério				Default	Opção	Score	Peso	Pond.	min	Prd	max
ESPAÇO URBANO	Desenho Urbano e Afastamentos	Posição da quadra	Orientação Predominante da quadra	Fachadas Principais orientadas para Norte-Sul			15	x	15	2	30			
				Fachadas Principais orientadas para Leste-Oeste			10							
				Fachadas Principais com orientação intermediária			5							
		Posição do lote na quadra	Posição na quadra	lote isolado			15	x	15		30			
				lote de esquina			10							
				lote de meio			5							
	Afastamento do lote em relação os demais	Lado frontal - d (m)	7,50 < d ≤ 20,00 m	30° < ângulo ≤ 60°	MARQUE ESSA	15	x	15	30					
			d > 20,00 m	ângulo > 60°		10								
		20,00	d ≤ 7,50 m	ângulo ≤ 30°		5			40					
		Média dos Demais lados - d (m)	7,50 < d ≤ 20,00 m	30° < ângulo ≤ 60°	MARQUE ESSA	20	x	20						
			d > 20,00 m	ângulo > 60°		15								
		20,00	2,50 < d ≤ 7,50 m	12° < ângulo ≤ 30°		10								
	20,00	d ≤ 2,50 m	ângulo ≤ 12°		5									
TOTAL DO NÍVEL						TOTAL SUBNÍVEL			130,0	40,0	130,0	130,0		
Geometria da Forma	Planta do edifício	largura	comprimento	Planta_retangular	MARQUE ESSA	10	x	10	20					
		10,00	40,00	Planta_quadrada		5								
	Volume da edificação	Ape (m2)	≤ 500 m2			MARQUE ESSA	10	x	10	20				
			400,00	> 500 m2				5						
		Atot (m2)	Atot > 3xApcob			MARQUE ESSA	20	x	20	40				
			2000,00	2xApcob < Atot ≤ 3xApcob				15						
		Apcob (m2)	Apcob < Atot ≤ 2xApcob				10			40				
			400,00	Atot ≤ 1xApcob				5						
		Quantidade de pavimentos	quatro pavimentos				20	x	20	40				
			três pavimentos				15							
	dois pavimentos				10									
	somente térreo				5									
					Opção	TOTAL SUBNÍVEL			120,0	40,0	120,0	120,0		

Tabela 5.1. Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E) no DF (continuação).

EDIFÍCIO	Fechamentos Opacos - Desempenho Térmico	Pré-requisitos da Envoltória			Fachada Principal	Demais Fachadas	Valores		Score	2	36,25			
			Exposição da envoltória	Prédio com 2 fachadas e cobertura expostas	L	O	22	50,5	72,5					
				Prédio com 3 fachadas e cobertura expostas	-	-	0	0	0					
				Prédio todas as faces (fachadas e cobertura)	-	-	0	0	0					
			Transmitância térmica (U) - paredes				Default	Opção	Score		20			
				$1,0 \leq U < 2,00$		MARQUE_ESSA	10	x	10					
				$2,00 \leq U < 3,70$			5							
			1,50	$U \geq 3,70$			0							
			Transmitância térmica (U) - cobertura								20			
				$0,01 \leq U < 1,00$		MARQUE_ESSA	10	x	10					
			0,60	$U \geq 1,00$			0							
			Absortância térmica ( $\alpha$ ) - paredes								20			
				cores claras ( $0,2 \leq \alpha < 0,4$ )		MARQUE_ESSA	10	x	10					
			0,30	cores escuras ( $\alpha \geq 0,4$ )			0							
			Absortância térmica ( $\alpha$ ) - cobertura								20			
				cores claras ( $0,2 \leq \alpha < 0,4$ )		MARQUE_ESSA	10	x	10					
			0,30	cores escuras ( $\alpha \geq 0,4$ )			0							
						Opção		TOTAL SUBNÍVEL			116,3	5,0	116,3	116,3
					Fachada Principal	Demais Fachadas	Valores		Score					
			Percentual de Abertura da Fachada	$PAF \leq 25\%$	-	L/O	0	21	21		40,8			
				$25\% < PAF \leq 50\%$	S	N	45	36	81					
				$50\% < PAF \leq 75\%$	-	-	0	0	0					
				$PAF > 75\%$	-	-	0	0	0					
			Proteção externas nas aberturas - predominante	brises mistos	-	L/O	0	37	37		2	18,2		
				brises verticais	S	-	11	0	11					
				brises horizontais	-	N	0	19	19					
				marquises	S	N	7	17	24					
				beirais (até 1,50 m de largura)	-	-	0	0	0					
			Abertura para ventilação natural				Default	Opção	Score		30			
				possível em três ou mais pavimentos			15	x	15					
				possível em dois pavimentos			10							
				possível em um pavimento			5							
				não é possível			0							
						Opção		TOTAL SUBNÍVEL			89,0	2,0	89,0	89,0

Tabela 5.1. Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes (P4E) no DF (continuação).

Aberturas - Desempenho Luminoso	Lados com abertura na edificação (exceto subsolo)	largura e comprimento da edificação	2Lx2C		30	10,00		15,0				
	Posição e orientação solar das aberturas predominantes	Posição da abertura no edifício	lados opostos	Orientação 1	Orientação 2	Valores		Escore	36,8			
			adjacentes	S	N	51	41	92				
			unilateral	-	-	0	0	0				
	Forma da abertura predominante no andar superior do edifício	Cortina de vidro	utiliza todo o vão da abertura	Opção		Valores		Escore	40,00	2		
			janela média e alta (entre 0,75 e 2,50 m)	-	-	0	0	0				
			janela média (entre 0,75 e 2,00 m)	x	x	1	1	20				
			janela alta (acima de 1,70 m)	-	-	0	0	0				
	Forma da abertura predominante no andar térreo do edifício	Cortina de vidro	utiliza todo o vão da abertura	-	-	0	0	0	40,00			
			janela média e alta (entre 0,75 e 2,50 m)	x	x	1	1	20				
			janela média (entre 0,75 e 2,00 m)	-	-	0	0	0				
			janela alta (acima de 1,70 m)	-	-	0	0	0				
						<b>TOTAL SUBNÍVEL</b>			<b>131,8</b>	<b>9,4</b>	<b>131,8</b>	<b>131,3</b>
	<b>TOTAL DO NÍVEL</b>								<b>457,1</b>			
	<b>TOTAL</b>								<b>Escore 587,1</b>			
<b>Legenda:</b>								<b>Pior Escore</b>	<b>96,4</b>			
Nv - nível	Sb - subnível	Prd - prédio avaliado	Pond - ponderação		<b>Melhor Escore</b>	<b>587,1</b>						
Min - mínimo		Máx - máximo										

### 5.7.3. Sistema de pontuação da Planilha P4E

Assim como o *GBTool*, a planilha adota um sistema de pontuação capaz de abranger critérios qualitativos e quantitativos, seguindo uma escala de graduação de desempenho. Mas, diferentemente do *GBTool*, na Planilha P4E não são adotados valores negativos para quantificar o desempenho de um determinado critério ou para penalizá-lo. Quando um critério obtiver nota “zero” não significa que o mesmo corresponde ao desempenho de referência ou a um *Benchmark*, como é no *GBTool*. Mas isso significa que o critério não obteve nota naquele critério.

Como já dito anteriormente, a Planilha P4E tem níveis que são subdivididos em subníveis e que contém indicadores de desempenho formados por critérios. Esses critérios possuem notas que variam de acordo com as características físicas da edificação. Assim o indicador de desempenho possibilita ao usuário estabelecer correlação entre as características físicas da edificação e a nota recebida, facilitando uma análise mais clara e objetiva.

O sistema métrico que a planilha utiliza é referente ao internacional (SI), assim, o usuário sempre que necessário tem que converter os dados de entrada.

Para elaboração dos critérios da Planilha P4E foram considerados os dados obtidos mediante o levantamento com o Diagrama Morfológico com as edificações de agências bancárias no DF, a aplicação do RTQ-C e as simulações computacionais.

Sendo assim, nas escalas de valores foram adotados os seguintes critérios:

- Nota máxima do indicador de desempenho não poderia ultrapassar 40 pontos, para haver um equilíbrio de importância entre eles;
- As notas que não foram calculadas mediante metodologias específicas para o indicador de desempenho (Item 5.7.4), foram estipuladas com um escala de desempenho de 5 em 5 pontos. Assim, dependendo do indicador de desempenho pode variar de 0 a 20 pontos;
- As notas dos indicadores, após calculadas, são ponderadas por pesos (peso 2).

#### 5.7.4. Metodologias de cálculos dos indicadores de desempenho

Foram utilizadas diversas metodologias para se calcular os indicadores de desempenho na Planilha P4E. Algumas metodologias foram adaptadas mediante as bibliografias pesquisadas e outras foram elaboradas especialmente para ser usada nessa planilha. Portanto, a Planilha P4E é o resultado de uma junção de várias metodologias.

##### 5.7.4.1. Critérios utilizados

Como já explicado, os Indicadores de Desempenho da Planilha P4E são os responsáveis para quantificar e estabelecer escalas de valores. Para cada Indicador existem várias opções de escolha para o usuário. Dependendo da escolha adotada, o indicador receberá uma nota. No estabelecimento de cada nota é que foram adotadas metodologias diferentes. Sendo assim, serão descritas as metodologias adotadas em cada Indicador de desempenho.

#### 1) Subnível – Desenho Urbano e Afastamentos

##### a) Posição da quadra

Esse item tem como critério (Figura 5.3) a orientação solar predominante da quadra que exerce influência direta em uma edificação comercial, devido ao fato que a fachada principal tende a ser voltada para a via de acesso. Segundo Mascaró & Mascaró (1992), uma edificação retangular tem um melhor desempenho térmico tendo suas fachadas principais voltadas para Norte-Sul, em contrapartida, uma pior desempenho quando ela estiver com orientação intermediária. Pontuação: de 5 a 15 pontos.

Fachadas Principais orientadas para Norte-Sul	15
Fachadas Principais orientadas para Leste-Oeste	10
Fachadas Principais com orientação intermediária	5

**Figura 5.3.** Critérios – Posição da quadra.

##### b) Posição do lote na quadra

Esse item tem como critério (Figura 5.4 e Quadro 5.6) a posição que o lote está inserido na quadra. Dependendo da localização da edificação na quadra, haverá uma variação na quantidade de luz e radiação solar que ela recebe ao longo dia. Assim

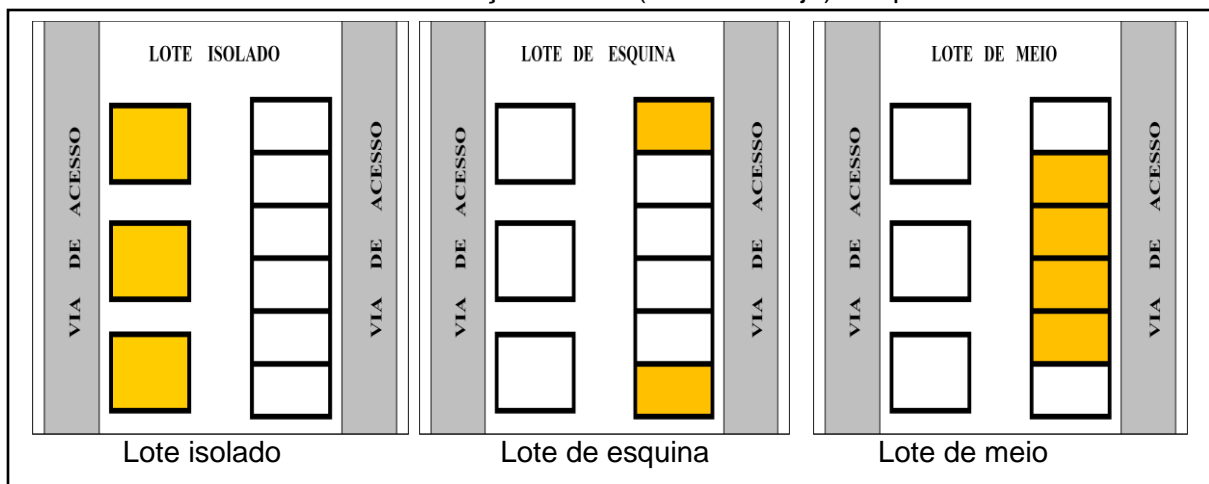


edificações situadas em lotes isolados tendem a receber maior quantidade de luz natural e tem as fachadas livres, enquanto que as localizadas no lote de meio tendem a possuir duas fachadas obstruídas pelas edificações vizinhas. Pontuação: de 5 a 15 pontos.

Lote isolado	15
Lote de esquina	10
Lote de meio	5

Figura 5.4. Critérios – Posição do lote na quadra.

Quadro 5.6. Posição do lote (na cor laranja) na quadra.



### c) Afastamentos do lote em relação aos demais

Este item está relacionado com a quantidade de luz natural e radiação solar que a edificação recebe ao longo do dia, devido aos obstáculos próximos que possam existir. Pelo levantamento realizado, não foi identificado nenhum caso em que a fachada principal estivesse distante menos 7,5 m.

Na planilha utilizada pela Engenharia do Banco do Brasil é adotada como parâmetro: a distância de 50 m de afastamento para a fachada principal. Em relação às demais fachadas da edificação, fazendo-se a média das distâncias, tem-se um parâmetro das distâncias dos afastamentos que a edificação possui. Por exemplo: Fachada Norte (Principal) = 10 m; Fachada Leste = 1,5 m; Fachada Oeste = 1,5 m; Fachada Sul = 10 m; então a média das demais fachadas =  $(1,5 + 1,5 + 10)/3 = 4,33$  m. Ao colocar a média, o programa indica qual a opção deve ser marcada. O ângulo

mínimo de  $12^\circ$ , foi encontrado com o cálculo de uma edificação de 4 andares com afastamento lateral de 1,50 m (mínimo permitido pelo Código de Obras do DF). Sendo assim, foram adotados os ângulos (Figuras 5.5 e 5.6), tomando-se como base o Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007). Pontuação: de 5 a 20 pontos.

I) Lado Frontal

$7,50 < d \leq 20,00$ m	$30^\circ < \text{ângulo} \leq 60^\circ$	MARQUE_ESSA	15
$d > 20,00$ m	ângulo $> 60^\circ$		10
$d \leq 7,50$ m	ângulo $\leq 30^\circ$		5

Figura 5.5. Critérios – Lado Frontal.

III) Demais lados

$7,50 < d \leq 20,00$ m	$30^\circ < \text{ângulo} \leq 60^\circ$	MARQUE_ESSA	20
$d > 20,00$ m	ângulo $> 60^\circ$		15
$2,50 < d \leq 7,50$ m	$12^\circ < \text{ângulo} \leq 30^\circ$		10
$d \leq 2,50$ m	ângulo $\leq 12^\circ$		5

Figura 5.6. Critérios – Demais lados.

2) Subnível – Geometria da Forma

a) Planta do edifício

Como já explicado, edifício de planta retangular tem melhor desempenho térmico que o de planta quadrada. O usuário insere os valores do comprimento e da largura e o programa indica (Figura 5.7) qual a opção deve ser marcada. Pontuação: de 5 a 10 pontos.

Planta_retangular	MARQUE_ESSA	10
Planta_quadrada		5

Figura 5.7. Critérios – Planta do edifício.

b) Volume da edificação

No método prescritivo do RTQ-C existem 2 fórmulas diferentes para o cálculo do Índice de Consumo (IC) das edificações, que são escolhidas conforme a Área de Projeção da Edificação (Ape), Figura 5.8. Conforme o levantamento, todas as edificações com Ape superior a  $500 \text{ m}^2$  são térreas. Também, buscou-se facilitar o cálculo do Fator Forma e Fator Altura (Figura 5.9). O Fator Forma e Fator Altura estão relacionados com a Área total da edificação (Atot) e a Área de projeção da cobertura (Apcob). Assim, basta o usuário inserir os dados da Área total da edificação (Atot) e da

Área de projeção da cobertura ( $A_{pcob}$ ), que o aplicativo aponta qual a opção deve ser marcada na planilha. Para a Zona Bioclimática 4 as edificações em altura têm melhor desempenho térmico. Sendo assim foi adotada melhor pontuação às edificações com maior altura. Pontuação: de 5 a 20.

Ape

$\leq 500 \text{ m}^2$	MARQUE_ESSA	10
$> 500 \text{ m}^2$		5

Figura 5.8. Critérios – Ape.

a) Fator Forma e Fator Altura

$A_{tot} > 3x A_{pcob}$	MARQUE_ESSA	20
$2x A_{pcob} < A_{tot} \leq 3x A_{pcob}$		15
$A_{pcob} < A_{tot} \leq 2x A_{pcob}$		10
$A_{tot} \leq 1x A_{pcob}$		5

Figura 5.9. Critérios – Fator Forma e Fator Altura.

3) Subnível – Fechamentos Opacos – Desempenho Térmico

a) Exposição da envoltória

Foi elaborada uma metodologia para o Indicador de Desempenho – Exposição da Envoltória (Figura 5.10) para estabelecer nota à edificação, de acordo com quantas faces da envoltória estão expostas e qual a orientação solar. Esse indicador está dividido em: prédio com 2 fachadas e cobertura expostas; prédio com 3 fachadas e cobertura expostas e prédio com todas as faces (fachadas e cobertura) expostas.

	Opção	
	Fachada Principal	Demais Fachadas
Prédio com 2 fachadas e cobertura expostas	L	O
Prédio com 3 fachadas e cobertura expostas	-	-
Prédio todas as faces (fachadas e cobertura) expostas	-	-

Figura 5.10. Critérios – Exposição da envoltória.

O principal objetivo foi estabelecer notas crescentes para as edificações que tivessem menor quantidade de face exposta, recebendo assim menor carga térmica do

sol ao longo do ano. Também foi levado em consideração que a carga térmica que a fachada recebe ao longo do ano varia de acordo com a orientação solar.

A metodologia consistiu das seguintes fases:

1º - Foram considerados os valores máximos de carga térmica obtidos por Mascaro & Mascaró (1992, p. 40) para classificar as orientações solares conforme o ganho térmico para Brasília (Figura 5.11);

N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	cobertura
2737	2155	1690	1674	1279	1674	1690	2155	3659
2º	3º	4º	5º	6º	5º	4º	3º	1º

**Figura 5.11.** Cargas térmicas por orientação solar para Brasília (radiações totais dia Kcal/m<sup>2</sup> x dia), (Fonte: MASCARÓ & MASCARÓ, 1992, p. 40).

2º - Foram somados os valores, considerando-se as combinações possíveis de fachadas expostas e cobertura e as orientações solares, sendo: duas fachadas expostas e cobertura; três fachadas expostas e cobertura e quatro fachadas expostas e cobertura. A Tabela 5.2 apresenta como exemplo a combinação da Fachada Norte (vide Tabela F.2, Apêndice F.2, pág. 224);

**Tabela 5.2.** Combinação de faces expostas da Fachada Norte x orientação solar.

Composição de fachadas do edifício - carga térmica												
Fachada Principal	Faces expostas	Demais fachadas								Carga térmica total Kcal/m <sup>2</sup> x dia	Nota	FP
		N	NE	L	SE	S	SO	O	NO			
Norte	todas as fachadas e cobertura exposta	0	0	1	0	1	0	1	0	11237	1	N1
	com 3 fachadas e cobertura exposta	0	0	1	0	0	0	1	0	9958	2	N2
		0	0	1	0	1	0	0	0	9456	3	N3
		0	0	0	0	1	0	1	0	9456	4	N4
	com 2 fachadas e cobertura exposta	0	0	1	0	0	0	0	0	8177	5	N5
		0	0	0	0	0	0	1	0	8177	6	N6
		0	0	0	0	1	0	0	0	7675	7	N7

3º - Os valores somados foram ordenados em escala decrescente, de forma que a combinação que tivesse maior carga fosse a primeira e a que tivesse menor carga fosse a última;

4º - Com a ordem anterior decrescente com 56 combinações foram distribuídas notas seqüenciais, sendo que a primeira recebeu Nota = 1 e a última recebeu Nota = 56;

5º - Foi estabelecido como critério de desempate da soma das cargas térmicas: nas fachadas com sol pela tarde há uma tendência que os ambientes internos propiciem um maior desconforto térmico. Então: nota de Leste é melhor que Oeste; Nordeste é melhor que Noroeste e Sudeste é melhor que Sudoeste;

6º - Basta o usuário escolher uma opção para a Fachada Principal e para as Demais Fachadas, que o aplicativo calcula o valor do indicador de desempenho. Sendo que a nota desse indicador é resultado do seguinte cálculo: soma das notas das fachadas dividido por 4. A divisão por 4 é necessária para que a nota final seja inferior a 40 pontos, estabelecendo equilíbrio na planilha.

$$\text{Fórmula: } ((\Sigma \text{ notas das fachadas}) / 4) \quad (3)$$

#### b) Pré-requisitos da envoltória

Nesse indicador de desempenho, foram adotados os pré-requisitos da envoltória conforme o método prescritivo do RTQ-C. Assim sendo, as edificações que não obtiverem o mínimo exigido para a transmitância e absorvância térmicas das paredes externas e da cobertura não obtêm pontuação nesse indicador, ficando com “zero”. Ou seja, não são pontuadas. Basta o usuário inserir os dados que o aplicativo indicará as opções que devem ser marcadas (Figuras 5.12 a 5.15). Pontuação: 0 a 15.

##### I) Transmitância térmica das paredes externas

$1,0 \geq U > 2,00$	MARQUE_ESSA	10
$2,00 \geq U > 3,70$		5
$U \geq 3,70$		0

**Figura 5.12.** Critérios – Transmitância térmica das paredes externas.

##### II) Transmitância térmica da cobertura

$0,01 \geq U > 1,00$	MARQUE_ESSA	10
$U \geq 1,00$		0

**Figura 5.13.** Critérios – Transmitância térmica da cobertura.

## III) Absortância térmica – paredes externas

cores claras ( $0,2 \leq \alpha < 0,4$ )	MARQUE_ESSA	10
cores escuras ( $\alpha \geq 0,4$ )		0

Figura 5.14. Critérios – Absortância térmica – paredes externas.

## IV) Absortância térmica – cobertura

cores claras ( $0,2 \leq \alpha < 0,4$ )	MARQUE_ESSA	10
cores escuras ( $\alpha \geq 0,4$ )		0

Figura 5.15. Critérios – Absortância térmica – cobertura.

## 3) Subnível – Aberturas – Desempenho Térmico

## a) Percentual de Abertura na Fachada (PAF)

Nesse indicador de desempenho (Figura 5.16), o usuário deve previamente calcular os PAF's de cada fachada para poder escolher, conforme os percentuais disponíveis, o que melhor se adéqua aos dados encontrados. Existem quatro opções de percentuais para o usuário escolher:  $PAF \leq 25\%$ ;  $25\% < PAF \leq 50\%$ ;  $50\% < PAF \leq 75\%$  e  $PAF > 75\%$ . Assim, o usuário escolherá uma das opções para a fachada principal e para as demais fachadas. Para  $PAF = 0$ , adotar  $PAF \leq 25\%$ .

		Fachada Principal	Demais Fachadas
Percentual de Abertura da Fachada	$PAF \leq 25\%$	-	L/O
	$25\% < PAF \leq 50\%$	S	N
	$50\% < PAF \leq 75\%$	-	-
	$PAF > 75\%$	-	-

Figura 5.16. Critério - Percentual de Abertura da Fachada (PAF).

Para esse indicador, também foi elaborada uma metodologia para estabelecer notas aos percentuais das áreas das aberturas em relação à orientação solar das respectivas fachadas. Esse critério tem como principal objetivo estabelecer as maiores notas as fachadas com PAF que não comprometa o desempenho térmico da envoltória, considerando-se que a orientação solar exerce forte influência no conforto térmico do ambiente. Tomando-se como base os resultados obtidos com a aplicação do método prescritivo do RTQ-C nas dez agências bancárias e a metodologia da Área Ideal de Janela (AIJ) de Ghisi et al (2005), foram seguidos os seguintes passos para estabelecer os valores:

1º - Adotada a Tabela de AIJ (GHISI et al, 2005) e feita uma adaptação para incluir valores as respectivas orientações intermediárias, ou seja, as orientações: Sudeste, Sudoeste, Nordeste e Noroeste. Foram feitas as médias simples entre os valores das orientações: Norte; Sul; Leste e Oeste;

2º - A proporção de área de ambiente 2 : 1 na Tabela 5.3 foi adotada como sendo a mais usual nas edificações analisadas (60%);

3º - Foram adotados os maiores percentuais nessa proporção de ambiente, conforme Tabela 5.3, em destaque:

**Tabela 5.3.** Tabela de Área Ideal de Janela – proporção 2 : 1 (GHISI et al, 2005).

2:1							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
12	14	16	18	20	15	10	11
13	15	17	19	21	16	11	12
13	15,5	18	20	22	16,5	11	12
14	16,5	19	21	23	17,5	12	13
15	17,5	20	22	24	18,5	13	14
16	19,5	23	25	27	20,5	14	15
18	21,5	25	27	29	22	15	16,5
19	23	27	29,5	32	24,5	17	18
23	27,5	32	34,5	37	28	19	21
26	31	36	39	42	32	22	24

4º - Foram estabelecidas notas para os percentuais de abertura (ordem crescente de 1 a 5) e notas por facilidade de proteção na abertura, de acordo com a orientação solar (nota de 5 em 5 pontos).

Também foram dadas notas (de 1 a 4), de acordo com os percentuais de abertura estabelecidos anteriormente. Por exemplo: Fachada Sul o ideal é 42%, portanto Nota 4 (em verde escuro); Fachada Oeste o pior é PAF > 75%, recebe Nota 1 (em vermelho) por essa condição. Depois os valores das notas foram somados: N1 + N2 + N3 = Total (Tabela 5.4).

**Tabela 5.4.** Percentuais de aberturas por fachada e ordem por tamanho.

Percentual de abertura			Facilidade de Proteção (5 em 5)	PAF > 75%		50% < PAFfp ≤ 75%		25% < PAFfp ≤ 50%		PAFfp ≤ 25%	
Fachada	%	N1		N3	Nota	N3	Nota	N4	Nota	N4	Nota
N	26	1	31	1	33	2	34	4	36	3	35
NE	31	2	16	1	19	2	20	4	22	3	21
L	36	3	6	1	10	2	11	3	12	4	13
SE	39	4	26	1	31	2	32	4	34	3	33
S	42	5	36	2	43	3	44	4	45	1	42
SO	32	4	21	1	26	2	27	3	28	4	29
O	22	3	1	1	5	2	6	3	7	4	8
NO	24	2	11	1	14	2	15	3	16	4	17

5º - Na Tabela 5.5 estão todas as notas da Fachada Principal por orientação e percentual de abertura;

**Tabela 5.5.** Tabela de notas da Fachada Principal – PAF.

% abertura		PAFt > 75%	50% < PAFt ≤ 75%	25% < PAFt ≤ 50%	PAFt ≤ 25%
Fachada	%	nota FP	nota FP	nota FP	nota FP
N	26	33	34	36	35
NE	31	19	20	22	21
L	36	10	11	12	13
SE	39	31	32	34	33
S	42	43	44	45	42
SO	32	26	27	28	29
O	22	5	6	7	8
NO	24	14	15	16	17

6º - Foram somados os valores com as combinações possíveis para as demais fachadas. Por exemplo: Fachada Principal Norte (PAF de 40%), nota = 36, e demais fachadas Sul/Leste/Oeste (PAF de 24%), nota = 42 + 13 + 8 = 63 (Tabela 5.6).



**Tabela 5.6.** Tabela de notas das demais fachadas – PAF.

<b>Demais Fachadas - Escala de Valores para os percentuais de abertura</b>							
PAFt > 75%		50% < PAFt ≤ 75%		25% < PAFt ≤ 50%		PAFt ≤ 25%	
Fachada	Nota	Fachada	Nota	Fachada	Nota	Fachada	Nota
N	33	N	34	N	36	N	35
L	10	L	11	L	12	L	13
S	43	S	44	S	45	S	42
O	5	O	6	O	7	O	8
NE	19	NE	20	NE	22	NE	21
SE	31	SE	32	SE	34	SE	33
SO	26	SO	27	SO	28	SO	29
NO	14	NO	15	NO	16	NO	17
N/L	43	N/L	45	N/L	48	N/L	48
N/S	76	N/S	78	N/S	81	N/S	77
N/O	38	N/O	40	N/O	43	N/O	43
L/S	53	L/S	55	L/S	57	L/S	55
L/O	15	L/O	17	L/O	19	L/O	21
S/O	48	S/O	50	S/O	52	S/O	50
NE/SE	50	NE/SE	52	NE/SE	56	NE/SE	54
NE/SO	45	NE/SO	47	NE/SO	50	NE/SO	50
NE/NO	33	NE/NO	35	NE/NO	38	NE/NO	38
SE/NO	45	SE/NO	47	SE/NO	50	SE/NO	50
SE/SO	57	SE/SO	59	SE/SO	62	SE/SO	62
SO/NO	40	SO/NO	42	SO/NO	44	SO/NO	46
L/S/O	58	L/S/O	61	L/S/O	64	L/S/O	63
N/S/O	81	N/S/O	84	N/S/O	88	N/S/O	85
N/L/S	86	N/L/S	89	N/L/S	93	N/L/S	90
N/L/O	48	N/L/O	51	N/L/O	55	N/L/O	56
NO/SE/SO	71	NO/SE/SO	74	NO/SE/SO	78	NO/SE/SO	79
NE/SE/SO	76	NE/SE/SO	79	NE/SE/SO	84	NE/SE/SO	83
NO/NE/SE	64	NO/NE/SE	67	NO/NE/SE	72	NO/NE/SE	71
NO/NE/SO	59	NO/NE/SO	62	NO/NE/SO	66	NO/NE/SO	67

7º - Foi criada uma ponderação para quando a Fachada Principal tiver a orientação solar para Oeste. Após, a soma da nota da fachada principal e da nota das demais fachadas é feita uma subtração na Nota Parcial pelos valores que estão na Tabela 5.7. Por exemplo: Fachada Principal (Oeste e PAFo = 55%) e Demais Fachadas (N/S/L e PAF ≤ 25%), nota parcial = FP(6) + DF(90) = 96 – 60 = 36. O valor base 60 (em amarelo) foi achado a partir da utilização de *software* Minitab 15 que estabeleceu que para essa amostragem, há uma variação de 60 em 60 pontos, com escala mínima de 60 e máxima de 600 (vide, item 5.8).

**Tabela 5.7.** Relação da Fachada Oeste com as demais fachadas.

<b>Relação da Fachada Oeste (FO) com as Demais Fachadas (DM)</b>								
FACHADAS	FO e DM							
PAF	FO	DM	FO	DM	FO	DM	FO	DM
PAF ≤ 25 %		90		60		30	X	0
25% < PAF ≤ 50%		70		40	X	10		0
50% < PAF ≤ 75%		50	X	20		0		0
PAF > 75%	X	30		0		0		0

Os valores DM (Demais Fachadas) são referentes às notas que devem ser subtraídas quando o PAFo for maior que os demais PAF. Foi tomado como base o valor 60, que significa mudança de categoria.

8º - A nota final de indicador de desempenho é calculado da seguinte forma: soma das notas dos PAF das fachadas e subtraindo pela nota de ponderação (item 7) e depois o valor é dividido por 5, para que a nota final seja inferior a 40 pontos.

$$\text{Fórmula: } ((\Sigma \text{ notas do PAF}) - \text{Nota de Ponderação (item 7)}) / 5 \quad (4)$$

#### b) Proteções externas predominantes nas aberturas

Para esse indicador de desempenho (Figura 5.17), também, foi elaborado um critério para as proteções externas que mais apareceram no levantamento realizado com o Diagrama Morfológico. Porém, tratando-se de uma adaptação da 3.a. apresentada anteriormente.

<b>Proteção externas nas aberturas – predominante</b>	brises mistos	-	-
	brises verticais	S	-
	brises horizontais	-	N
	Marquises	S	-
	beirais (até 1,50 m de largura)	-	-

**Figura 5.17.** Critérios – Proteções externas predominantes nas aberturas.

Esse método diverge do outro nos seguintes detalhes:

1º - Ao invés de facilidade de proteção, adotou-se necessidade de proteção na fachada, sendo que os valores adotados foram os números primos de 1 a 19 (Tabela 5.8).

**Tabela 5.8.** Tabela de notas para as proteções solares.

Proteção das aberturas								
Percentual das aberturas			Necessidade de Proteção	Beiral (largura $\leq 1,50\text{m}$ )	Marquise	Brises		
Fachada	%	N1				horizontal	vertical	misto
			N2	N3	N3	N3	N3	N3
N	26	1	13	2	3	5	1	3
NE	31	2	11	1	2	4	3	5
L	36	3	7	1	4	5	3	2
SE	39	4	3	1	2	3	5	4
S	42	5	1	3	1	2	5	4
SO	32	4	5	1	2	3	5	4
O	22	3	19	1	4	5	3	2
NO	24	2	17	1	2	4	3	5

2º - Foram dadas notas (de 1 a 5), de acordo com as proteções solares externas mais utilizadas no levantamento (Capítulo 6), sendo: beiral (largura menor que 1,50 m), marquise e brises (horizontal, vertical e misto)

3º - As notas finais de cada proteção por orientação solar são as somas das notas parciais (N1 + N2 + N3). Em caso de empate na nota final, utilizou-se o critério da maior carga térmica na fachada com maior temperatura do ar, ou seja, à tarde. Como por exemplo: Fachada Oeste é pior à tarde que Fachada Leste. Na Tabela 5.9 é apresentada como exemplo as notas referente a proteção solar – marquise na fachada principal. As notas das demais proteções solares podem ser vistas no Apêndice F.8, pág 232.

**Tabela 5.9.** Tabela de notas para a proteção solar – marquise.

Proteção das aberturas - Marquise						
Percentual das aberturas			Marquise	Necessidade de Proteção	soma	Nota final
Fachada	%	N1				
			N2	N3		
N	26	1	3	13	17	17
NE	31	2	2	11	15	15
L	36	3	4	7	14	14
SE	39	4	2	3	9	9
S	42	5	1	1	7	7
SO	32	4	2	5	11	11
O	22	3	4	19	26	26
NO	24	2	2	17	21	21

4º - Para as notas das demais fachadas foram adotados os mesmos procedimentos de cálculo do critério 3.a., ou seja, soma dos valores.

5º - A nota desse indicador de desempenho é calculada da seguinte forma: soma da(s) nota(s) da(s) proteção(ões) , caso exista(m), sendo dividida por 10, para que a nota final seja inferior a 40 pontos.

#### c) Abertura para ventilação natural

Apesar das edificações de agência bancária terem uma tendência a não apresentarem muitas aberturas para ventilação natural, esse indicador de desempenho (Figura 5.18) foi inserido na planilha com o objetivo de dar uma opção de conforto térmico ao ambiente interno na falta de energia elétrica, caso seja possível pela temperatura externa. Pontuação: de 0 a 15.

possível em três ou mais pavimentos	15
possível em dois pavimentos	10
possível em um pavimento	5
não é possível	0

**Figura 5.18.** Critérios – Abertura para ventilação natural.

Para considerar se existe a possibilidade de ventilação natural na abertura é necessário que a mesma disponha de dispositivos para abrir e fechar a janela, como: janela basculante; pivotante; janela de correr, etc.

#### 4) Subnível – Aberturas – Desempenho Luminoso

##### a) Lados com abertura na edificação (exceto subsolo)

Para esse indicador de desempenho (Figura 5.19), foi elaborado um critério utilizando-se como objetivo principal a quantidade e a uniformidade de luz natural que o ambiente recebe, tendo em vista que a posição e o tamanho das aberturas influenciam diretamente nos níveis e na uniformidade de iluminância no ambiente interno. Onde: L – largura e C- comprimento.

<b>Lados com abertura na edificação (exceto subsolo)</b>	largura e comprimento da edificação	$2L \times 2C$
--	-------------------------------------	----------------

**Figura 5.19.** Critérios – Lados com abertura na edificação (exceto subsolo).

A partir das análises de Vianna & Gonçalves (2007, p. 134) sobre “a localização e a forma das janelas”, adotou-se o seguinte:

1º - A partir do levantamento realizado (Capítulo 6), concluiu-se que sendo uma edificação comercial e retangular, há uma tendência das aberturas que existem no comprimento serem maiores que as da largura;

2º - Em ordem decrescente de níveis e uniformidade de iluminância no ambiente interno: aberturas em lados opostos → aberturas adjacentes → aberturas unilaterais;

3º - Foram estipuladas notas (de 5 a 30) para as combinações possíveis de abertura por lado de um retângulo, sendo: L – Largura e C – Comprimento (Tabela 5.10).

**Tabela 5.10.** Lados com abertura na edificação.

Lados com abertura	
Lado	Nota
L x L	5
L x C	10
C x C	15
2L x 1C	20
1L x 2C	25
2L x 2C	30

4º - A nota final desse indicador de desempenho é calculada da seguinte forma: nota da Tabela 5.10 dividida pela largura da edificação em metros e depois multiplicado por 2,5.

$$\text{Fórmula: } ((\text{nota Tabela 5.10}) / \text{largura do edifício (m)}) \times 2,5 \quad (5)$$

b) Posição e orientação solar das aberturas predominantes

1º - Também foi elaborado um critério para esse indicador de desempenho (Figura 5.10), sendo uma variação da metodologia 3.a. Para esse indicador de desempenho o usuário deverá adotar como Origem1 e Origem2 as aberturas com

maiores PAF, em ordem decrescente. Por exemplo: PAF Fachada Leste 50% (Origem 1) e PAF Fachada Oeste 40% (origem 2).

Posição e orientação solar das aberturas predominantes			Orientação 1	Orientação 2	
	Posição da abertura no edifício	lados opostos		L	O
		adjacentes		-	-
unilateral			-		

**Figura 5.20.** Critérios – Origem da fonte de luz predominante no edifício.

2º - Tomando como base os dados dos Percentuais de Área de Abertura por Fachada (PAF) das 5 primeiras agências analisadas (Tabela 5.11), foi verificada uma predominância dos seguintes percentuais de abertura: 25 a 50% e 50% a 75%.

**Tabela 5.11.** Percentuais de abertura x quantidade de aberturas na edificação.

	PAF (%) Norte	PAF (%) Leste	PAF (%) Sul	PAF (%) Oeste	PAFt (%)	PAF adotado		Qtde fachadas c/ abertura	Adotado	ENCE
<b>% Ideal</b>	26	36	42	22	0,32					
<b>Asa Sul 406</b>	0,03	0,54	0,00	0,47	0,25	FO	0,47	3	2	B
<b>Sobradinho</b>	0,36	0,01	0,38	0,14	0,20	PAFt	0,20	4	2	A
<b>SCS</b>	0,61	0,69	0,60	0,79	0,44	FO	0,79	4	4	A
<b>Taguatinga Sul</b>	0,07	0,02	0,19	0,55	0,04	FO	0,55	4	1	E
<b>UnB</b>	0,42	0,47	0,12	0,24	0,16	FO	0,24	4	3	B

3º - Foram verificados os números de fachadas com abertura em cada edificação, sendo respeitados os percentuais de área das aberturas estipulados no Indicador de Desempenho 3.a. Assim, foram considerados os valores já calculados e adaptados a quantidade de fachadas com aberturas (Tabela 5.12).

**Tabela 5.12.** Posição da abertura no edifício – Tabela de notas (adaptação da Tabela 13).

<b>Peso - Conforto Luminoso - Aberturas</b>			
%	50-75%	25-50%	25-50%
Orientação	1 fach. c/ abertura	2 fach. c/ abertura adjacente	2 fach. c/ abertura lados opostos
	FP	FP	FP
N	34	35	36
NE	20	21	22
L	11	12	13
SE	32	33	34
S	44	45	46
SO	27	28	29
O	6	7	8
NO	15	16	17

4º - A largura da edificação também influencia no nível de iluminância do ambiente interno. Tomando como base que edificações com largura abaixo de 13 m e com aberturas laterais ou adjacentes tendem a ter um melhor aproveitamento da luz natural, foi adotada uma bonificação de 5 pontos para as edificações que tiverem a largura  $\leq 13$  m (Tabela 5.13).

**Tabela 5.13.** Posição da abertura no edifício – Tabela de valores com bonificação.

<b>Peso - Conforto Luminoso - Aberturas c/ bonificação</b>			
%	50-75%	25-50%	25-50%
Orientação	1 fach. c/ abertura	2 fach. c/ abertura adjacente	2 fach. c/ abertura lados opostos
	FP	FP	FP
N	39	40	41
NE	25	26	27
L	16	17	18
SE	37	38	39
S	49	50	51
SO	32	33	34
O	11	12	13
NO	20	21	22

Obs: a bonificação de 5 pontos refere-se ao fato da edificação ter largura  $\leq 13,00$  m

5º - A nota final desse indicador de desempenho é o resultado da soma dos valores correspondentes as opções escolhidas na Origem1 e Origem 2 e dividido por 5.

c) Forma da abertura predominante no andar superior do edifício

Esse indicador de desempenho (Figura 5.21) está relacionado com a forma da abertura, tendo dois tipos de janela: cortina de vidro e janela (horizontal ou vertical). A primeira refere-se às aberturas que utilizam todo o vão, enquanto que a segunda pode haver variação da sua altura em relação ao piso. O critério adotado foi o quanto que o tipo de janela contribui para o nível de iluminância e para o conforto visual do usuário. Tendo em vista que a abertura abaixo de 0,75 m pouco contribui para quantidade de luz do ambiente interno, a cortina de vidro apesar da grande abertura não recebeu a nota maior. A janela alta contribui para a distribuição de luz, porém proporciona os menores níveis de iluminância em relação às demais, por isso recebeu a menor nota. Notas: nenhum caso (0); janela alta (2,5); janela média (5); cortina de vidro (7,5), janela média e alta (10). A nota é a soma do valor da Origem1 e Origem2.

Forma da abertura predominante no andar superior do edifício			Opção	
	Cortina de vidro	utiliza todo o vão da abertura	-	-
Janela	janela média e alta (entre 0,75 e 2,50 m)	x	x	
	janela média (entre 0,75 e 2,00 m)	-	-	
	janela alta (acima de 1,70 m)	-	-	

Figura 5.21. Critérios – Dimensão e forma da abertura predominante no andar superior.

d) Forma da abertura predominante no andar térreo do edifício

Para esse indicador de desempenho foi adotado o mesmo critério do anterior (Figura 5.22).

Forma da abertura predominante no andar térreo do edifício	Cortina de vidro	utiliza todo o vão da abertura	x	-
	Janela	janela média e alta (entre 0,75 e 2,50 m)	-	-
janela média (entre 0,75 e 2,00 m)		-	x	
janela alta (acima de 1,70 m)		-	-	

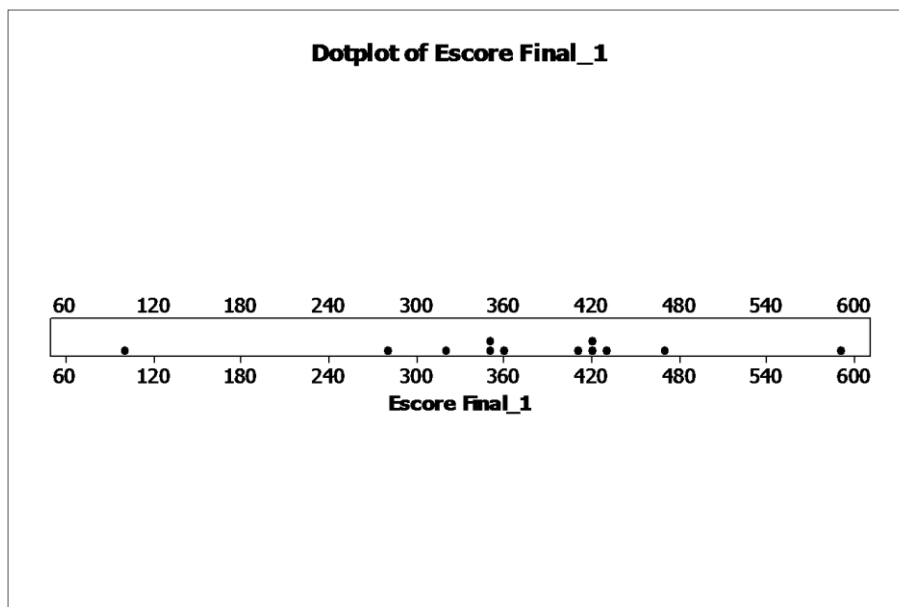
Figura 5.22. Critérios – Dimensão e forma da abertura predominante no andar térreo.



## 5.8. CALIBRAÇÃO DA PLANILHA P4E COM O MINITAB 15

Após a elaboração da Planilha P4E, a mesma foi testada inserindo os dados das dez edificações analisadas pelo RTQ-C. Isso possibilitou realizar análises comparativas de desempenho dos subníveis e do escore final das edificações. Contudo, era necessário estabelecer níveis de desempenho dos escores finais, de forma que houvesse degraus de desempenho.

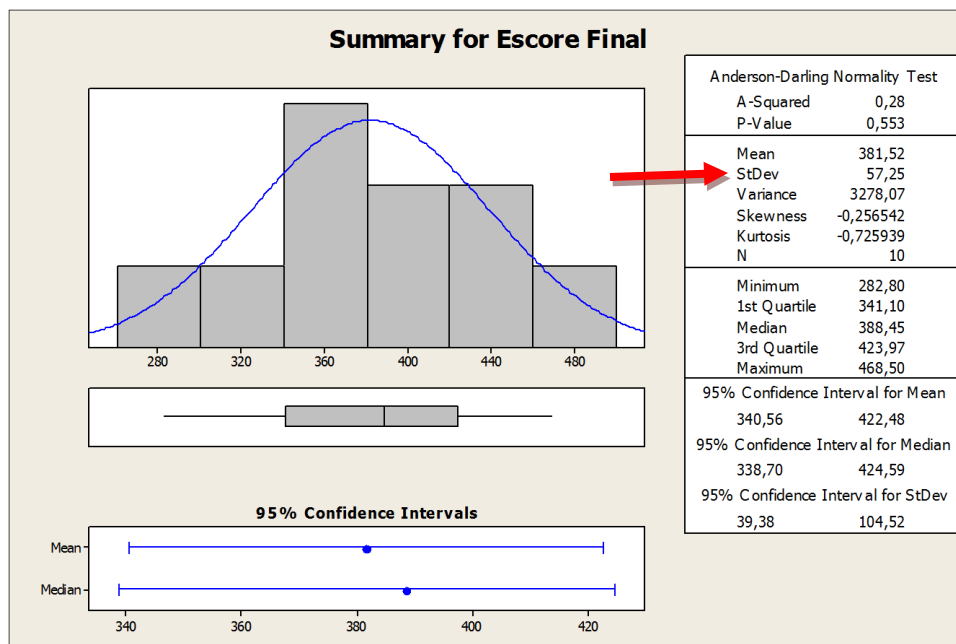
Para calibração do escore final foi utilizado o aplicativo Minitab 15<sup>18</sup>. Assim, mediante a inserção dos dados dos subníveis e do escore final no aplicativo Minitab 15, foi verificado que o escore final deveria ser escalonado de 60 a 600, sendo dividido em 9 níveis de 60 pontos (Figura 5.23).



**Figura 5.23.** Régua com os 9 níveis do escore final da Planilha P4E.

Com essa escala, tendo sido analisadas 10 edificações em um campo de amostra de 40 agências, existe uma confiança em 83,37% e desvio padrão de 57,25 pontos (Figura 5.24).

<sup>18</sup> Minitab15 – aplicativo estatístico para verificação de dados e planilhas. Disponível em: < <http://www.liderssoftwares.com.br/minitab>>. Acessado em: 20/05/2010.



**Figura 5.24.** Sumário do escore final da Planilha P4E (Fonte: Minitab 15).

De acordo com o escalonamento proposto pelo Minitab 15 havia uma distorção na Planilha P4E que deveria ser ajustada, ou seja, calibrada. Por exemplo: a edificação Taguatinga Sul avaliada como nível E pelo método prescritivo do RTQ-C não poderia estar em um mesmo patamar que outra avaliada como sendo Nível A.

Entretanto, a envoltória dessa edificação, apesar de ser considerada ruim pelo método do RTQ-C, após análises realizadas, verificou-se que existem qualidades que faz com que a mesma possa, com poucas alterações, vir a ser Nível A (vide Capítulo 6). Pode-se dizer assim, que ela esteja bem próxima do limite superior em seu nível estabelecido pela Planilha P4E. Isto demonstra que alguns aspectos, como o desempenho quanto à luz natural, não estão bem representados no método prescritivo do RTQ-C. Sendo assim, foram feitos ajustes na planilha de forma que os resultados do escore final pudessem ser avaliados pela régua com escala de 60 a 600 (vide Capítulo 5, Tabela 5.7). Com essa régua foi possível verificar que a agência Taguatinga Sul (escore final de 282,80 pontos) está situada no nível de 240 a 300 pontos e está perto do próximo nível (301 a 360 pontos), condizendo com as análises feitas, mediante o método prescritivo do RTQ-C. Nas Tabelas 5.14 e 5.15 são apresentados os valores dos subníveis e do escore final das 10 agências analisadas, respectivamente antes e depois dos ajustes.

**Tabela 5.14.** Resultados dos subníveis e do escore final das 10 agências – Planilha P4E.

Tabela comparativa – Resultados da Planilha P4E						
Agência	Desenho Urbano e Afastamentos	Geometria da forma	Fechamentos Opacos - Desempenho Térmico	Aberturas - Desempenho Térmico	Aberturas - Desempenho Luminoso	Escore Final
Melhor Prédio	130,0	120,0	116,3	89,0	131,8	587,10
Sobradinho	110,0	110,0	75,0	81,4	92,1	468,50
Setor Comercial Sul	100,0	100,0	76,0	75,2	77,8	429,00
Asa Sul 406	110,0	100,0	53,0	67,4	91,9	422,30
Taguatinga Norte	80,0	100,0	92,5	68,6	75,8	416,90
Asa Sul 516	110,0	100,0	68,0	54,8	79,8	412,60
Ceilândia Norte	80,00	80,00	74,5	65,2	64,6	364,30
Taguatinga CNB 12	110,0	50,0	116,3	41,4	34,7	352,40
UnB	120,0	70,0	53,0	59,0	47,6	349,60
Ceilândia Centro	110,0	60,0	64,0	51,8	61,8	347,60
Taguatinga Sul	80,0	50,0	75,0	53,6	48,2	306,80
Pior Prédio	20,0	40,0	10,0	38,0	4,5	132,40

**Tabela 5.15.** Resultados dos subníveis e do escore final das 10 agências, após ajustes.

Tabela comparativa – Resultados da Planilha P4E						
Agência	Desenho Urbano e Afastamentos	Geometria da forma	Fechamentos Opacos - Desempenho Térmico	Aberturas - Desempenho Térmico	Aberturas - Desempenho Luminoso	Escore Final
Melhor Prédio	130,0	120,0	116,3	89,0	131,8	587,10
Sobradinho	110,0	110,0	75,0	81,4	92,1	468,50
Setor Comercial Sul	100,0	100,0	76,0	75,2	77,8	429,00
Asa Sul 406	110,0	100,0	53,0	67,4	91,9	422,30
Taguatinga Norte	80,0	100,0	92,5	68,6	75,8	416,90
Asa Sul 516	110,0	100,0	68,0	54,8	79,8	412,60
Ceilândia Norte	80,00	80,00	74,5	65,2	64,6	364,30
Taguatinga CNB 12	110,0	50,0	116,3	41,4	34,7	352,40
UnB	120,0	70,0	53,0	59,0	47,6	349,60
Ceilândia Centro	110,0	60,0	64,0	51,8	61,8	347,60
Taguatinga Sul	80,0	50,0	75,0	29,6	48,2	282,80
Pior Prédio	20,0	40,0	10,0	2,0	4,5	96,40

### 5.9. PROPORÇÕES DOS PESOS DOS COMPONENTES DA PLANILHA P4E

A Planilha Final foi elaborada para que houvesse uma distribuição dos valores percentuais dos componentes, de forma equilibrada e que cada um contribuísse para um todo. Na Tabela 5.16 é apresentada os componentes e os percentuais que os mesmos têm em grau de importância no desempenho final da edificação avaliada.

**Tabela 5.16.** Componentes e seus respectivos valores percentuais em relação ao total.

Subnível	PESO (Total 100%)
Desenho Urbano e Afastamentos	22,14%
Geometria da Forma	20,44%
Fechamentos Opacos - Desempenho Térmico	19,81%
Aberturas - Desempenho Térmico	15,16%
Aberturas - Desempenho Luminoso	22,45%

### 5.10. INSERÇÃO DOS DADOS E GERAÇÃO DOS RESULTADOS DA PLANILHA P4E

Na Planilha P4E existem campos de entrada de valores numéricos e campos para escolha de uma opção *default*. Nela, há diversas “caixas” de mensagens esclarecendo qual o objetivo de cada indicador de desempenho e, também, orientando o usuário de como proceder na inserção dos dados.

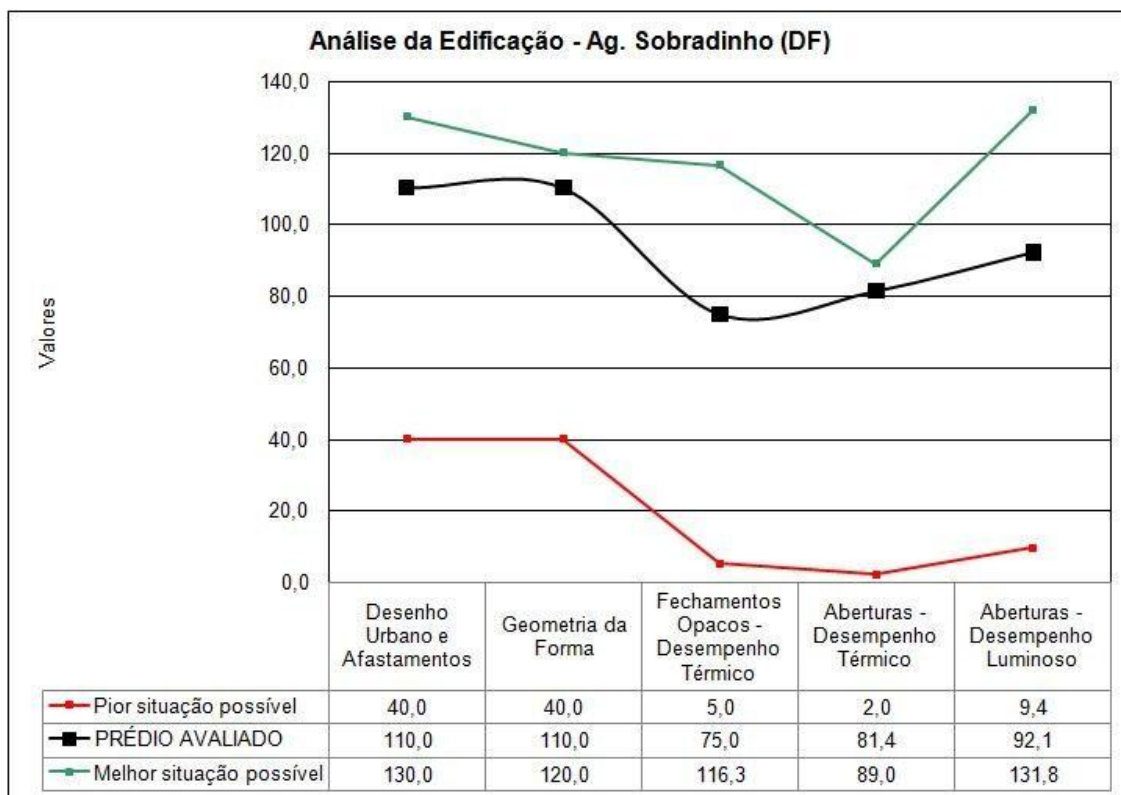
Como já dito anteriormente, alguns dados referentes ao edifício devem ser calculados previamente seguindo o método prescritivo do RTQ-C, como: área de projeção da edificação; área total da edificação; área de projeção da cobertura; transmitância térmica das paredes externas e cobertura; absorvância térmica das paredes externas e da cobertura; fator solar dos vidros e percentuais de área de abertura das fachadas.

Assim, após serem inseridos todos os dados e feitas às opções referentes ao edifício, a Planilha P4E gera dois gráficos que auxiliam o avaliador a realizar as devidas análises e as tomadas de decisão.

Como exemplo, no Gráfico 5.1 são apresentados todos os componentes de desempenho e seus respectivos valores numéricos que a edificação da agência de Sobradinho (DF) recebeu na avaliação pela Planilha P4E.

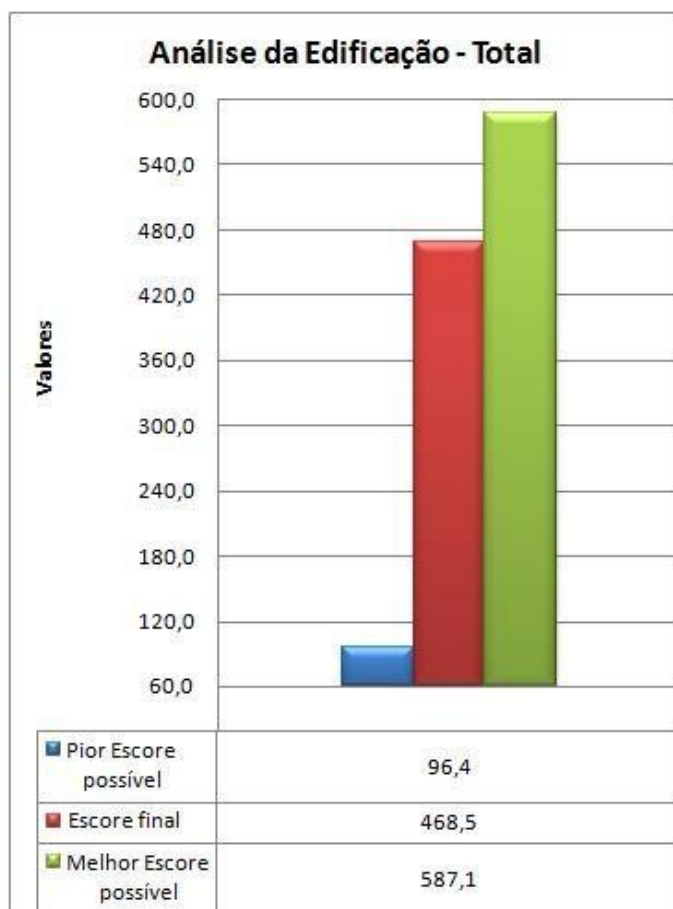
Também é possível fazer uma comparação dos valores em relação: a uma melhor situação e a uma pior situação de edifício comercial de até três pavimentos no Distrito Federal.

**Gráfico 5.1.** Planilha P4E – Gráfico I (avaliação da Ag. Sobradinho – DF).



No Gráfico 5.2 aparece o desempenho total (Escore) com a nota que a edificação de Sobradinho (DF) obteve na Planilha P4E. Com esse gráfico, também se pode comparar o escore final da edificação avaliada com uma melhor e uma pior situação de edifício comercial.

Lembrando que, esses valores não são baseados em nenhuma unidade métrica, ou seja, são valores adimensionais que servem apenas como critério comparativo do desempenho das edificações.

**Gráfico 5.2.** Planilha P4E – Gráfico II (avaliação da Ag. Sobradinho – DF).

## Capítulo 6

### RESULTADOS, ANÁLISES E VALIDAÇÃO DA PLANILHA P4E

Inicialmente este capítulo apresenta os resultados obtidos com o levantamento das características físicas da envoltória de 40 agências bancárias do Banco do Brasil no DF. Posteriormente apresenta os resultados obtidos com a aplicação do método prescritivo do RTQ-C em 10 edificações e a respectiva análise. Em terceiro o capítulo apresenta os resultados e as análises com as simulações computacionais com o *software* Relux. Por fim, são apresentados: a validação do método com a aplicação da Planilha P4E em 10 edificações de agências bancárias e os critérios para escolha de edificações comerciais no DF.

#### 6.1. OBTENÇÃO DOS DADOS DAS CARACTERÍSTICAS DA ENVOLTÓRIA DAS AGÊNCIAS BANCÁRIAS

A partir do levantamento fotográfico das fachadas das edificações (vide Apêndice C, pág. 164) e considerando-se as variáveis arquitetônicas, citadas no Capítulo 3, que interferem no nível de eficiência energética da envoltória de uma edificação, foi utilizado o Diagrama Morfológico (DM) proposto por Amorim (2007), apresentado no Capítulo 4. Assim, seguem algumas considerações sobre esta análise.

##### 6.1.1. Nível I – Espaço Urbano

O espaço urbano também pode ser determinante na orientação da fachada principal do edifício. Como uma das características do comércio é ter a abertura da sua fachada principal voltada para as vias principais, esse parâmetro tendo uma orientação solar prejudicial ao conforto térmico e a eficiência energética, acaba prejudicando-o pela grande carga térmica que essa fachada recebe ao longo do dia. No levantamento realizado nas 40 agências, foram obtidos os seguintes resultados nesse nível:

- 60 % das agências têm suas fachadas principais orientadas para Leste-Oeste (60,00%). Sendo: 50% para Leste e 50% para Oeste;

- 60% das edificações possuem material de baixa refletância;
- 74,29 % das edificações fachadas com baixa especularidade; e
- 54,17 % das edificações recebem grandes níveis de insolação, com ângulos de 60° a 90°.

### 6.1.2. Nível II – Edifício

Como já foi dito no Capítulo 4, as variáveis arquitetônicas exercem grande influência no nível de eficiência energética de uma envoltória. Sendo assim, com o levantamento, obteve-se os seguintes resultados:

- 90,0 % das edificações têm forma retangular e apenas 10% têm forma de planta quadrada;
- 55,0% das edificações têm até dois pavimentos e 45,0% têm acima de dois pavimentos;
- Com abertura superior a 50,0%: 50% das edificações com a fachada Leste e 40% delas com a Fachada Oeste;
- 92,50% das edificações têm suas fachadas não uniformes – com relação ao espaço urbano;

Em relação às aberturas zenitais, foi identificada que apenas as edificações com planta profunda faz uso do poço de luz. Sendo que apenas 4 edifícios (10%) utilizam desse recurso com a finalidade de obtenção da luz natural. Porém, somente os edifícios que tinham subsolo continham pequenos dutos de luz, mas com o principal objetivo de possibilitar a ventilação natural.

Em relação aos tipos de proteção solar externas nas fachadas, o levantamento apresentou o seguinte resultado:

- 57,40% das edificações adotam o beiral e marquises na Fachada Leste;
- 17,50% das fachadas das edificações não têm nenhuma proteção solar externa;
- Apenas 10,0% das agências utilizam brises em alguma fachada;
- 82,50% das agências adotam abertura única, fato que dificulta qualquer estratégia de ventilação cruzada dos ambientes internos.



### 6.1.3. Nível III - Agência

Esse nível, como já dito, foi acrescentado para que se pudesse realizar uma análise mais específica da envoltória da agência. Em alguns casos, a agência está instalada em uma loja comercial ou em uma edificação de uso misto, como por exemplo: agência Asa Norte 116 e Gama Leste, respectivamente.

Em relação aos itens levantados, foram encontrados os seguintes resultados:

- 90,0 % das edificações têm forma retangular e apenas 10% têm forma de planta quadrada, sendo resultado idêntico ao Nível II;
- Apenas 6 delas são térreas, ou seja 15,0% do total;
- 19 agências (47,50%) têm subsolo;
- 12 agências (30%) têm a Fachada Leste com o PAF entre 50% a 75%. Sendo que a agência Setor Comercial Sul e a Asa Sul 516 têm o maior PAFt = 44%;
- 32 agências (80%) foram consideradas que suas fachadas não são uniformes – com relação ao espaço urbano;
- 50% das agências (20) também têm uma grande quantidade de aberturas protegidas com beirais e marquises;
- 85,0% (34) delas adotam a abertura única;

Entretanto, nesse Nível III (Agência) há uma variação em relação aos tipos de proteção externa, comparando-se ao edifício (Nível II). Apesar de alguns edifícios terem beirais que protegem as aberturas, nas agências há também uma marquise (com pé-direito até 3m de altura) protegendo a fachada principal. Principalmente, protegendo o pórtico de entrada para a Sala de Auto-Atendimento (SAA). Em relação às aberturas zenitais, houve apenas uma agência com esse dispositivo projetado para atender a iluminação natural. A exceção foi à agência Taguatinga Norte (QNE 17), que além de ter abertura zenital na cobertura (domus de vidro), também faz uso do poço de luz (pergolado) na fachada Sul.

Quanto aos mecanismos de ventilação natural, foi verificado que somente àquelas agências que estão instaladas com pavimentos superiores e subsolo detém condições de se utilizar o recurso das aberturas para a ventilação natural com

eficiência. Porém apenas 52,50% delas (21 do total de 40) podem fazer uso da ventilação cruzada.

#### **6.1.4. Nível IV – Ambiente Interno – Sala de Auto-Atendimento (SAA)**

Em relação ao ambiente interno da agência, somente a SAA foi analisada mediante o Diagrama Morfológico, devido à facilidade de acesso (24h por dia e sete dias por semana) e também pelo fato de ser um ambiente que contém, em grande parte das agências, a área de maior abertura da envoltória.

Sendo assim, foram encontrados os seguintes resultados desse espaço:

- 57,50% (23 SAA's) apresentam abertura unilateral;
- 20,0% (8 SAA's) apresentam abertura adjacentes;
- 22,50% (9 SAA's) apresentam abertura bilateral;

No caso das SAA's, sendo a porta e as janelas em vidro temperado, suas aberturas são apenas para o acesso à agência e para a iluminação natural. Portanto, não havendo aberturas para ventilação natural por medida de segurança bancária.

Em relação à posição do coletor de luz, o levantamento detectou que há 100% de ocorrência do tipo de parede aberta, ou seja, abertura que compreende todo o vão do pé-direito. Sendo assim, em quase totalidade das agências analisadas ocorrem as seguintes características: a dimensão lateral acima de 30% da abertura e o formato do coletor de luz como sendo janela vertical. Como exceção, foi encontrada a cortina de vidro como forma de coletor de luz na Agência Asa Norte 504. Quanto à orientação solar da fachada principal da SAA, o levantamento detectou o seguinte:

- 47,50% (19 SAA's) têm orientação solar que prejudica o seu desempenho térmico. Ou seja, tem orientação predominante para Leste, Nordeste, Oeste e Noroeste;
- 20,0% (8 SAA's) têm orientação para Oeste;

Esses valores são considerados altos, pelo fato de ser uma fachada que contém altos percentuais área de abertura e que normalmente tem apenas uma marquise, com o pé-direito de 3m de altura, como proteção solar. Com raras exceções, têm-se brises protegendo as aberturas das fachadas das Salas de Auto-Atendimento, mas com a finalidade de coibir a visão exterior do ambiente interno.

## 6.2. APLICAÇÃO DO RTQ-C NAS 10 AGÊNCIAS BANCÁRIAS

Foi aplicado o método prescritivo do RTQ-C, com o objetivo de se avaliar em que nível de eficiência energética se encontra a envoltória das 10 edificações das agências bancárias. Foi seguido o modelo e a fórmula para calcular edificações na Zona Bioclimática nº 4, Brasília (vide Capítulo 4). Mediante os cálculos, chegou-se aos seguintes resultados para as edificações analisadas (Tabela 6.1):

**Tabela 6.1.** Níveis de eficiência energética das 10 agências bancárias.

Agências	Fórmula RTQ-C	Paredes $U < 3,70 \text{ W/m}^2\text{K}$	Cobertura $U < 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$	Nível
Asa Sul 406	A	2,65	1,18	B
Asa Sul 516	A	2,00	1,12	B
Ceilândia Centro	A	1,9	0,62	A
Ceilândia Norte	A	1,89	1,19	B
SCS	A	2,63	0,68	A
Sobradinho	A	2,35	0,97	A
Taguatinga CNB 12	A	1,98	0,63	A
Taguatinga Norte	A	2,24	0,78	A
Taguatinga Sul	E	2,08	0,68	E
UnB	A	2,90	1,05	B

Os resultados encontrados demonstram que as agências bancárias do Banco do Brasil têm excelente nível de eficiência energética, sendo que:

- Pela fórmula – 90% têm Nível A e somente a envoltória do edifício da agência Taguatinga Sul obteve Nível E;
- Pelo pré-requisito da transmitância térmica das paredes ( $U < 3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), 100% obtiveram Nível A;
- Pelo pré-requisito da transmitância térmica da cobertura ( $U < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), 60% obtiveram Nível A e 40% não atenderam o pré-requisito, por isso foram rebaixadas para Nível B.

O rebaixamento das quatro edificações das agências ocorreu, basicamente, porque nos pavimentos em contato com a cobertura não têm forros. Havendo mais um

colchão de ar, diminuiria assim o valor da transmitância térmica e cumpriria o pré-requisito.

Em três dessas quatro edificações, o fator “pé-direito” desse último pavimento foi determinante para que não houvesse algum tipo de forro com isolamento térmico. A baixa altura do pé-direito inviabilizou a utilização desse recurso. Aumentar a resistência térmica dos materiais construtivos da cobertura seria uma alternativa viável para o problema.

Na Tabela 6.2 podem ser vistos os dados das envoltórias das 10 edificações analisadas, como: Área de projeção da cobertura (Apcob); Área de projeção da edificação (Ape); Área útil total (Atot); Área da envoltória (Aenv); ângulo vertical de sombreamento (AVS); ângulo horizontal de sombreamento (AHS); Percentual de área da abertura total das fachadas (PAFt); Volume total da edificação (Vtot); Fato Solar dos vidros (FS); Fator Forma (FF); Fator Altura (FA) e Índice de Consumo da edificação – IC.

**Tabela 6.2.** Dados das envoltórias das 10 edificações de agência bancária – Metodologia do RTQ-C. (INMETRO, 2009).

Agências	Apcob (m <sup>2</sup> )	Ape (m <sup>2</sup> )	Atot (m <sup>2</sup> )	Aenv (m <sup>2</sup> )	AVS (°)	AHS (°)	PAFt (%)	Vtot (m <sup>3</sup> )	FS (%)	IC	FF	FA
Asa Sul 406	389,7	389,7	779,41	1029,0	40,8	0,4	0,47	2209,83	0,79	105,45	0,47	0,50
Asa Sul 516	400,1	298,1	894,54	1168,5	8,4	1,7	0,44	2654,14	0,82	118,15	0,44	0,45
Ceilândia Centro	625,0	625,0	1250,00	1438,2	20,7	0,5	0,09	5193,75	0,78	249,44	0,28	0,50
Ceilândia Norte	450,7	425,5	1276,56	1280,6	6,3	1,6	0,16	4159,98	0,67	140,20	0,31	0,35
SCS	313,6	314,4	943,25	898,7	11,2	12,4	0,79	3302,26	0,81	150,09	0,27	0,33
Sobradinho	366,3	354,7	1064,32	1326,2	16,2	30,1	0,20	4315,70	0,74	134,46	0,31	0,34
Taguatinga CNB	745,0	745,0	745,00	1305,9	38,7	31,4	0,23	3757,28	0,76	440,58	0,35	0,93
Taguatinga Norte	505,8	369,3	1307,17	1358,4	9,1	31,2	0,29	4705,78	0,81	146,41	0,29	0,39
Taguatinga Sul	956,6	957,7	956,67	2243,8	23,3	1,2	0,55	3826,68	0,77	539,61	0,59	1,00
UnB	414,2	414,2	414,20	816,8	38,9	21,7	0,24	1967,45	0,81	150,37	0,42	1,00

Com os dados levantados, pode-se verificar que o percentual de aberturas combinado à orientação solar na fachada principal de uma agência exerce grande influência no nível de desempenho no RTQ-C. A agência Taguatinga Sul, apesar de ter uma PAFt de 4% (Tabela 6.3), foi prejudicada na avaliação pelo fato do PAFo

(Fachada Oeste) ser 20% superior ao PAF<sub>t</sub>. Assim, foi adotado como FAT<sub>t</sub> o PAF da Fachada Oeste, ou seja, com 55% de abertura.

**Tabela 6.3.** Percentuais de Abertura por Fachada (PAF) das 10 agências.

Agências	PAF <sub>N</sub> (%)	PAF <sub>L</sub> (%)	PAF <sub>S</sub> (%)	PAF <sub>O</sub> (%)	PAF <sub>t</sub> (%)	PAF adotado	
Asa Sul 406	0,03	0,54	0	0,47	0,25	FAFo	0,47
Asa Sul 516	0,65	0	0,42	0,44	0,44	FAFo	0,44
Ceilândia Centro	0,08	0,02	0,11	0,06	0,09	PAF <sub>t</sub>	0,09
Ceilândia Norte	0,1	0	0,72	0	0,16	PAF <sub>t</sub>	0,16
SCS	0,61	0,69	0,6	0,79	0,44	FAFo	0,79
Sobradinho	0,36	0,01	0,38	0,14	0,2	PAF <sub>t</sub>	0,2
Taguatinga CNB 12	0	0,47	0	0,23	0,06	FAFo	0,23
Taguatinga Norte	0,05	0,24	0,43	0,29	0,16	FAFo	0,29
Taguatinga Sul	0,07	0,02	0,19	0,55	0,04	FAFo	0,55
UnB	0,42	0,47	0,12	0,24	0,16	FAFo	0,24

**Legenda:** PAF – Percentual de Abertura da Fachada, sendo: PAF<sub>N</sub> – Norte; PAF<sub>L</sub> – Leste; PAF<sub>S</sub> – Sul; PAF<sub>O</sub> – Oeste; PAF<sub>T</sub> – Total.

Na Tabela 6.4 são mostrados os valores de absorvância das paredes externas e da cobertura.

**Tabela 6.4.** Valores de absorvância térmica das edificações.

Agências	Absorvância Paredes $\alpha < 0,40$	Absorvância Cobertura $\alpha < 0,40$
Ag. Asa Sul 406	0,31	0,30
Ag. Asa Sul 516	0,39	0,32
Ag. Ceilândia Centro	0,38	0,40
Ag. Ceilândia Norte	0,29	0,39
Ag. SCS	0,22	0,30
Ag. Sobradinho	0,30	0,36
Ag. Taguatinga CNB 12	0,39	0,31
Ag. Taguatinga Norte	0,31	0,31
Ag. Taguatinga Sul	0,20	0,35
Ag. UnB	0,38	0,30

Caso a SAA ou a fachada principal da agência Taguatinga Sul tivesse outra orientação solar, poderia ter sido adotado o PAF<sub>t</sub> de 0,04. Assim, a envoltória da edificação seria avaliada como Nível A. Com esses dados, pôde-se também verificar

que somente a envoltória da edificação da agência Ceilândia Centro não atingiu o pré-requisito da absorvância térmica da cobertura que é  $\alpha < 0,40$ .

Outras análises podem ser feitas:

- Predominância de edificações com  $A_{pe} \leq 500 \text{ m}^2$  (70%);
- Predominância do Fator Forma  $\leq 0,35$  (90%). Significando que a maioria das edificações tem uma relação  $A_{env} / V_{tot} = 1/3$ ;
- Predominância do Fator Altura  $\leq 0,35$  (60%). Significando que a maioria das edificações tem uma relação  $A_{pcob} / A_{tot} = 1/3$ ;
- Fator Solar predominante nos vidros das envoltórias foi  $FS \geq 0,74$ , Sendo a agência Ceilândia Norte com o menor FS, 0,67. Fato justificado por ter a Fachada Sul com vidros verdes ( $FS = 0,60$ ) compreendendo 68,83% do PAFt;
- 80% das edificações têm  $PAFt \leq 25\%$  e 20% delas têm  $PAFt \leq 50\%$ . Sendo, o menor PAFt (4%) da agência Taguatinga Sul e o maior PAFt (44%) das agências Asa Sul 516 e Setor Comercial Sul;
- 50% das edificações têm um  $AVS \geq 20^\circ$ , fato ocorrido pela predominância na utilização de marquises;
- 50% das edificações têm um  $AHS \leq 2^\circ$ , fato ocorrido pela diminuição na utilização dos brises horizontais nas edificações das agências bancárias. Sendo, que apenas 20% das edificações analisadas faz uso desse dispositivo de proteção externa. No RTQ-C, os AHS's são calculados incluindo outras barreiras verticais, como: edificações próximas e muros. Por isso 30% delas tiveram  $AHS \geq 20^\circ$ .

### 6.3. RESULTADOS COM AS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

As simulações tinham como principal objetivo aprofundar as análises quanto à iluminação natural e comparar seus resultados com os resultados apresentados no Subnível – Aberturas (Desempenho Luminoso) da Planilha P4E. Assim, seria possível verificar se os resultados obtidos na metodologia proposta eram confiáveis.

Como já foi dito (Capítulo 5), não foram realizadas simulações dos subsolos das edificações. Assim, foram verificadas as médias dos níveis de iluminância, médio e máximo, dos demais pavimentos.

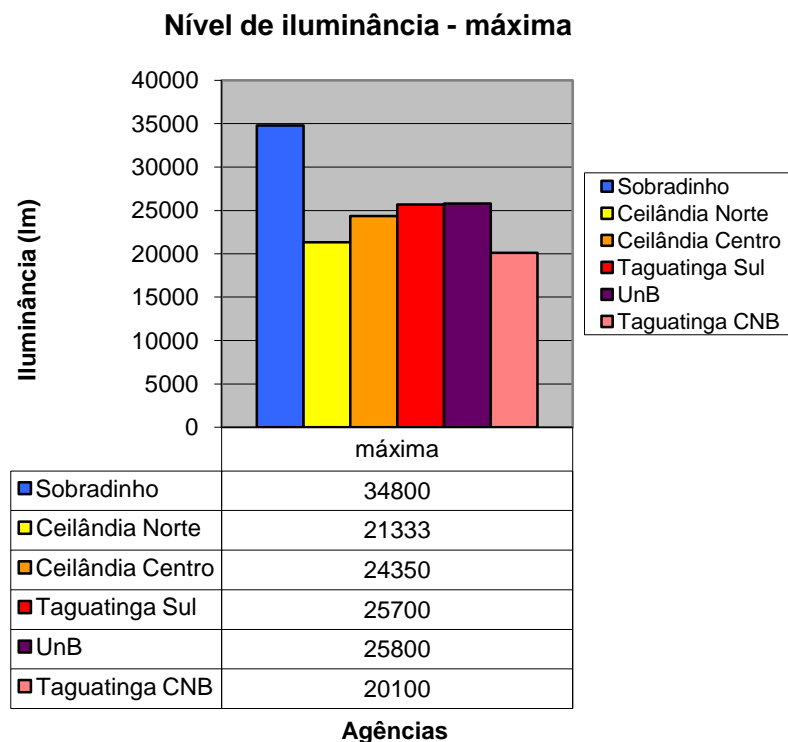
Nos levantamentos dos dados das características físicas das edificações bancárias foi verificado que nas edificações com mais de um pavimento, há uma tendência das SAA's serem instaladas ocupando todo o térreo, como, por exemplo: na agência Sobradinho e na Setor Comercial Sul. Mas ainda existem edificações que ainda não foram reformadas com esse intuito, tais como: a agência Ceilândia Norte e a Ceilândia Centro. Sendo assim, foram realizadas comparações incluindo ou não o pavimento térreo das edificações com pavimentos superiores.

No total foram realizadas simulações computacionais para aferir os níveis de iluminância de seis edificações de agências bancárias do Banco do Brasil. As seis edificações têm as seguintes composições: a) agência Ceilândia Norte (térreo e dois pavimentos superiores); b) agência Ceilândia Centro (térreo e um pavimento superior); c) agência Sobradinho (subsolo, térreo e dois pavimentos superiores); d) agência Taguatinga Sul – CS 3 (térreo); e) agência Taguatinga CNB (térreo) e f) agência Universidade de Brasília (subsolo e térreo).

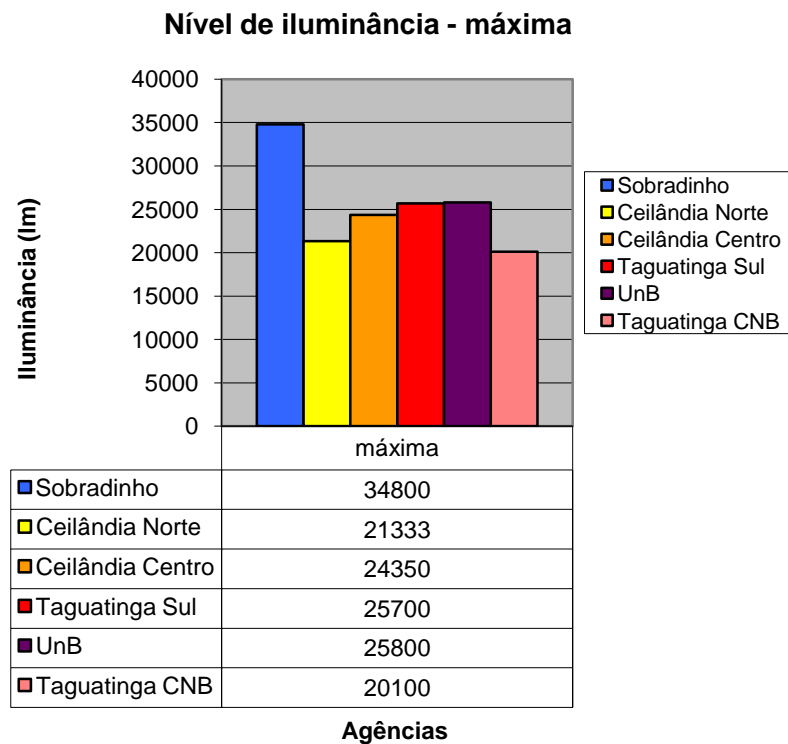
Na NBR 5413 há recomendação para níveis mínimos de iluminância em alguns ambientes de trabalho para a função bancária. Comparando-se os níveis médios encontrados nas simulações e os recomendados pela norma (mínimo de 300 lux), pode-se dizer que algumas edificações obtiveram índice abaixo do recomendado, sendo as agências: Ceilândia Centro; Taguatinga Sul; Universidade de Brasília e Taguatinga CNB. Essas edificações necessitam compensação com a luz artificial para melhoria do conforto luminoso em seus ambientes internos.

Nos Gráficos 6.1 a 6.4 são apresentados os níveis de iluminância, máximos e médios, encontrados nas seis edificações analisadas, com e sem a inclusão do pavimento térreo das edificações com pavimentos superiores. Esses valores são referentes às: médias dos valores máximos com céu claro (22 de junho) e as médias dos valores médios com céu encoberto (24 de setembro e 22 de dezembro).

**Gráfico 6.1.** Desempenho luminoso, níveis máximos de iluminância (com o térreo).

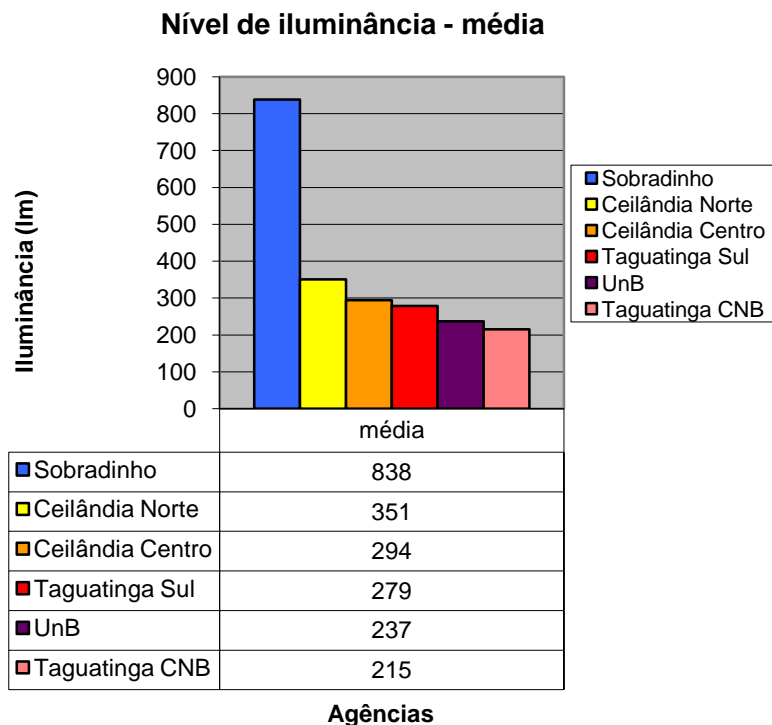


**Gráfico 6.2.** Desempenho luminoso, níveis máximos de iluminância (sem o térreo).

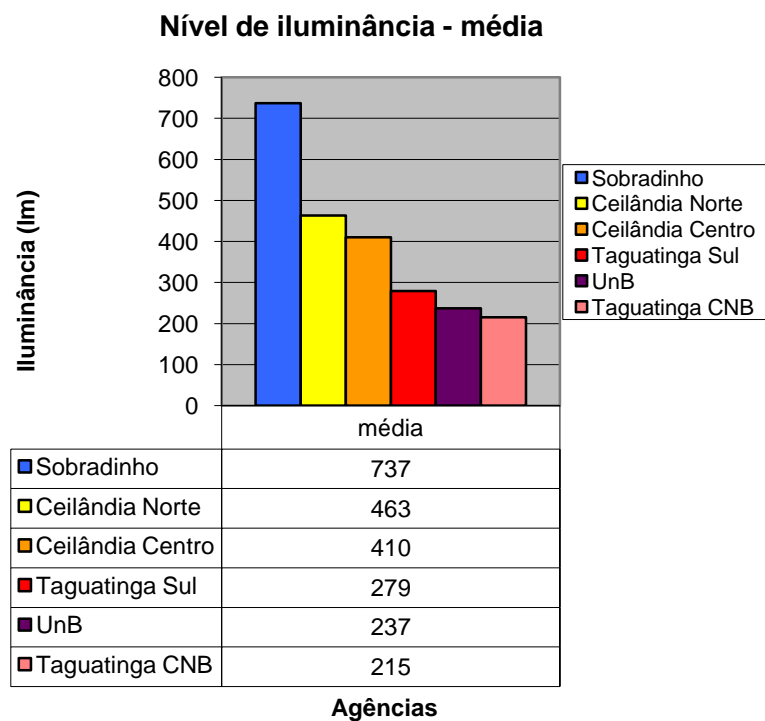




**Gráfico 6.3.** Desempenho luminoso, níveis médios de iluminância (com o térreo).

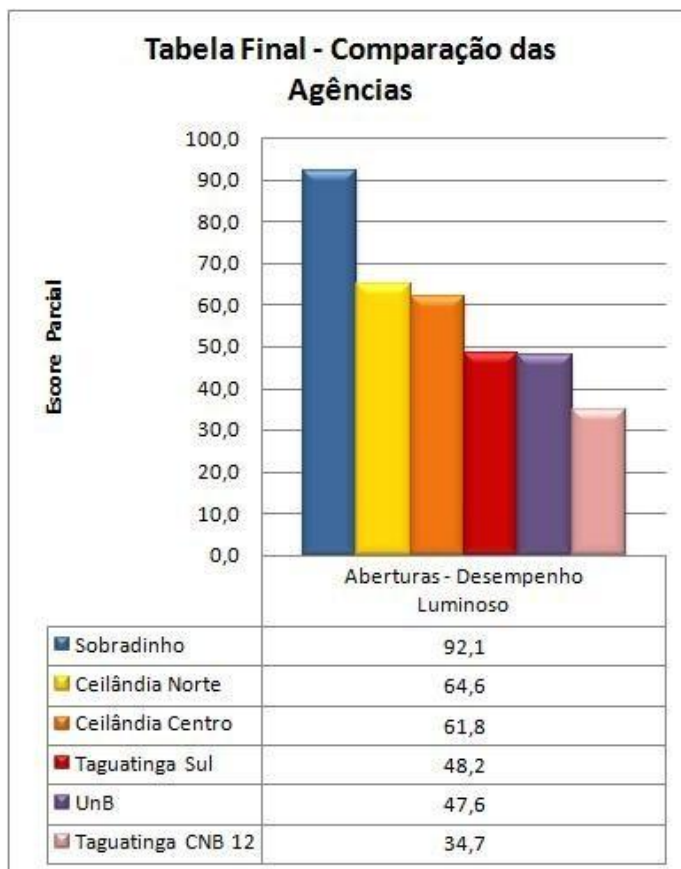


**Gráfico 6.4.** Desempenho luminoso, níveis médios de iluminância (sem o térreo).



Comparando-se os Gráficos 6.3 e 6.4, apresentados acima, e o Gráfico 6.5 que é referente ao Subnível – Desempenho Luminoso da Planilha P4E, pode-se verificar que a ordem de classificação das agências coincide para os níveis médios de iluminância.

**Gráfico 6.5.** Aberturas – Desempenho luminoso das edificações – Planilha P4E.



Com as simulações realizadas, chegou-se aos seguintes dados:

- Não houve alterações nas ordens de classificação das agências, comparando-se os dados conseguidos por simulação computacional (níveis médios de iluminância) e os dados obtidos mediante a Planilha P4E;
- O Subnível “Aberturas – Desempenho Luminoso” da Planilha P4E pode ser utilizado apenas para aferir ordens de grandeza para níveis médios de iluminância. Tomando-se como base, um melhor e um pior caso possível;
- A agência Sobradinho teve o melhor desempenho luminoso nas duas formas analisadas. Enquanto a agência Taguatinga CNB 12, obteve o pior desempenho;

- Em relação aos níveis máximos de iluminância, os resultados demonstram que incluindo o térreo na análise da agência de Sobradinho há um aumento da sua média. Enquanto, que isso ocorre o inverso com a agência Ceilândia Centro;
- Foram inconclusivos os resultados obtidos com as simulações em relação aos níveis de uniformidade luminosa dos ambientes internos.

#### 6.4. APLICAÇÃO DA PLANILHA P4E E RESULTADOS

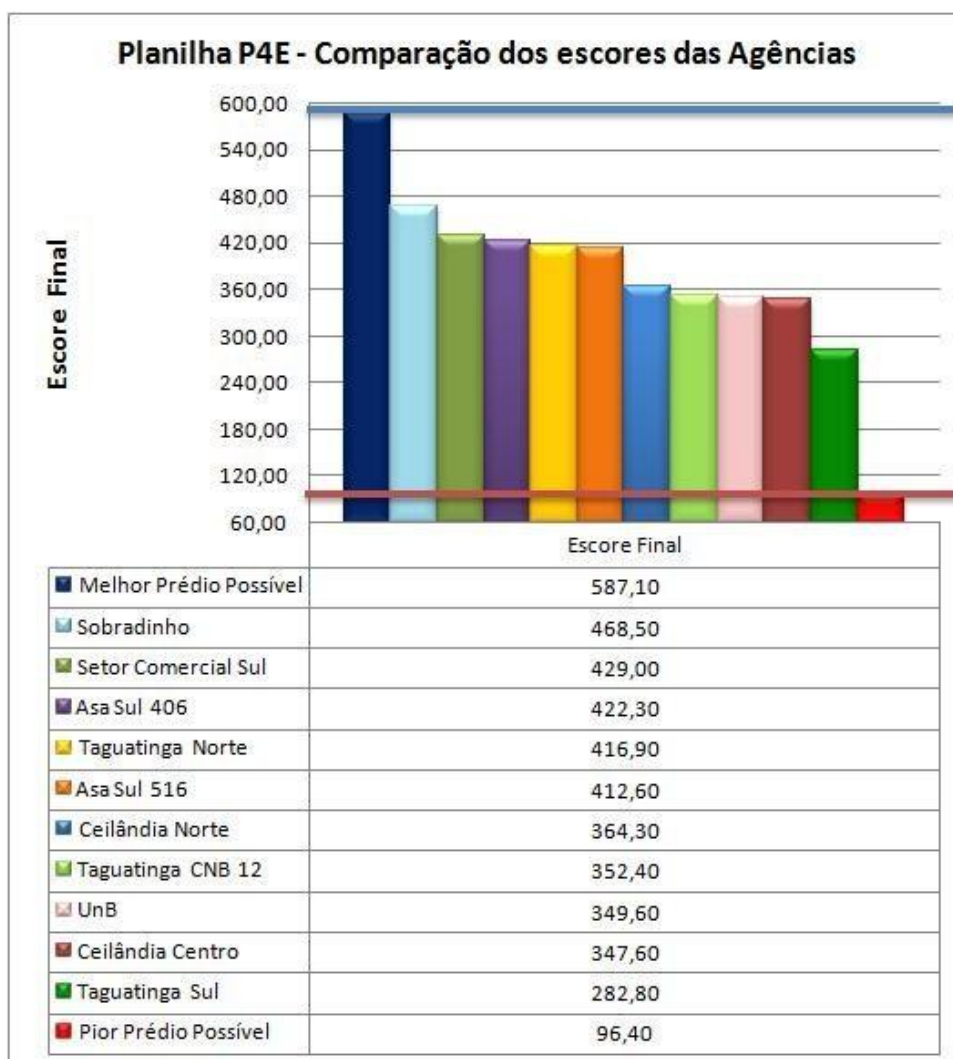
Foram inseridos os dados referentes às 10 agências analisadas pelo método prescritivo do RTQ-C na Planilha P4E. Com esses dados foi possível realizar uma classificação da envoltória das edificações, mediante os resultados obtidos. Na Tabela 6.5 são apresentados os resultados parciais e o escore final que as edificações obtiveram nos subníveis e no escore final da planilha.

**Tabela 6.5.** Resultados dos subníveis e escore final – Planilha P4E.

Tabela comparativa – Resultados da Planilha P4E						
Agência	Desenho Urbano e Afastamentos	Geometria da forma	Fechamentos Opacos - Desempenho Térmico	Aberturas - Desempenho Térmico	Aberturas - Desempenho Luminoso	Escore Final
Melhor Prédio	130,0	120,0	116,3	89,0	131,8	587,10
Sobradinho	110,0	110,0	75,0	81,4	92,1	468,50
Setor Comercial Sul	100,0	100,0	76,0	75,2	77,8	429,00
Asa Sul 406	110,0	100,0	53,0	67,4	91,9	422,30
Taguatinga Norte	80,0	100,0	92,5	68,6	75,8	416,90
Asa Sul 516	110,0	100,0	68,0	54,8	79,8	412,60
Ceilândia Norte	80,00	80,00	74,5	65,2	64,6	364,30
Taguatinga CNB 12	110,0	50,0	116,3	41,4	34,7	352,40
UnB	120,0	70,0	53,0	59,0	47,6	349,60
Ceilândia Centro	110,0	60,0	64,0	51,8	61,8	347,60
Taguatinga Sul	80,0	50,0	75,0	29,6	48,2	282,80
Pior Prédio	20,0	40,0	10,0	2,0	4,5	96,40

No Gráfico 6.6 são apresentados os escores finais da envoltória das edificações. Pode-se com esse gráfico, também, fazer uma comparação de cada edificação com o escore máximo possível (melhor edifício, linha azul escuro) e o mínimo desejável (pior edifício, linha vermelha).

**Gráfico 6.6.** Planilha P4E – escores finais das edificações das agências bancárias.



Com a aplicação dos dados na Planilha P4E foi possível realizar uma comparação entre as envoltórias das edificações e levantar os seguintes resultados:

- A melhor edificação analisada é a Agência Sobradinho, com o escore final de 468,50 pontos;

- A pior edificação analisada é a Taguatinga Sul, com o escore final de 282,80 o que confirma o resultado obtido com o método prescritivo do RTQ-C;
- As piores edificações em relação ao Componente Desenho Urbano e Afastamentos:
  - Ceilândia Norte (80,0 pontos) – tem poucos afastamentos laterais prejudicando o conforto luminoso;
  - Taguatinga Norte (80,0 pontos) – tem orientação predominante Leste-Oeste e também poucos afastamentos laterais;
  - Taguatinga Sul (80,0 pontos) – tem orientação predominante Leste-Oeste e também poucos afastamentos laterais.
- Em relação à Geometria da Forma:
  - Melhor edificação foi a de Sobradinho (110,0 pontos), porque têm três pavimentos, sendo: um subsolo; um térreo e dois pavimentos superiores;
  - As piores edificações foram as que são apenas térreas: Taguatinga Sul (40,0 pontos) e Taguatinga CNB 12 (40,0 pontos). Porque ambas têm o Fator Altura igual a 1,0;
- Em relação ao Desempenho Térmico das paredes:
  - Melhor edificação foi o antigo edifício da agência Taguatinga CNB 12 (116,3 pontos) – porque é térrea e têm duas fachadas (comprimento) em contato com outras edificações, portanto menor área exposta;
  - As piores foram Asa Sul 406 e UnB, com 53 pontos: porque ambas têm todas as fachadas expostas e não cumpriram o pré-requisito da cobertura ( $U < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ );
- Em relação ao Desempenho Térmico das Aberturas:
  - A melhor edificação foi a Sobradinho (81,4 pontos), pois tem orientação Norte-Sul nas maiores fachadas, além das várias proteções externas: brises verticais (Fachada Norte) e mistos

(Fachadas Leste e Oeste); marquise (Fachada Oeste) e beirais (Fachada Sul);

- A pior edificação foi a Taguatinga Sul (29,6 pontos) que tem a fachada principal para Oeste e apenas marquise para protegê-la. As demais fachadas não têm proteções externas;

- Para o Desempenho Luminoso:
  - A melhor edificação foi a agência Sobradinho (92,1 pontos) porque tem janelas horizontais nos pavimentos superiores com orientação solar predominante para Norte-Sul, tendo assim aberturas bilaterais. Também têm proteções solares externas;
  - A pior edificação foi a agência Taguatinga CNB 12 (34,7 pontos) porque têm as aberturas somente nas fachadas Leste e Oeste (menor comprimento de uma planta retangular de 27,50 m x 20 m). E também por ter planta profunda faz com que seja baixo o nível de iluminância.
- A Agência Taguatinga CNB 12 foi considerada a melhor edificação com Desempenho Térmico dos Fechamentos Opacos (116,3 pontos), mas também foi a pior no Desempenho Luminoso das Aberturas (34,7 pontos). Com isso, pode-se dizer que uma envoltória apesar de ser Nível “A” pelo RTQ-C pode ter um desempenho luminoso inferior ao ideal, comprometendo assim o conforto luminoso e necessitando de uma maior compensação com a iluminação artificial.

## **6.5. CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS NO DISTRITO FEDERAL**

Os critérios, a seguir, foram estabelecidos para escolha de edificações comerciais de até quatro pavimentos, levando-se em consideração as características predominantes da tipologia arquitetônica de agência bancária do Banco do Brasil no DF e os pré-requisitos do RTQ-C para Zona Bioclimática 4 (INMETRO, 2009). Também

foram considerados os resultados encontrados com o Diagrama Morfológico e com as simulações computacionais com o *software* Relux.

#### I. Fachada Principal

- Deve-se evitar orientação para oeste. Caso seja inevitável, a Sala de Auto-Atendimento (SAA) deverá ter maior abertura para orientação: Sul; Sudeste; Norte ou Nordeste;
- A fachada com o portal da SAA deve ser para orientação do Quadrante Sul (135° a 225°);

#### II. Posição do lote na quadra e afastamentos

- O lote deve estar isolado no terreno possibilitando uma maior variedade de solução para as aberturas e conseqüentemente um melhor aproveitamento da luz natural;
- O afastamento da Fachada Principal deve ter no mínimo 7,50 m;
- As demais fachadas deve ter o mínimo de 1,50 m de afastamento do lote vizinho possibilitando a instalação de janelas;

#### III. Planta da edificação e orientação solar

- Escolher preferencialmente com planta retangular;
- As maiores fachadas devem ser para orientação Norte-Sul;
- A largura da edificação preferencialmente deve ser  $\leq$  a 13,0 m quando as aberturas estiverem nas maiores fachadas.

#### IV. Volumetria da edificação

- Preferencialmente deve-se escolher edificação com dois ou mais pavimentos acima do solo;
- Caso seja inevitável uma edificação térrea, deve-se preocupar com os seguintes fatores:
  - A Fachada Principal não deve ser do Quadrante Oeste (226° a 315°);

- O Percentual de Área de Abertura na Fachada Oeste (PAFo) deve ser igual ou inferior ao Percentual de Área de Abertura na Fachada total (PAFt);

#### V. Paredes externas e cobertura (composição)

- As paredes externas devem ter  $U < 3,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ , tendo como espessura mínima 15 cm, por exemplo: tijolo cerâmico maciço com reboco em ambos os lados. Devem ter cores claras nas superfícies externas (absortância  $\alpha < 0,40$ );
- A cobertura deve ter  $U < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  e sua superfície externa deve ter cor clara (absortância  $< 0,40$ ), tendo no mínimo as seguintes camadas:
  - telha de fibrocimento pintada de branco;
  - impermeabilização da laje e camada de argamassa;
  - laje de concreto (mínimo de 12 cm);
  - forro de gesso ou outro material isolante. Evitar forro vazado;
 Observação: o pé-direito do pavimento próximo a cobertura deve ser maior ou igual a 2,50 m (já incluso o forro);

#### VI. Percentual de Área de Abertura das Fachadas (PAF)

- Quando as aberturas da edificação não tiverem proteção externa, o PAFt deve ser inferior a 25%;
- Quando houver proteção externa nas aberturas o PAFt deve ser inferior a 50%;
- O PAFo deve ser igual ou menor ao PAFt;
- Quando a SAA tiver abertura única, deve-se utilizar a metodologia de cálculo de Área Ideal de Janela (AIJ) proposto por Ghisi et al (2007, p. 81-93);

#### VII. Proteção externa nas aberturas

- Evitar marquise para a fachada Oeste e Leste. Utilizar brises ou outro tipo de proteção externa. Utilizar marquise somente para a fachada Norte;



- Fazer uso de brises (verticais; horizontais e mistos) fixos e/ou móveis para as fachadas Leste, Nordeste, Norte, Noroeste e Oeste;
- Fazer uso de brises verticais para Sudoeste e Sudeste;
- Para a Fachada Sul utilizar grandes beirais (até 1,50 m de largura);

#### VIII. Tipo de janela na edificação

- Utilizar aberturas do tipo “cortina de vidro” somente na fachada principal onde está o portal de entrada da Sala de Auto-Atendimento (SAA). Atrás dos Terminais de Auto-Atendimento (TAA) as aberturas devem ser acima de 1,70 m. Havendo na sala outras paredes com abertura, essas devem ser acima de 75 cm;
- As aberturas para ambiente de trabalho devem ter janelas preferencialmente horizontais e em lados opostos, podendo ser de mesma altura ou alturas diferentes, como: altura média e alta (0,75 m a 2,50 m) e alta (acima 1,70 m);
- Evitar a solução de cortina de vidro para os ambientes de trabalho no pavimento térreo, caso não esteja prevista a existência de proteção solar externa nessas aberturas.

## Capítulo 7

### CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

#### 7.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão bibliográfica inicial, verificou-se que durante muitos anos a envoltória das edificações bancárias tinha proteções externas nas aberturas em decorrência da forte influência do Movimento Moderno, tais como: brises-soleil, marquises e beirais. Atualmente, apesar de haver uma tendência das agências em seguir os traços desse movimento, confirmando o estudo realizado por Höfliger (2005), existem poucas edificações no Distrito Federal que utilizam os brises como dispositivo de controle da luz natural e da radiação solar.

Com o levantamento histórico da envoltória das agências bancárias do Banco do Brasil no país foi possível apontar em que momento dessa evolução se iniciaram as fachadas de vidro, bem como, quais foram os motivos que levaram à inclusão das Salas de Auto-Atendimento – SAA nas agências (PEDREIRA; AMORIM, 2009). Essas salas, com suas fachadas envidraçadas, sendo desde 1995 um fator determinante na escolha de uma edificação para a instalação de uma agência bancária, acabam afetando diretamente no nível de eficiência energética da envoltória da edificação, como acontece com a Agência Taguatinga Sul.

Através da pesquisa de campo, pôde-se averiguar quais são as características predominantes na envoltória das agências. Com a utilização do Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007) foi possível detectar problemas existentes nas edificações, como: alto percentual de aberturas nas fachadas; predominância da fachada principal para orientações solar que recebem maior carga térmica – Leste e Oeste e inexistência de dispositivos de controle solar externo nas fachadas. Esses dados obtidos contribuíram para a elaboração dos parâmetros na composição da Planilha P4E.

Em duas agências (Sobradinho e Setor Comercial Sul) foi verificado que há uma tendência de ampliação das SAA's em relação à área total da agência nas edificações

com pavimentos superiores. Caso isso ocorra nas demais edificações no DF, deve-se realizar estudos específicos para o percentual de área da abertura dessas salas, para não comprometer os níveis de eficiência energética da envoltória.

A aplicação do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (INMETRO, 2009) na envoltória das edificações das dez agências bancárias, possibilitou identificar o nível de eficiência energética em que a envoltória se encontra. Com os resultados obtidos, foi possível identificar que apenas uma agência tem nível baixo em eficiência energética, Nível “E”. Isso demonstrou que o Programa de Conservação de Energia Elétrica – PROCEM, desenvolvido e aplicado pelo Banco do Brasil desde 1990, e a metodologia atual de escolha de edificações estão conseguindo com que a envoltória das edificações seja eficiente energeticamente.

Também com a aplicação do RTQ-C foi verificado que atualmente o maior problema na envoltória das agências bancárias é em relação à cobertura. Obteve-se como resultado que 40% das agências não atingiu o pré-requisito (transmitância térmica  $U < 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), tendo sido avaliadas como Nível B em eficiência energética.

As simulações computacionais que foram realizadas auxiliaram na validação de um dos Subníveis da Planilha P4E – Desempenho Luminoso das Aberturas. Também, com as simulações aplicadas na SAA da Agência Taguatinga Sul foi possível identificar qual o melhor tipo de janela e qual máximo Percentual de Área de Abertura por Fachada (PAFo) para a fachada Oeste, sendo de 17%. Os resultados com o *software* Relux apontaram que a janela do tipo horizontal (1,35m x 1,00 m) seria a melhor opção e atenderia os níveis mínimos de iluminância naquele ambiente.

Na elaboração da Planilha P4E foram adotadas a metodologia do RTQ-C para a envoltória e outras metodologias de análise utilizadas por vários autores. Essa metodologia que está sendo proposta foi elaborada para auxiliar o corpo técnico (arquitetos e engenheiros) do Banco do Brasil na escolha das edificações para instalação das agências bancárias da Rede Varejo no Distrito Federal.

Com os testes da Planilha P4E nas dez agências bancárias, pôde-se identificar que uma envoltória (Agência Taguatinga CNB 12) pode ser considerada Nível A em eficiência energética, tendo um excelente desempenho térmico nos fechamentos

opacos (paredes e cobertura) e ao mesmo tempo, ter um péssimo desempenho luminoso com as aberturas. Baixos níveis de iluminância nos ambientes internos podem aumentar o gasto de energia com a iluminação artificial, além de comprometer o conforto luminoso dos usuários.

Com a utilização dessa Planilha P4E, o corpo técnico poderá, de forma clara e objetiva, fazer análises comparativas da edificação a ser escolhida, visando uma melhor eficiência energética da envoltória e maior conforto ambiental interno (térmico e luminoso). Mediante os valores de referência dos subníveis dos indicadores de desempenho e do score final da planilha, os profissionais poderão comparar uma edificação a um melhor ou a um pior caso possível.

## 7.2. CONCLUSÕES

O amplo campo de estudo da eficiência energética faz com que existam diversas metodologias de análise. Dentre várias metodologias, foram escolhidos o método prescritivo do RTQ-C, o Diagrama Morfológico, a estrutura de avaliação do GBTool e as simulações computacionais com o *software Relux* como base à metodologia proposta.

A aplicação do RTQ-C para analisar e avaliar a envoltória das edificações quanto à eficiência energética possibilita obter dados quantitativos e qualitativos em virtude das características físicas da edificação. A utilização desse método, mesmo ainda não sendo obrigatório, pode beneficiar as empresas que buscam diminuir os gastos energéticos e assim, os custos operacionais.

A necessidade do Banco do Brasil de instalar agências em edificações alugadas faz com que sejam necessários métodos, claros e objetivos, de escolha das edificações. A planilha atual de escolha, utilizada pelo corpo técnico de arquitetos e engenheiros, não foi elaborada com os atuais conceitos de eficiência energética e nem visa avaliar o desempenho luminoso da edificação.

Apesar do Banco do Brasil buscar uma padronização das características físicas dessa tipologia arquitetônica, existem muitas variáveis que afetam a eficiência energética de uma envoltória, principalmente o fator climático, o que dificulta a escolha de uma edificação energeticamente eficiente no país.

A elaboração da Planilha para Escolha de Edificações Energeticamente Eficientes – Planilha P4E – visa contribuir para que o processo de seleção e escolha das edificações comerciais no Distrito Federal para instalação de agências bancárias tenha critérios que busquem um equilíbrio entre a preocupação com o gasto energético da edificação e o conforto ambiental (térmico e luminoso) dos ambientes internos.

Mas, os fatores e as variáveis existentes na avaliação de um edifício não se restringem apenas a uma planilha. Por isso, essa metodologia proposta visa auxiliar a atual planilha de escolha de edificações da Engenharia do Banco do Brasil, nessa unidade da federação e na Zona Bioclimática 4.

Porém, apesar dos testes e das aferições dos resultados realizados na Planilha P4E, a mesma tem suas limitações e somente poderá ser utilizada pelo Banco do Brasil em edificações comerciais de até três pavimentos no Distrito Federal. Entretanto, ela poderá servir de base para futuras análises e elaboração de outras planilhas para as demais Zonas Bioclimáticas do Brasil.

Como qualquer aplicativo ou *software* está sujeito aos erros iniciais de programação, essa planilha ainda necessita de aplicação e testes. Apesar de ter sido feita a calibração com o *software* Minitab 15, a Planilha P4E foi testada em apenas dez agências, num campo amostral de quarenta edificações, portanto, ainda, necessitando de mais testes.

A evolução tecnológica nas edificações bancárias, principalmente após 1990, fez com que fosse criada a SAA. Atualmente, esse ambiente é um importante fator de escolha de uma edificação bancária. Futuramente, outras inovações ocorrerão. Por isso, as informações e estudos realizados nesse trabalho deverão passar por atualizações.

Portanto, as edificações de agência bancária do Banco do Brasil, em todo o país, podem ser escolhidas seguindo uma metodologia ampla, que englobe os fatores referentes à eficiência energética e as variáveis climáticas e, também, que levem em consideração o conforto ambiental (conforto térmico e luminoso).

Como sugestões para trabalhos futuros, além dos testes da Planilha P4E em mais edificações, sugerem-se as seguintes opções para prosseguimento desse estudo:

- a) Melhorias em dois Subníveis de Desempenho dessa metodologia: Desenho Urbano e Desempenho Luminoso. No primeiro, pode-se estudar a influência do vento em relação à eficiência energética da envoltória da edificação bancária. E no segundo, propor análise da uniformidade dos níveis de iluminância do ambiente interno e também, da luminância;
- b) Prever bonificação para incentivar melhorias nas edificações conforme o método prescritivo do RTQ-C;
- c) Definir Área Ideal de Janela para a Sala de Auto-Atendimento, e
- d) Elaboração de planilhas para as demais Zonas Bioclimáticas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **NBR 5413: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.
- \_\_\_\_\_, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- \_\_\_\_\_, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro. **NBR 16401-1 e 2: Instalações de Ar Condicionado – Parâmetros de conforto térmico – Partes 1 e 2**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- AMORIM, Cláudia N. D. **Desempenho térmico de edificações e simulação computacional no contexto da arquitetura bioclimática: estudo de casos na região de Brasília**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). UnB/FAU/PPPG. Brasília: UnB, 1998.
- \_\_\_\_\_. *Illuminazione naturale, comfort visivo ed efficienza energetica in edifici commerciali: proposte progettuali e tecnologiche in contesto di clima tropicale*. Tese de Doutorado. Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Roma, 2001.
- \_\_\_\_\_. **Iluminação natural e eficiência energética – Parte I: estratégias de projeto para uma arquitetura sustentável**. Periódico eletrônico em Arquitetura e Urbanismo – Paranoá, Vol.4. Disponível em [http://www.unb.br/fau/pos\\_graduacao/paranoa/paranoa.htm](http://www.unb.br/fau/pos_graduacao/paranoa/paranoa.htm). Brasília: UnB, 2002.
- \_\_\_\_\_. **Diagrama morfológico parte I: instrumento de análise e projeto ambiental com uso da luz natural**. Artigo publicado na Revista Paranoá, ano 6, n. 3 (agosto 2007). Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da FAU/UnB. Brasília: FAU/UnB, 2007.
- ARAÚJO, José Horácio de. **A caminhada: 70 anos de engenharia e arquitetura do Banco do Brasil**. Brasília: Banco do Brasil/GEPAE, 2006.
- ASHRAE. *Handbook of Fundamentals*. American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers. New York: USA, 1993.

- BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K. ***Daylighting in Architecture***. A European Reference Book. London: James and James Editors, 1993.
- BANCO DO BRASIL. ***Workshop – Projeto e Linguagem***. SEARQ/DEPIM, Jucá, Cristina Bezerra de Melo, DITEC/DEPIM, and DIREC/DESED. 1-30, Brasília, 1992.
- \_\_\_\_\_, ***Livro de Instruções Codificadas – LIC***. Obras, Projetos e Serviços de Engenharia e Arquitetura; Conservação de energia elétrica; Norma, 2007.
- \_\_\_\_\_, ***Livro de Instruções Codificadas – LIC***. Obras, Projetos e Serviços de Engenharia e Arquitetura; Projetos de Arquitetura e Engenharia; Arquitetura – Agência; Norma, 2008a.
- \_\_\_\_\_, ***Livro de Instruções Codificadas – LIC***. Obras, Projetos e Serviços de Engenharia e Arquitetura; Ar Condicionado – Climatização e ventilação; Norma, 2008b.
- \_\_\_\_\_, ***Livro de Instruções Codificadas – LIC***. Administração de bens: Bens Imóveis Próprios e de Terceiros; Norma, 2008c.
- BARROS, Érica Márcia Leite. ***Avaliação de desempenho ambiental de edifícios: uma percepção dos agentes da construção civil no mercado do Espírito Santo***. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Espírito Santo (ES): UFES/Eng. Civil/PPG, 2005.
- BENÉVOLO, Leonardo. ***História da arquitetura moderna***. São Paulo: Perspectiva, 2006.
- BERALDO, Juliano Coronato. ***Eficiência energética em edifícios: avaliação de uma proposta de regulamento de desempenho térmico para a arquitetura do estado de São Paulo***. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). São Paulo: USP/FAU, 2006.
- BITTENCOURT, Leonardo. ***Uso de cartas solares: diretrizes para arquitetos***. Maceió: EDUFAL, 2004.
- BRAGA, Darja K. ***Arquitetura residencial das superquadras do Plano Piloto de Brasília: aspectos de conforto térmico***. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Brasília: UnB/FAU/PPPG, 2005.



- BROWN, G. Z. & DeKay, Mark. **Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- CODEPLAN. **Atlas do Distrito Federal**. Brasília: Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central – CODEPLAN, 1984.
- \_\_\_\_\_, **Distrito Federal: síntese de informações sócioeconômicas**. Brasília: Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central – CODEPLAN, 2010.
- CORBELLA, Oscar & YANNAS, Simons. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Renavan, 2003.
- COSTA, Miriam Nardelli. **O impacto da automação do edifício bancário brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Brasília: UnB/FAU/PPPG, 2000.
- CHRISTAKOU, Evangelos D. **Simulação da luz natural aplicada ao projeto de arquitetura**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Brasília: UnB/FAU/PPPG, 2004.
- CUNHA, Eduardo Grala da. **Elementos de arquitetura de climatização natural**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2006.
- DORNELLES, Kelen & RORIZ, Maurício. **Influência das tintas imobiliárias sobre o desempenho térmico e energético de edificações**. Artigo no 10º Congresso Internacional de Tintas. São Paulo: UFSC, 2007.
- FERREIRA, P. **Alguns dados sobre o clima para edificação em Brasília**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Brasília: FAU-UnB, 1965.
- FROTA, Anésia B. & SCHIFFER, Sueli R. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Nobel, 1988.
- FROTA, Anésia Barros. **Geometria da insolação**. São Paulo: Geros, 2004.
- GHISI, Enerdir et al. **Área de janela e dimensões de ambientes para iluminação natural e eficiência energética: literatura versus simulação computacional**. Artigo. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n.4, p. 81-93, out./dez. 2005.
- GIVONI, Baruch. **Man, climate and architecture**. London: Applied Science Publishers, 1976.
- \_\_\_\_\_. **Urban design in different climates**. Genebra: report WMO/TD – nº 346, World Meteorological Organization, 1989.

- HÖFLIGER, Raul. **Evolução do design no Banco do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Brasília: UnB/FAU/PPPG, 2005.
- INMETRO. **Regulamento Técnico do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2009.
- \_\_\_\_\_. **Manual para uso do Regulamento Técnico do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2009.
- LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.
- LAMBERTS, R.; GHISI, E.; ABREU, A. L. P. de; CARLO, J. C. **Desempenho térmico de edificações**. UFCS/CTC/LabEEE. Florianópolis: LabEEE, 2005.
- LAMBETS, R; GHISI, Enedir; RAMOS, Greici. **Impactos da adequação climática sobre a eficiência energética e o conforto térmico de edifícios de escritórios no Brasil**. UFRS/LabEEE. Florianópolis: UFSC, 2006.
- LIMA, Thais B. S; CHRISTAKOU, Evangelos D. **Projeto de iluminação natural: ferramentas para cálculo e avaliação**. Artigo publicado na Revista Paranoá, ano 6, n. 3 (agosto 2007). Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da FAU/UnB. Brasília: FAU/UnB, 2007.
- MACIEL, Alexandra A. **Projeto bioclimático em Brasília: estudo de caso em edifício de escritórios**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), UFSC/Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil. Florianópolis: UFCS, 2002.
- MANDARINI, Marcos. **Segurança Corporativa Estratégica**. São Paulo: Manole, 2006.
- MASCARÓ, Juan L. & MASCARÓ, Lúcia E. R. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. Porto Alegre: Sagra - DC Luzzatto, 1992.
- MOLFI, Paulo Roberto. **A urbanização e os impactos ambientais em Palmas: o caso do Jardim Aurenny III**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Brasília: UnB/FAU/PPPG, 2009.
- MONTEIRO, Fernando. **A velha rua direita**. Rio de Janeiro: Museu e arquivo histórico do Banco do Brasil, 1985.

- NEUFERT, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura**. São Paulo: Editorial Gustavo Gili S.A., 1996.
- OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima – manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gilli, 1998.
- PEDREIRA, J. C. S.; AMORIM, C. N. D. **Evolução da arquitetura bancária: uma análise quanto à eficiência energética nas agências do Banco do Brasil**. In: X Encontro Nacional e IV Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009, Natal. ENCAC- ELACAC - Conforto no Ambiente Construído. Natal, 2009. p. 1144-1153.
- ROMERO, Marta A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: ProEditores, 2000.
- \_\_\_\_\_. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2007.
- RIVERO, Roberto. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1986.
- SIGNOR, R.. **Análise de regressão do consumo de energia elétrica frente a variáveis arquitetônicas para edifícios comerciais climatizados em 14 capitais brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil – UFSC. Florianópolis: UFSC. 1999.
- SILVA, Joene Saibrosa da. **A eficiência do brise-soleil em edifícios públicos de escritórios: estudo de caso no Plano Piloto de Brasília**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). UnB/FAU/PPG. Brasília: UnB, 2007.
- GOMES DA SILVA, Vanessa. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica**. Projeto FINEP 2386/04. Documento. São Paulo: UNICAP, 2007.
- STRÖHER, R. D. A. **As transformações na tipologia e no caráter do prédio bancário em meados deste século**. Dissertação (Mestrado em arquitetura). UFRGS/FAU. Porto Alegre: UFRGS, 1999.
- SUDBRACK, Larissa et al. **Influência dos tipos de vidro na eficiência energética da envoltória**. Artigo. UnB/FAU/LACAM, 2008.

VIANNA, Nelson Solano & GONÇALVES, Joana Carla S. **Iluminação e arquitetura.**

São Paulo: Geros s/c Ltda, 2007.

WARSCHAUER, Mark. **Tecnologia e inclusão social: a exclusão digital em debate.**

São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006.

#### **SITES NA INTERNET:**

<http://www.labee.ufsc.br/>. Acessado em: 10 de julho, 2009.

<http://www.designbuilder.co.uk>. Acessado em: 17 de julho, 2009.

<http://www.otecweb.com.br>. Acessado em: 17 de julho, 2009.

<http://www.relux.biz>. Acessado em: 20 de julho, 2009.

<http://www.laar.unb.br/consult.htm>. Acessado em: 17 de agosto, 2009.

<http://libdigi.unicamp.br/document/>. Acessado em: 11 de setembro, 2009.

<http://www.afglass.com/glasscalc.aspx>, acessado em: 25/09/2009.

<http://www.codeplan.df.gov.br>. Acessado em: 05 de abril, 2010.

<http://www.brasiliabsb.com/regioes.htm>. Acessado em: 07 de abril, 2010.

<http://www.liderssoftwares.com.br/minitab>. Acessado em: 20 de maio, 2010.

## APÊNDICES

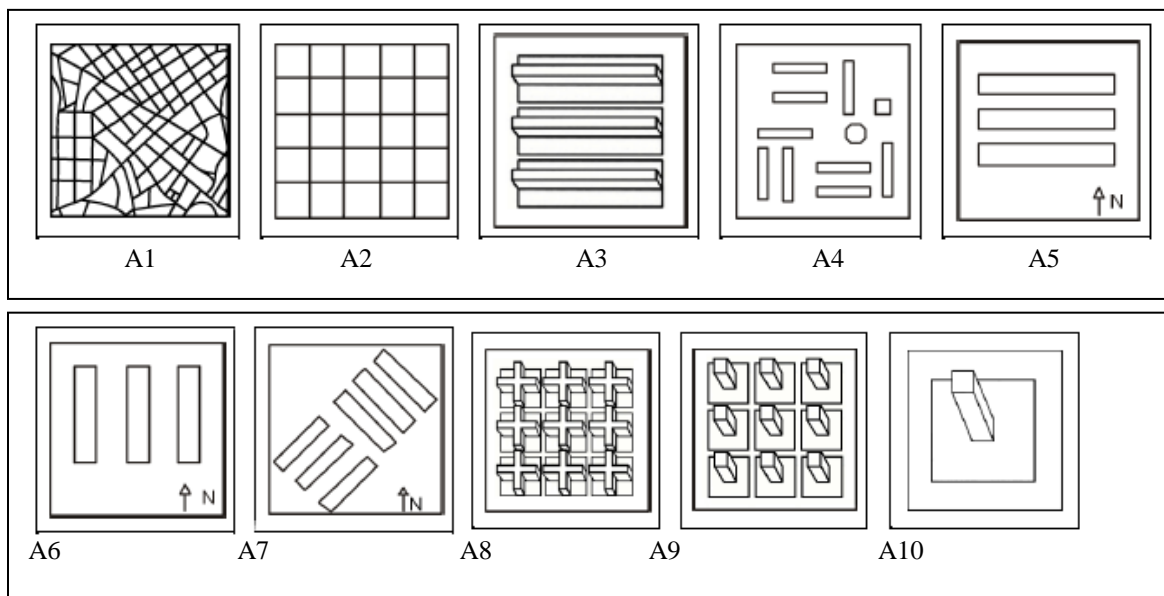
## APÊNDICE A - DIAGRAMA MORFOLÓGICO – LEGENDA

(Fonte: adaptado de AMORIM, 2007, p. 61)

### I) Parâmetros do Nível I – Espaço Urbano

#### A – Desenho urbano

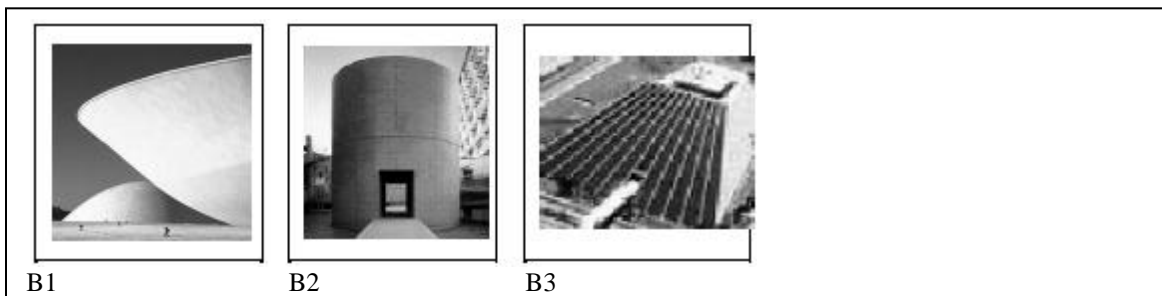
**Variáveis:** A1 – Pequenos quarteirões irregulares; A2 – Grandes quarteirões; A3 – Quarteirões orientados em relação ao sol; A4 – Superquadras; A5 – Fachadas principais orientadas para Norte-Sul; A6 – Fachadas principais orientadas para Leste-Oeste; A7 – Fachadas principais com orientação intermediária; A8 – Blocos abertos; A9 – Torres; A10 Torre isolada e A11 – Outros.



Essas variáveis têm diversas configurações que propiciam diferentes formas de como a edificação se relaciona com a luz e a ventilação natural, o desempenho térmico e a eficiência energética.

## B – Refletância das fachadas

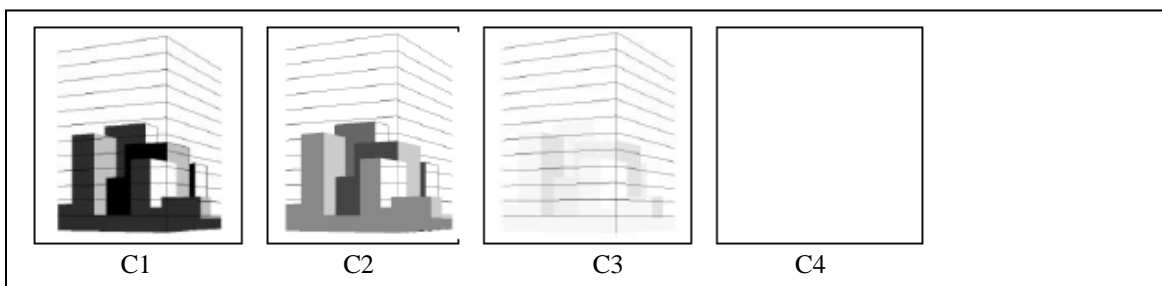
**Variáveis:** B1 – Alta; B2 – Média e B3 – Baixa.



Esse parâmetro está diretamente relacionado à cor da superfície das fachadas, exercendo influência no conforto visual do entorno e da quantidade de calor absorvido pela superfície da fachada.

## C – Especularidade das Fachadas

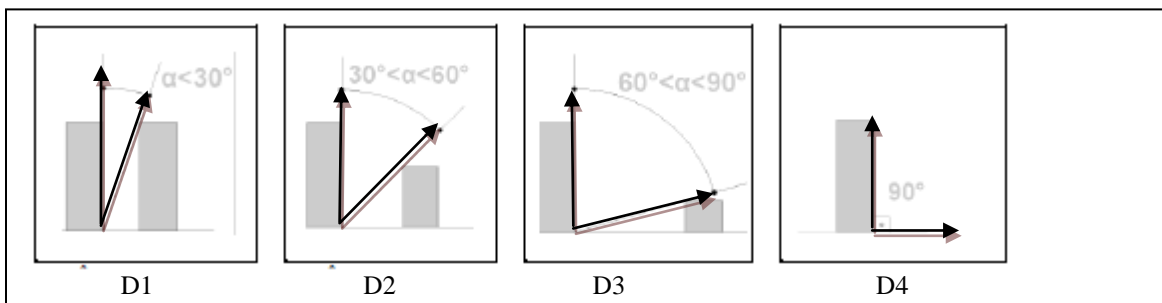
**Variáveis:** C1 – Alta; C2 – Média e C3 – Baixa.



Esse parâmetro está relacionado com a quantidade de luz natural refletida pelo edifício de maneira especular para o entorno do mesmo.

## D – Ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício

**Variáveis:** D1 – Ângulo menor que 30°; D2 – Ângulo de 30° a 60°; D3 – Ângulo de 60° a 90° e D4 – Ângulo de 90°.

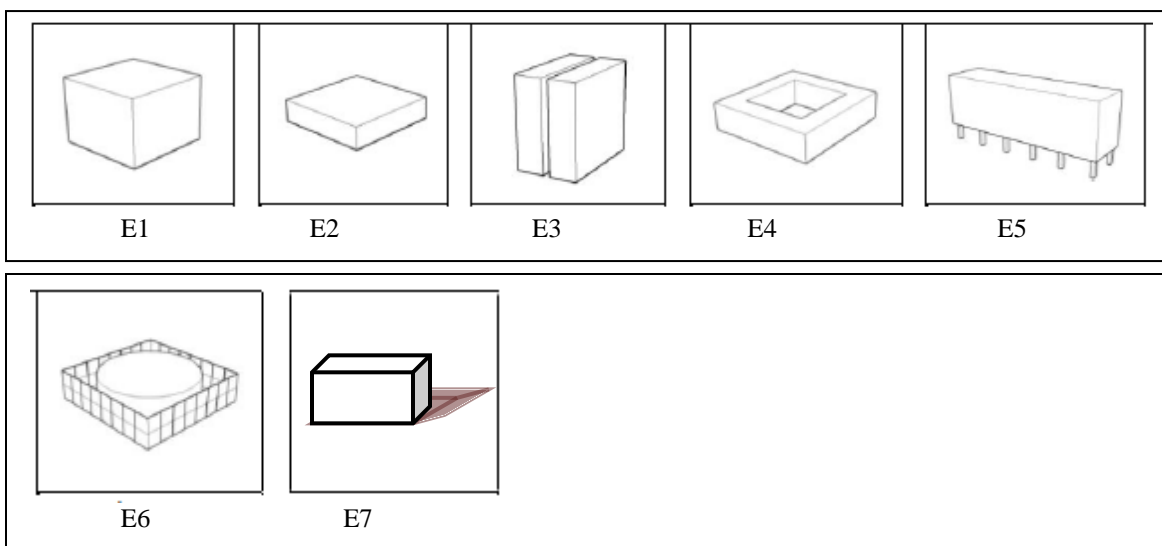


A quantidade de insolação e luz natural que o edifício recebe ao longo do dia está diretamente relacionada ao ângulo de incidência do sol na fachada, com relação à base do mesmo.

## II) Parâmetros do Nível II – Edifício

### E – Forma e planta baixa

**Variáveis:** E1 – Edifício com planta profunda; E2 – Edifício térreo; E3 – Blocos unilaterais/bilaterais; E4 – Edifício com pátio interno ou átrio; E5 – Edifício sobre pilotis e E6 – Edifício com pele dupla; E7 – Edifício com planta retangular; Característica da forma do edifício.

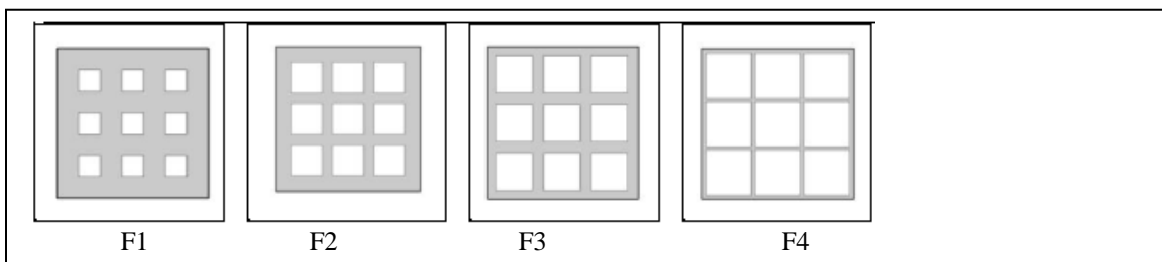




As características de um edifício (forma, planta e quantidade de pavimentos) estão diretamente relacionadas com o seu desempenho térmico e energético. Além de influenciar na quantidade de luz natural que os ambientes internos recebem.

### F – Taxa de abertura nas fachadas

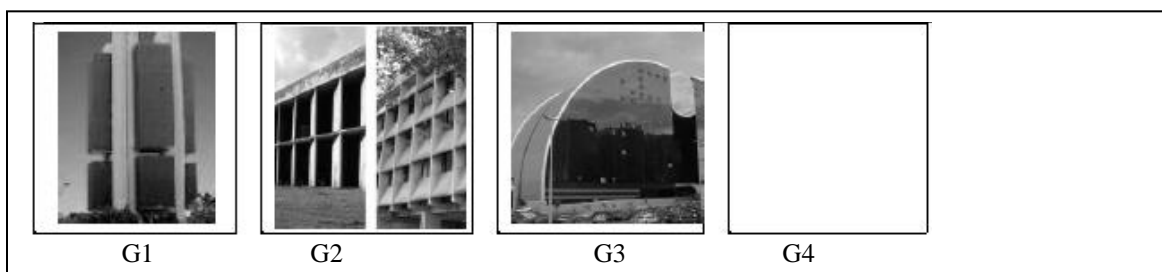
**Variáveis:** F1 – Até 25% de aberturas; F2 – Entre 25 a 50% de aberturas; F3 – Entre 50 a 75% de aberturas e F4 – Mais de 75% de aberturas.



Em uma edificação o percentual de aberturas nas fachadas traduz na quantidade e qualidade de luz natural, na possibilidade do usuário poder ter uma visão do exterior, mas também tem forte influência na eficiência energética do mesmo, devido às trocas térmicas com meio externo. Caso haja mais que 50% de aberturas nas fachadas de uma edificação, em qualquer clima, é considerado como aspecto problemático (Bannister et al apud BRAGA, 2005).

### G – Distribuição das aberturas nas fachadas

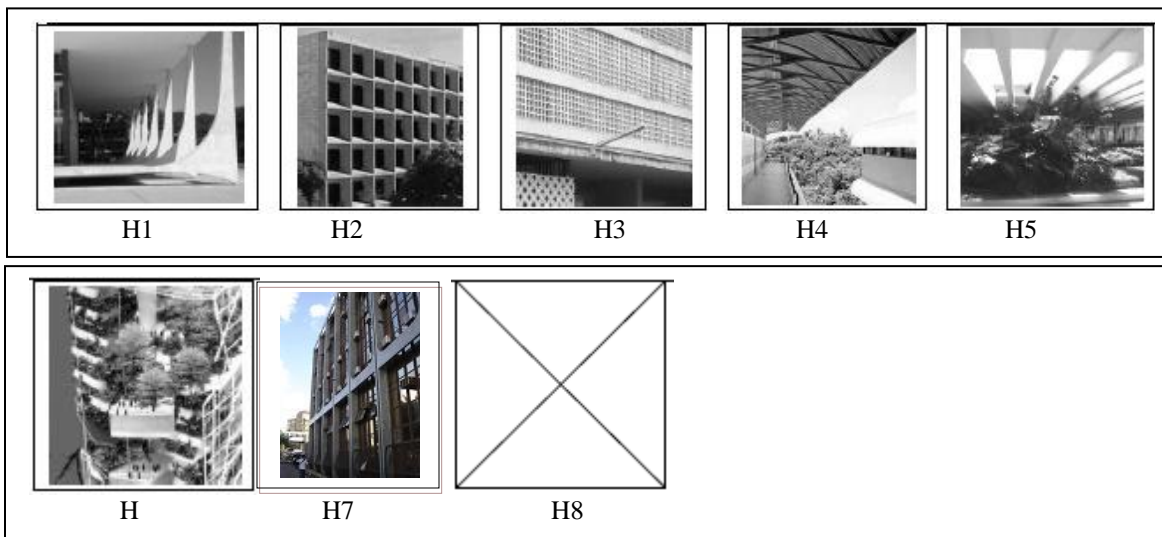
**Variáveis:** G1 – Fachadas uniformes; G2 – Fachadas não uniformes com relação à orientação solar; G3 – Fachadas não uniformes com relação ao espaço urbano e G4 – Outros.



Esse parâmetro está relacionado principalmente com a qualidade da entrada de luz (direta ou difusa) e na existência de controle solar, ou seja, controle térmico que influencia no consumo energético. Alguns tipos de fachadas, G1 e G3, não levam em consideração a orientação solar, conseqüentemente a influência do sol e dos ventos nas aberturas.

## H – Proteções solares nas fachadas

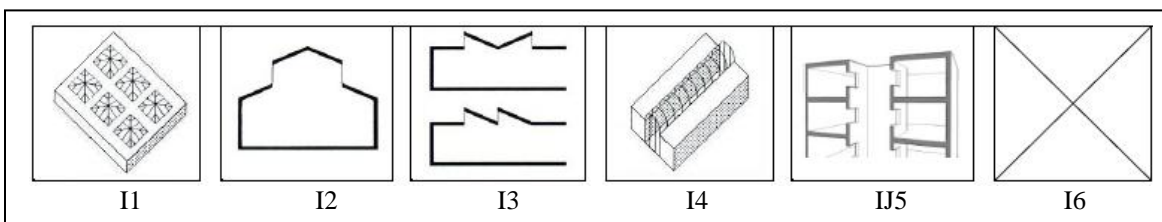
**Variáveis:** H1 – Pórticos e varandas; H2 – Brise-soleil; H3 – Cobogos; H4 – Beirais e marquises; H5 – Pergolados; H6 – Vegetação; H7 – Recuo da esquadria de vidro; H8 – Não há proteção.



O tipo de proteção solar na fachada deve ser projetado de acordo com necessidade de luz natural e a orientação solar, tendo como objetivo principal, no caso de Brasília, evitar o desconforto térmico em decorrência por ganhos pelas aberturas.

## I – Aberturas zenitais

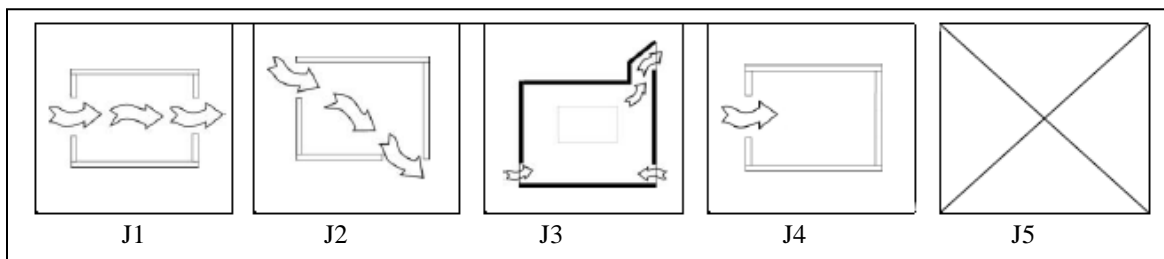
**Variáveis:** I1 – Clarabóia; I2 – Lanternim; I3 – Shed ou dente de serra; I4 – Zenital horizontal; I5 – Poço de luz; I6 – Não há e I7 – Outros.



“O tipo de aberturas zenitais, sua forma e inclinação irão condicionar a distribuição de luz natural, sua quantidade e qualidade (direta e difusa) e os ganhos térmicos da edificação” (Amorim, apud PARANOÁ, 2007).

### J – Mecanismos de ventilação

**Variáveis:** J1 – Cruzada; J2 – Cruzada adjacente; J3 – Efeito chaminé; J4 – Abertura única; J5 – Não há e J6 – Outros.



A forma do mecanismo de ventilação natural influencia no conforto térmico, na salubridade do ar e principalmente na necessidade de climatização por ar condicionado, que afeta diretamente no consumo energético da edificação.

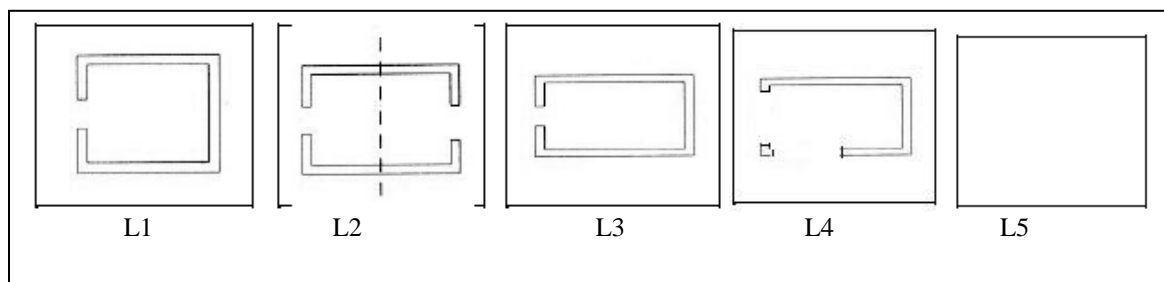
### III) Parâmetros do Nível III – Agência

Foram utilizadas as mesmas variáveis da edificação.

### IV) Parâmetros do Nível IV – Ambiente interno – Sala de Auto-Atendimento (SAA)

#### L – Planta baixa

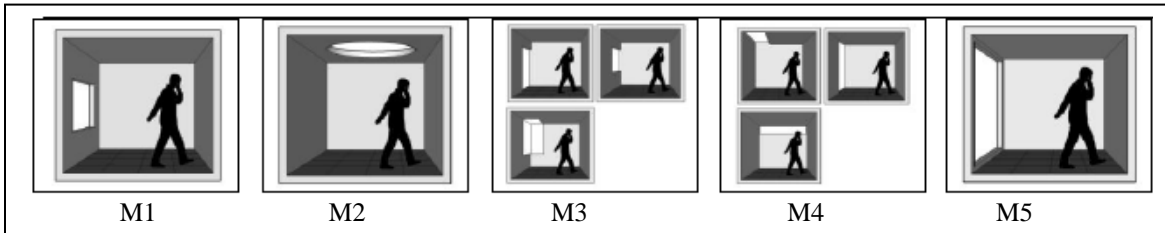
**Variáveis:** L1 – Unilateral; L2 – Bilateral; L3 – Profunda; L4 – Aberturas adjacentes e L5 – Outros.



Segue o mesmo raciocínio do parâmetro E, Forma e Planta baixa. No caso da SAA tem relevância na qualidade da distribuição da luz natural.

### M – Posição do coletor de luz

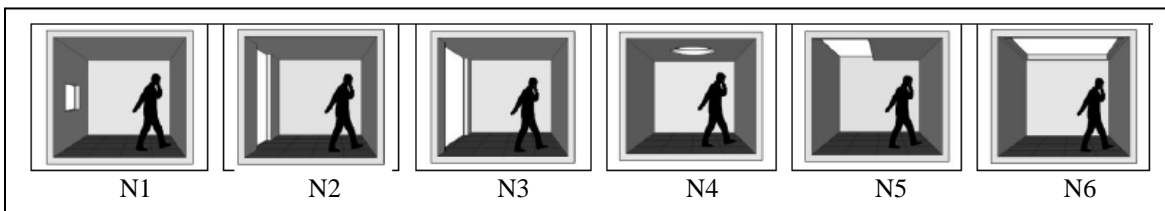
**Variáveis:** M1 – No centro do plano lateral; M2 – No centro do plano zenital; M3 – Entre planos; M4 – Ao longo do canto entre planos; M5 – Parede aberta; M6 – Outros.



“A posição do coletor de luz (lateral ou zenital) terá influência na quantidade e distribuição de luz natural, na possibilidade de ofuscamento, visão para o exterior e ganhos térmicos” (AMORIM, 2007).

### N – Dimensão do coletor de luz

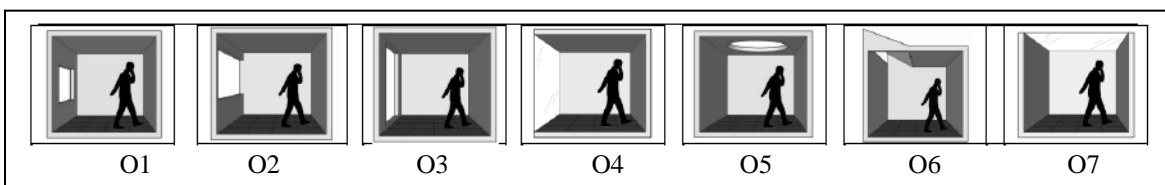
**Variáveis:** N1 – Abertura lateral até 15%; N2 – Abertura lateral entre 15 e 30%; N3 – Abertura lateral maior que 30%; N4 – Abertura zenital de até 15%; N5 – Abertura zenital entre 15 e 30% e N6 – Abertura zenital maior que 30%.



A dimensão dos coletores ou abertura irá influenciar nos ganhos térmicos e na quantidade de luz direta ou difusa.

### O – Forma do coletor de luz

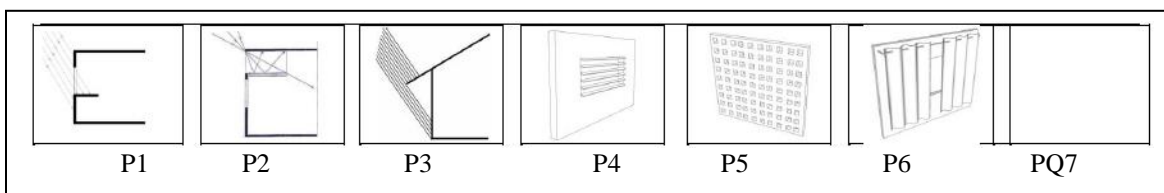
**Variáveis:** O1 – Janela intermediária; O2 – Janela horizontal; O3 – Janela vertical; O4 – Cortina de vidro; O5 – Abertura zenital horizontal; O6 – Abertura zenital vertical (tipo *shed*); O7 – Teto envidraçado e O8 – Outros.



O formato do coletor de luz irá contribuir para a distribuição da luz natural no ambiente interno, mas podendo ocasionar problemas de conforto térmico e ofuscamento, na visão de dentro para fora do ambiente.

### **P – Controle da entrada de luz**

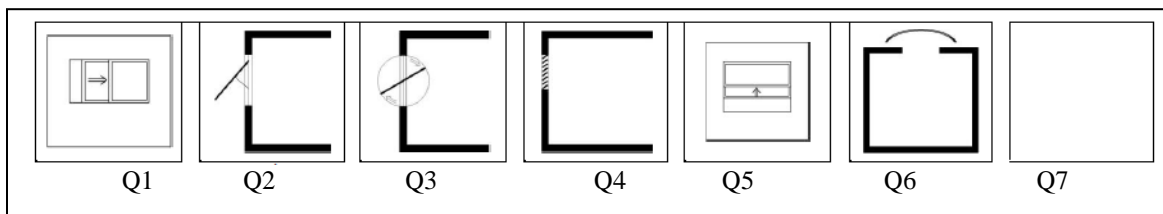
**Variáveis:** P1 – Peitoril; P2 – Prateleiras de luz; P3 – Beirais ou marquises; P4 – Brises; P5 – Cobogós; P6 – Cortinas, películas ou vidros especiais e P7 – Outros.



A utilização de um controle externo da entrada de luz na SAA pode influenciar na quantidade e na qualidade de luz natural, além de diminuir a carga térmica na fachada de vidro, conseqüentemente diminuindo o gasto energético com ar condicionado.

### **Q – Controle da ventilação natural**

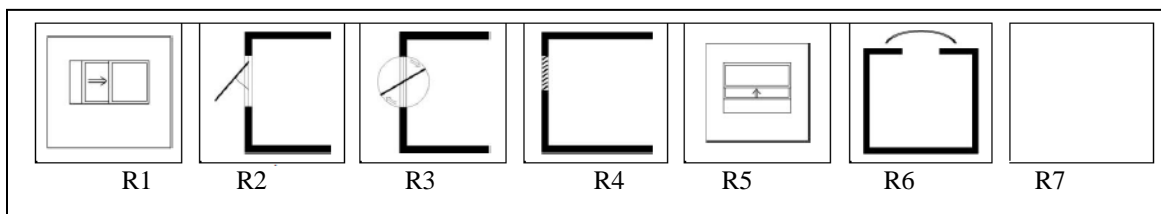
**Variáveis:** Q1 – Janela de correr; Q2 – Janela máximo ar ou basculante; Q3 – Janela pivotante; Q4 – Aberturas com lamelas; Q5 – Guilhotinas; Q6 – Abertura no teto; Q7 – Outros.



As características do tipo de abertura, área e modo de funcionamento do dispositivo, exercem grande influência no fluxo de ventilação natural, podendo contribuir para o controle o seu controle e adequação das condições climáticas locais.

**R – Controle e integração da iluminação artificial**

**Variáveis:** R1 – On/off manual; R2 – On/off com sensor; R3 – *Dimming* manual; R4 – *Dimming* com sensor; R5 – Sensor de presença ou temporizador; R6 – Outros.



A integração da luz natural com a luz artificial além de haver maior conforto luminoso (diminuição de níveis de ofuscamento e de contrastes), possibilitará um melhor controle do gasto energético, ou seja, maior eficiência energética na edificação.






























**APÊNDICE B – Tabela B.1 – Características físicas da envoltória das 40 agências bancárias do Banco do Brasil no DF**

**Tabela B.1.** Características físicas da envoltória das 40 agências bancárias do Banco do Brasil no DF




























**APÊNDICE C – Levantamento fotográfico de 40 agências bancárias do Banco do Brasil no DF**






















**Tabela C.1.** Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal.

Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal						
Agência	Orientação Solar Fachada Principal	Vista aérea Fonte:Google Earth	Fachada Principal	Fachada Direita	Fachada Esquerda	Fachada Posterior
Asa Norte 116	345° Norte					
Asa Norte 201	4° Norte					
Asa Norte 504	261° Oeste					
Asa Norte 510	253° Oeste					
Asa Norte 515	253° Oeste					
Asa Sul 203	220° Sudoeste				em contato com outra loja	























**Tabela C.1.** Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação).

<b>Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação)</b>						
<b>Agência</b>	<b>Orientação Solar Fachada Principal</b>	<b>Vista aérea Fonte:Google Earth</b>	<b>Fachada Principal</b>	<b>Fachada Direita</b>	<b>Fachada Esquerda</b>	<b>Fachada Posterior</b>
Asa Sul 406	230° Sudoeste					
Asa Sul 502	307° Noroeste			em contato com outro edifício	em contato com outro edifício	
Asa Sul 507	323° Noroeste			em contato com outro edifício		
Asa Sul 516	323° Noroeste			em contato com outro edifício		
CEASA	108° Leste				em contato com outro edifício	
Ceilândia Centro	152° Sudeste					











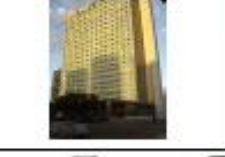

















**Tabela C.1.** Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação).

Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação)						
Agência	Orientação Solar Fachada Principal	Vista aérea Fonte:Google Earth	Fachada Principal	Fachada Direita	Fachada Esquerda	Fachada Posterior
Ceilândia Norte	153° Sudeste			em contato com outro edifício		
Cruzeiro	288° Oeste					em contato com outro edifício
Esáço Lago Sul	4° Norte			em contato com outra loja	em contato com muro de arrimo	em contato com outra loja
Gama Centro	123° Sudeste			em contato com outro edifício	em contato com outro edifício	
Gama Leste	208° Sudoeste			em contato com outro edifício		
Guará I QE11	249° Oeste				em contato com outro edifício	



























**Tabela C.1.** Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação).

<b>Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação)</b>						
<b>Agência</b>	<b>Orientação Solar Fachada Principal</b>	<b>Vista aérea Fonte:Google Earth</b>	<b>Fachada Principal</b>	<b>Fachada Direita</b>	<b>Fachada Esquerda</b>	<b>Fachada Posterior</b>
Guará II QE40	63° Nordeste			em contato com outro edifício	em contato com outro edifício	em contato com outro edifício
Jardim Botânico	244° Sudoeste					em contato com outra loja
Lago Norte	62° Nordeste				em contato com outra loja	
Lago Sul QI 11	94° Leste			em contato com outra loja		
Núcleo Bandeirante	157° Sul				em contato com outro edifício	em contato com outro edifício
Paranoá	118° Sudeste					

**Tabela C.1.** Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação).

<b>Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação)</b>						
<b>Agência</b>	<b>Orientação Solar Fachada Principal</b>	<b>Vista aérea Fonte:Google Earth</b>	<b>Fachada Principal</b>	<b>Fachada Direita</b>	<b>Fachada Esquerda</b>	<b>Fachada Posterior</b>
Planaltina DF	3° Norte				em contato com outra loja	
SAAN	107° Leste					
Setor Bancário Sul	283° Oeste					
Setor Comercial Sul	108° Leste					
SIA Trecho 2	9° Norte					
Setor de Indústria Gráfica	18° Norte					em contato com outro edifício

**Tabela C.1.** Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação).

<b>Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação)</b>						
<b>Agência</b>	<b>Orientação Solar Fachada Principal</b>	<b>Vista aérea Fonte:Google Earth</b>	<b>Fachada Principal</b>	<b>Fachada Direita</b>	<b>Fachada Esquerda</b>	<b>Fachada Posterior</b>
Sobradinho	280° Oeste					
Sobradinho Quadra 5	11° Norte					
Sudoeste 105	327° Noroeste					
Taguatinga Centro	72° Leste					
Taguatinga CNB 12	72° Leste			em contato com outro edifício	em contato com outro edifício	
Taguatinga 5 de Junho	73° Leste			em contato com outro edifício	em contato com outro edifício	

**Tabela C.1.** Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação).

<b>Imagens das envoltórias das agências do Banco do Brasil no Distrito Federal (continuação)</b>						
<b>Agência</b>	<b>Orientação Solar Fachada Principal</b>	<b>Vista aérea Fonte:Google Earth</b>	<b>Fachada Principal</b>	<b>Fachada Direita</b>	<b>Fachada Esquerda</b>	<b>Fachada Posterior</b>
Taguatinga Norte	72° Leste			em contato com outro edifício	em contato com outro edifício	
Taguatinga Sul	248° Oeste					sem foto
Universidade de Brasília	235° Sudoeste					
Vila Militar	17° Norte					em contato com outro edifício



**APÊNDICE D - Diagrama Morfológico das 10 agências analisadas**

## APÊNDICE D.1. Diagrama Morfológico da agência Asa Sul 406

(adaptado de AMORIM, 2007)

### Informações da Edificação:

Edificação: Agência Asa Sul 406 do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Brasília (DF)

Latitude = 15°49'6.80"S

Longitude = 47°53'43.92"O

Altitude = 1.100m

Data: 1991

### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

Média mensal (mínima): 15,4°C

Horas de insolação: 2.364horas/anuais

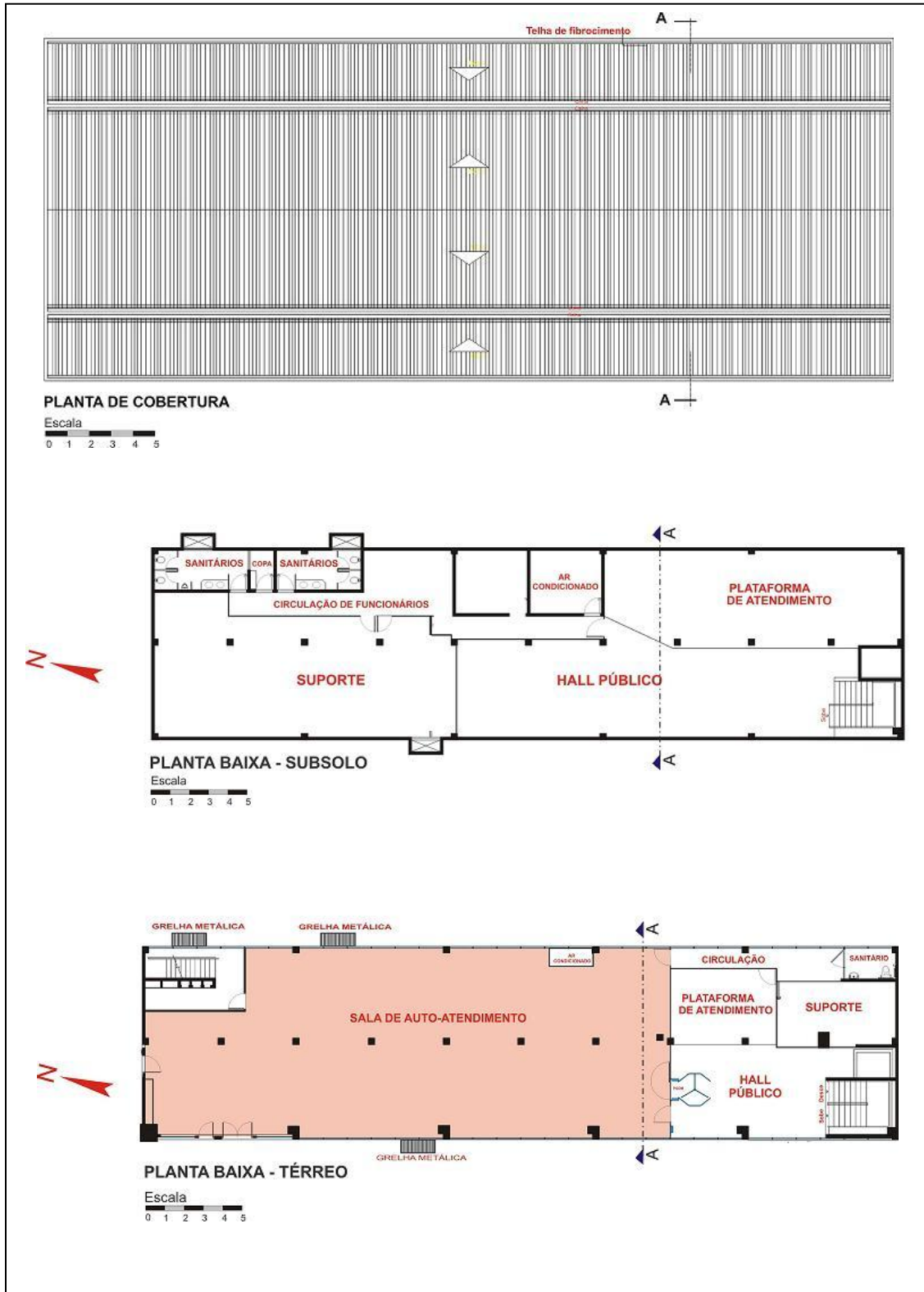
Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade média: 3 m/s.

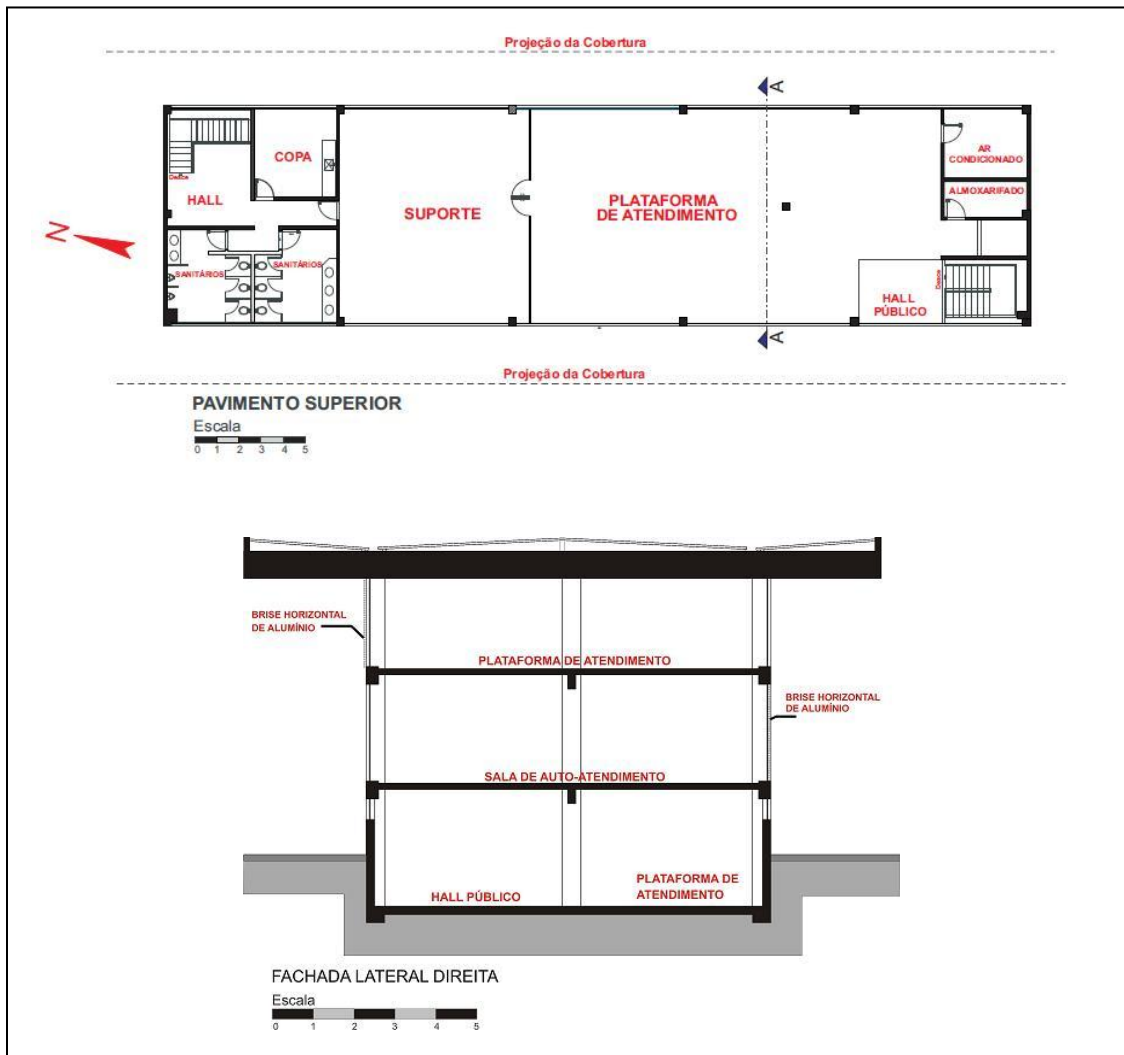
Orientação solar da Fachada Principal: 230° (Sudoeste).

### Quadro D.1.1. Imagens da agência Asa Sul 406



**Quadro D.1.2. Plantas de Arquitetura – agência Asa Sul 406.**





(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.1.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Asa Sul 406 (DF).

Nível	Parâmetros	Variáveis
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A7</b> - orientação intermediária
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B1</b> - Alta (Sudeste e Noroeste) <b>B3</b> - Baixa (Sudoeste e Nordeste)
	<b>C</b> - Especularidade das Fachadas	<b>C3</b> – Baixa
	<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 90° (Principal) <b>D3</b> – Ângulo de 60° a 90° (Sudoeste) <b>D1</b> – Menor que 30° (demais)
<b>II - Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E7</b> - Edifício de dois pavimentos
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F2</b> – Entre 25% a 50% de aberturas
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G3</b> - Fachadas não uniformes em relação ao espaço urbano
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> - Beirais e marquises <b>H2</b> – Brise Soleil
	<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I6</b> - Não há (térreo) <b>I5</b> - Poço de luz (subsolo)
	<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J4</b> - Abertura única, mas com poucas áreas de abertura.
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L2</b> - Bilateral
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical (térreo)
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P3</b> – Marquise e brise horizontal <b>P6</b> – Cortinas
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há (térreo)
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual

**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação predominante intermediária e está situada no comércio local de uma superquadra residencial do Plano Piloto de Brasília. Sendo que a fachada principal tem orientação Sudoeste (230°). No RTQ-C é considerada como sendo Oeste. As principais aberturas estão orientadas para Sudoeste e Nordeste. Tem a marquise com principal proteção solar externa e brises horizontais no térreo (Fachada Nordeste) e no 1º pavimento (Fachada Sudoeste). A SAA tem grande área de abertura com vidros temperados, tendo aberturas bilaterais.

## APÊNDICE D.2. Diagrama Morfológico da agência Asa Sul 516

(adaptado de AMORIM, 2007)

### Informações da Edificação:

Edificação: Agência Asa Sul 516 do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Brasília (DF)

Latitude = 15°49'43.58"S

Longitude = 47°55'42.54"O

Altitude = 1.100m

Data: 1991

### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

Média mensal (mínima): 15,4°C

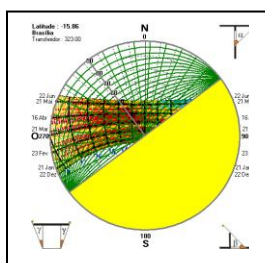
Horas de insolação: 2.364horas/anuais

Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade média: 3 m/s.

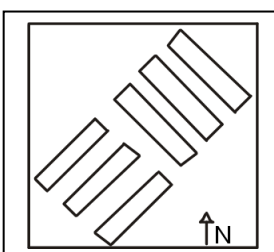
Orientação solar da Fachada Principal: 323° (Noroeste).

### Quadro D.2.1. Imagens da agência Asa Sul 516

#### Carta Solar



#### Desenho Urbano



#### Vista aérea do Edifício



A7 – Orientação intermediária Fonte: Google Earth, 2009.

### Fachadas

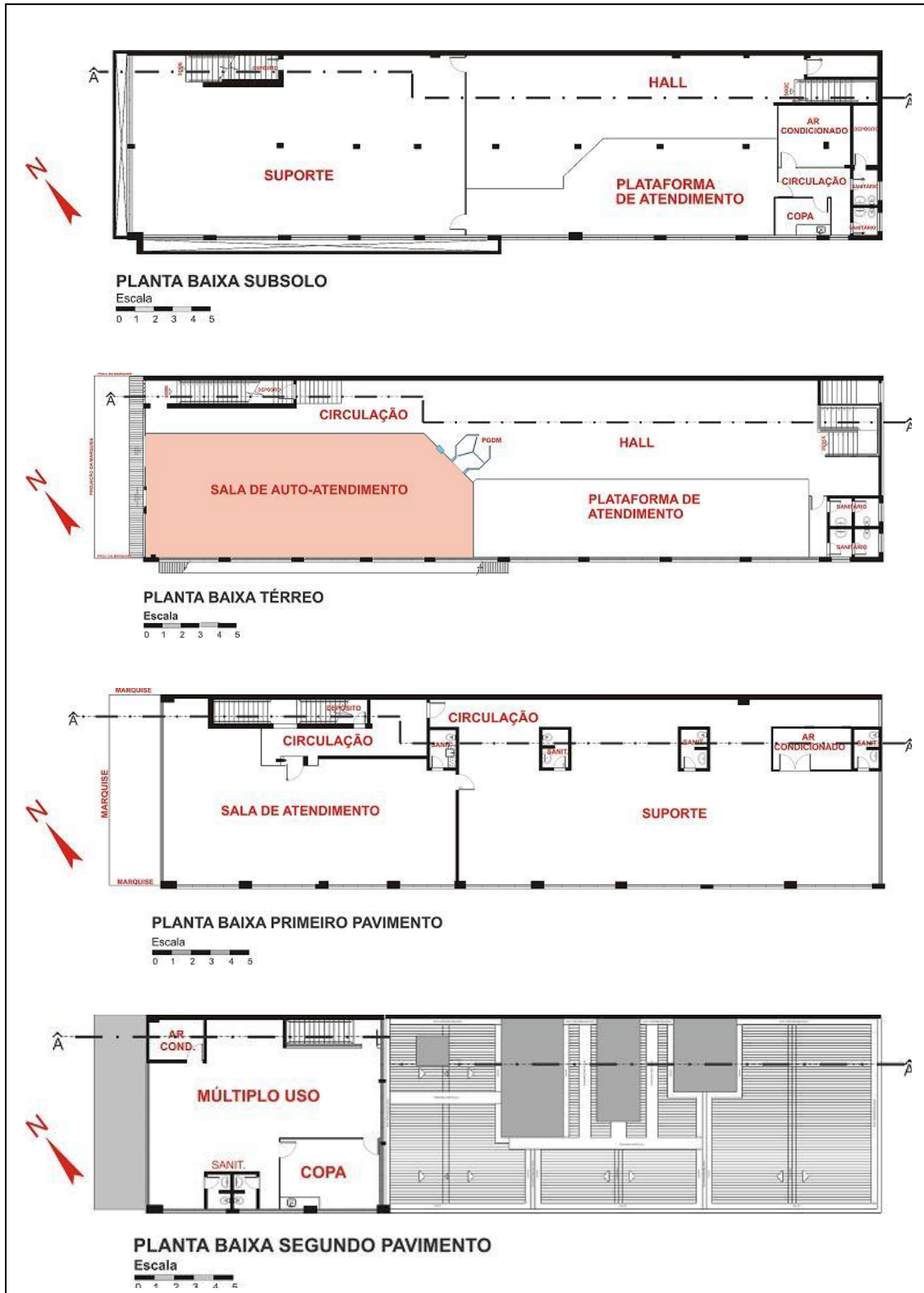


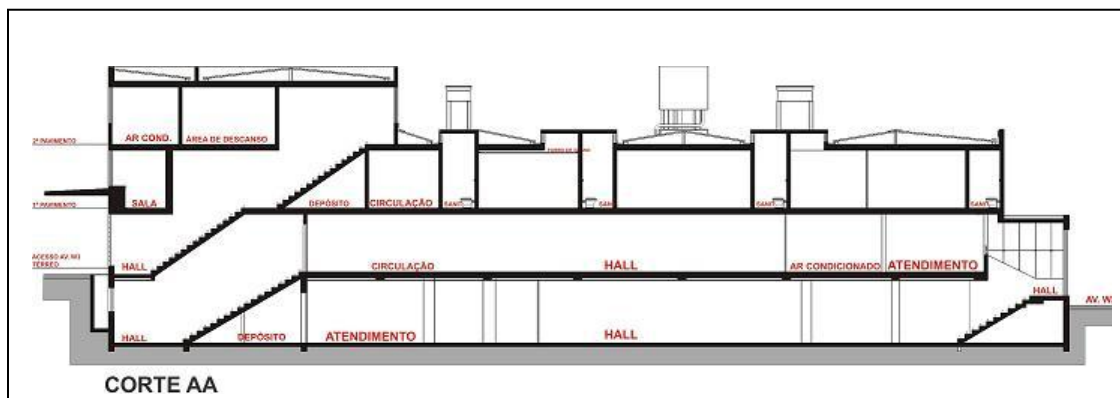
Fachada Noroeste (Principal)

Fachada Sudoeste

Fachada Sudeste

**Quadro D.2.2. Plantas de Arquitetura – agência Asa Sul 516.**





(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.2.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Asa Sul 516 (DF).

Nível	Parâmetros	Variáveis
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A7</b> - orientação intermediária
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B1</b> - Alta (Noroeste e Sudeste) <b>B2</b> – Média (Sudoeste)
	<b>C</b> - Especularidade das Fachadas	<b>C3</b> – Baixa
	<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 90° (Principal e Sudeste) <b>D3</b> – Ângulo de 60° a 90° (Sudoeste)
<b>II – Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E7</b> - Edifício três pavimentos
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F2</b> – Entre 25% a 50% de aberturas
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G3</b> - Fachadas não uniformes em relação ao espaço urbano
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> - Beirais e marquises (Noroeste)
	<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I3</b> – Shed (1º pavimento)
	<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J4</b> - Abertura única, mas com poucas áreas de abertura.
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L4</b> - Adjacente
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta (Noroeste) <b>M1</b> – Centro do plano lateral (Sudoeste)
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical (Noroeste) <b>O2</b> - Janela horizontal (Sudoeste)
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P3</b> – Marquise (Noroeste) <b>P6</b> – Vidro jateado (Sudoeste)
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há (sem aberturas para ventilação natural)
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual



**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação predominante intermediária e está situada na avenida W3 Sul. no Plano Piloto de Brasília. Sendo que a fachada principal tem orientação Noroeste (323°). No RTQ-C é considerada como sendo Oeste. As principais aberturas estão orientadas para Sudoeste e Noroeste. Tem a marquise com principal proteção solar externa no térreo na Fachada Noroeste. As demais aberturas não têm nenhuma proteção externa. A SAA tem grande área de abertura com vidros temperados (Fachada Noroeste), sendo que tem vidros simples jateados (Fachada Sudoeste), portanto a sala tem aberturas adjacentes.

### APÊNDICE D.3. Diagrama Morfológico da agência Ceilândia Centro (DF)

(adaptado de AMORIM, 2007)

#### Informações da Edificação:

Edificação: Agência Ceilândia Centro do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Ceilândia (DF)

Latitude = 15°49'4.08"S

Longitude = 48° 6'11.64"O

Altitude = 1.100m

Data: 1987

#### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

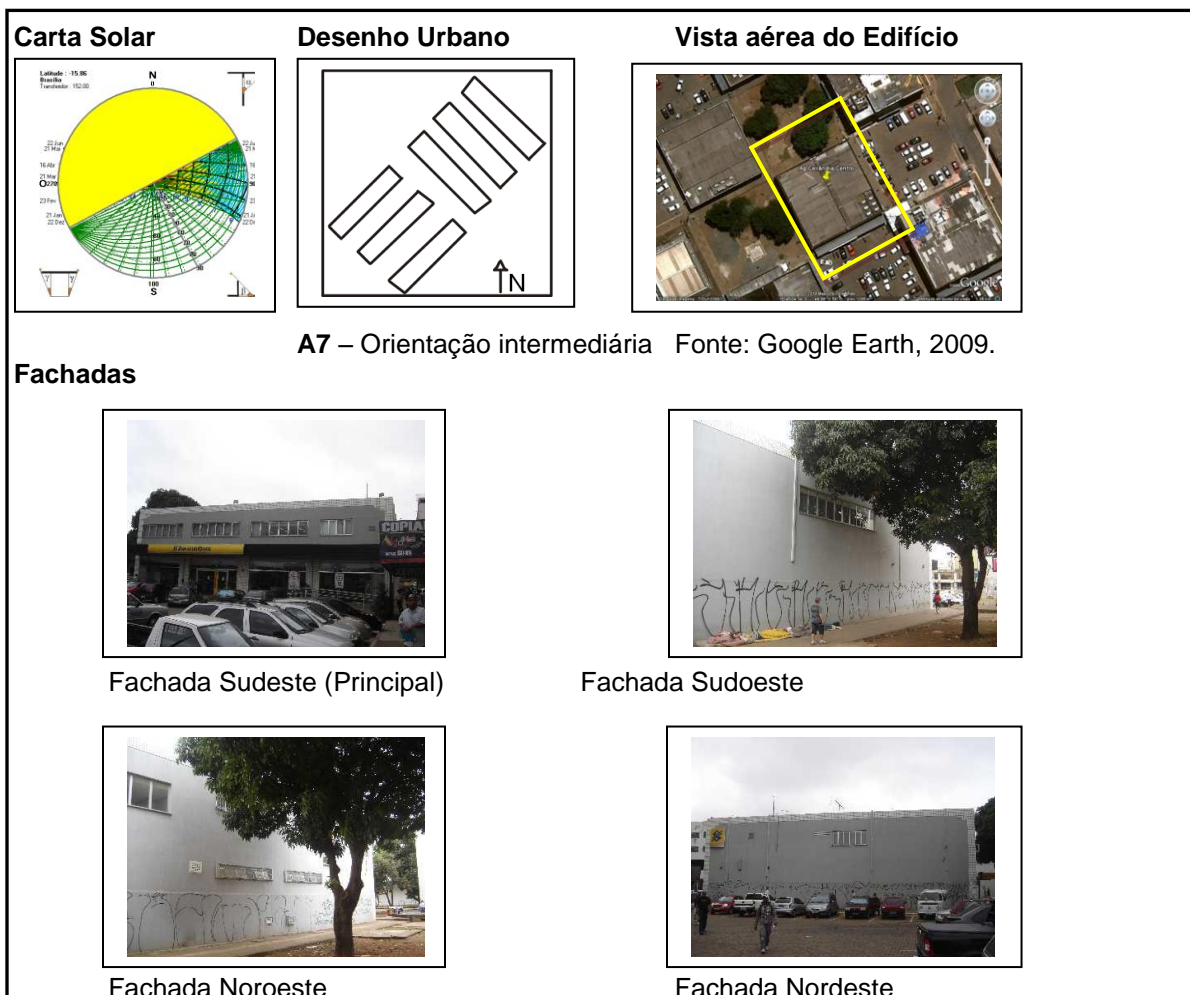
Média mensal (mínima): 15,4°C

Horas de insolação: 2.364 horas/ anuais

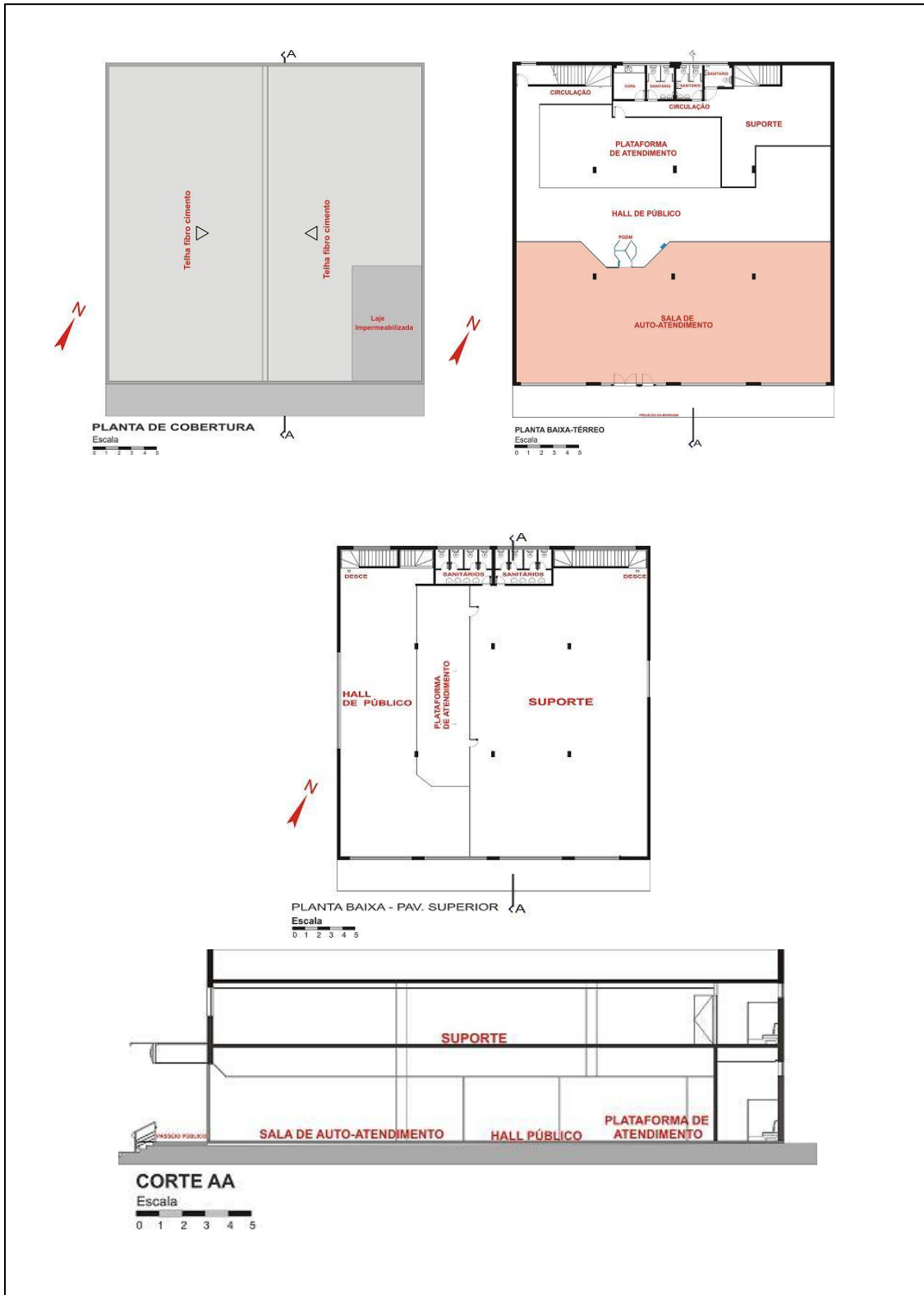
Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade média: 3 m/s.

Orientação solar da Fachada Principal: 152° (Sudeste)

#### Quadro D.3.1. Imagens da agência Ceilândia Centro.



**Quadro D.3.2. Plantas de Arquitetura – agência Ceilândia Centro.**



(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.3.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Ceilândia Centro (DF).

Nível	Parâmetros	Variáveis
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A7</b> - orientação intermediária
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B2</b> - Média (todas)
	<b>C</b> - Especularidade das Fachadas	<b>C3</b> – Baixa
	<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 90°
<b>II - Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E7</b> - Edifício dois pavimentos
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F1</b> – Até 25% de abertura
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G1</b> - Fachadas uniformes
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> - Beirais e marquises (Sudeste)
	<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I6</b> – não há
	<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J1</b> – Cruzada, mas com poucas áreas de abertura.
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L1</b> – unilateral
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta (Sudeste)
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical (Sudeste)
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P7</b> – Não há
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há (sem aberturas para ventilação natural)
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual

**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação predominante intermediária e está situada no centro comercial da cidade de Ceilândia (DF). Sendo que a fachada principal tem orientação Sudeste (152°). As principais aberturas estão orientadas para Sudeste. Tem a marquise com principal proteção solar externa no térreo dessa fachada. A SAA tem grande área de abertura com vidros temperados (Fachada Sudeste), portanto a sala tem abertura unilateral. No 1º pavimento existem aberturas nas quatro fachadas, sendo que a Fachada Sudeste tem a maior área de abertura. Edificação com planta quadrada e de dois pavimentos.

## APÊNDICE D.4. Diagrama Morfológico da agência Ceilândia Norte (DF)

(adaptado de AMORIM, 2007)

### Informações da Edificação:

Edificação: Agência Ceilândia Norte do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Ceilândia (DF)

Latitude = 15°49'14.15"S

Longitude = 48° 6'41.49"O

Altitude = 1.100m

Data: 2000

### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

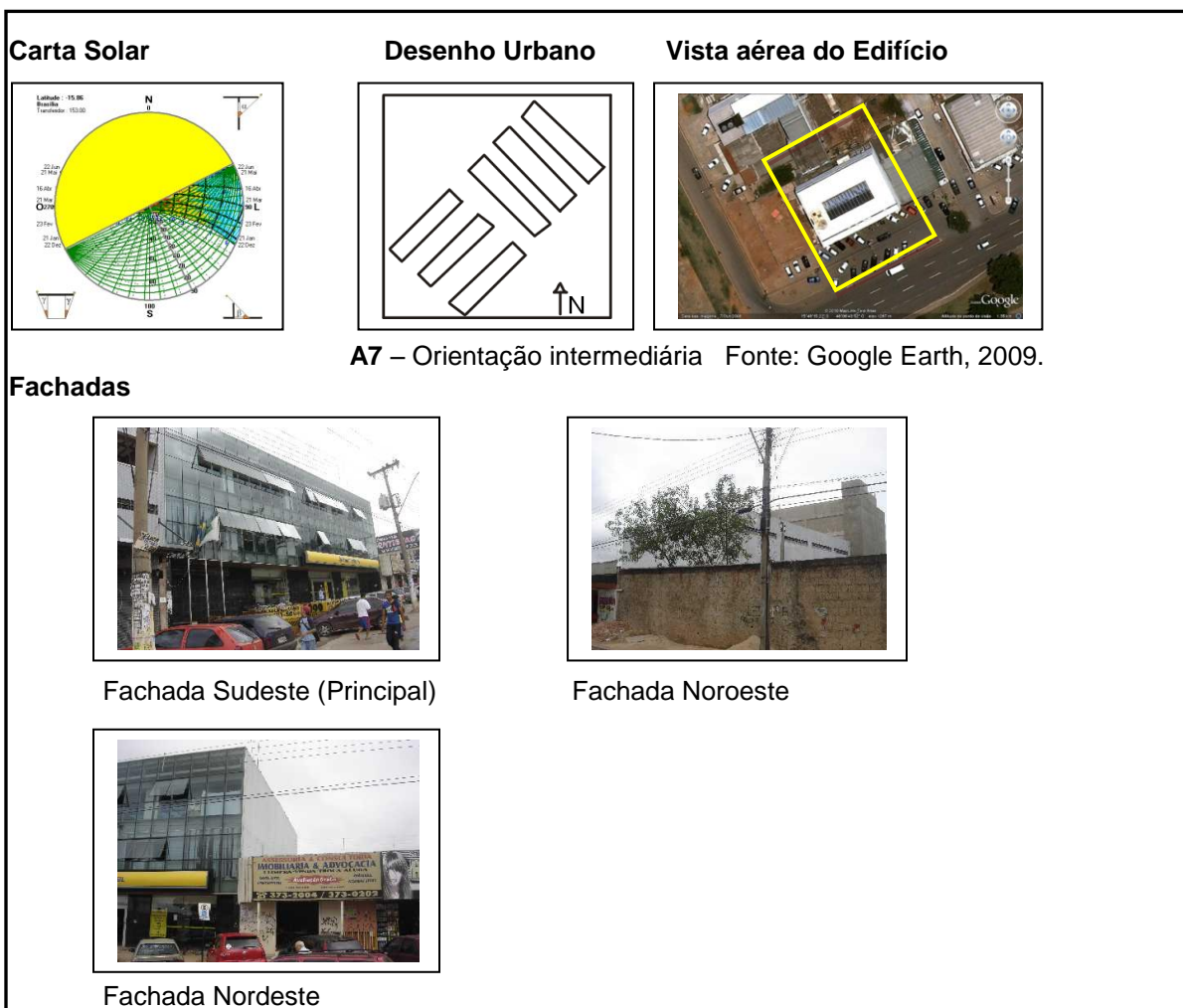
Média mensal (mínima): 15,4°C

Horas de insolação: 2.364 horas/ anuais

Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade média: 3 m/s.

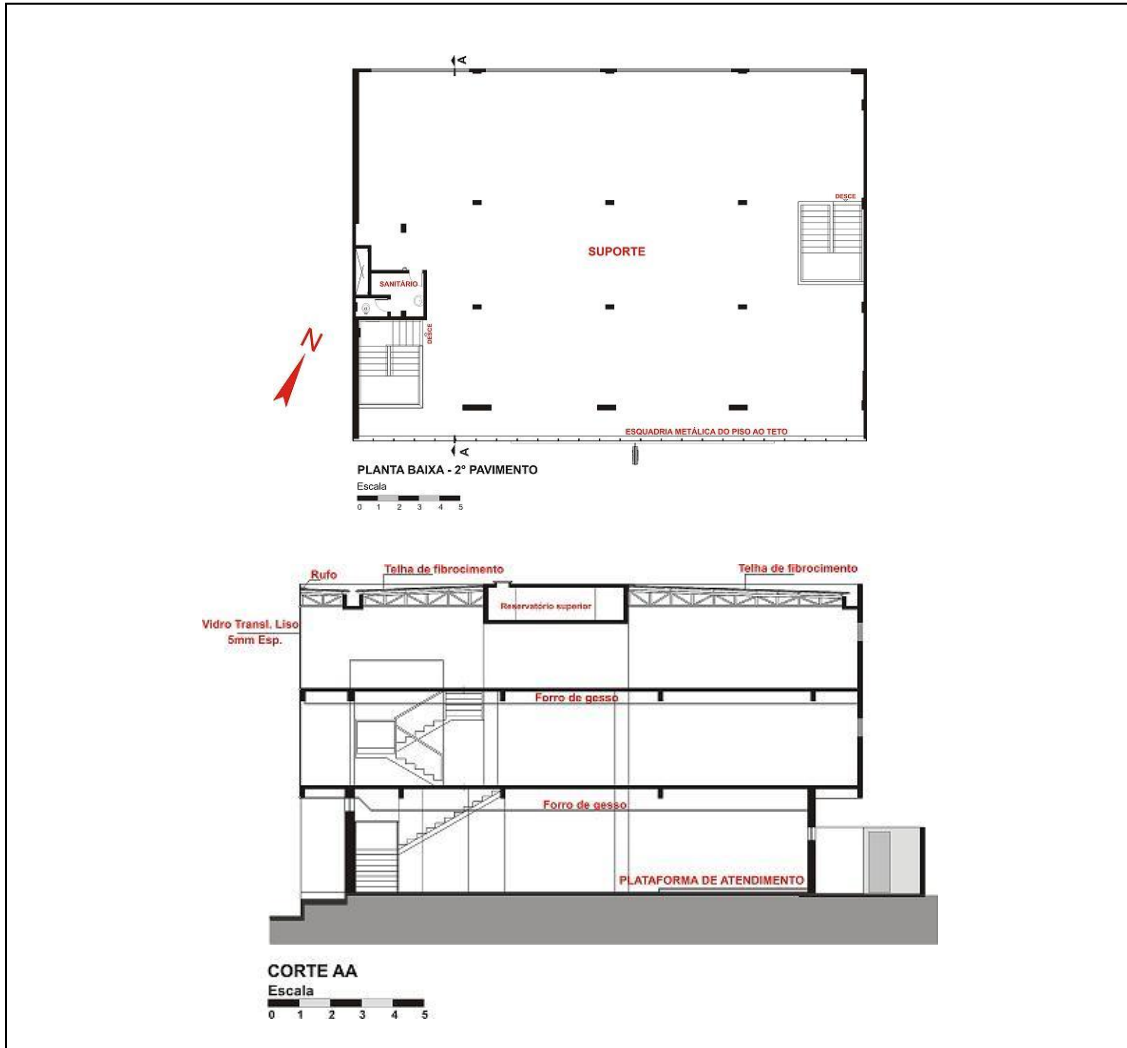
Orientação solar da Fachada Principal: 153° (Sudeste)

### Quadro D.4.1. Imagens da agência Ceilândia Norte.



**Quadro D.4.2. Plantas de Arquitetura – agência Ceilândia Norte.**





(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.4.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Ceilândia Norte (DF).

Nível	Parâmetros	Variáveis
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A7</b> - orientação intermediária
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B2</b> - Média (todas)
	<b>C</b> - Especificidade das Fachadas	<b>C1</b> – Alta (Sudeste) <b>C1</b> - Baixa (demais)
	<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 90° (Sudeste) <b>D1</b> – Menor que 30° (demais)
<b>II – Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E7</b> - Edifício três pavimentos
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F1</b> – Até 25% de abertura (fachada posterior) <b>F3</b> – De 50% a 75% de aberturas
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G3</b> - Fachadas não uniformes em relação ao espaço urbano
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> - Beirais (Sudeste, somente no térreo)
	<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I6</b> – não há
	<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J1</b> – Cruzada, mas com poucas áreas de abertura.
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L1</b> - unilateral
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta (Sudeste)
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical (Sudeste)
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P7</b> – Não há
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há (sem aberturas para ventilação natural)
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual

**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação predominante intermediária e está situada na avenida comercial da de Ceilândia (DF), bairro norte. Sendo que a fachada principal tem orientação Sudeste (153°). As principais aberturas estão orientadas para Sudeste. Tem o beiral como principal proteção solar externa no térreo dessa fachada. A SAA tem área de abertura com vidros temperados somente para a Fachada Sudeste, portanto a sala tem abertura unilateral. Nos demais pavimentos existem aberturas bilaterais (Fachadas Sudeste e Noroeste), sendo que a Fachada Sudeste tem a maior área de abertura com vidros verdes.



## APÊNDICE D.5. Diagrama Morfológico da agência Setor Comercial Sul (DF)

(adaptado de AMORIM, 2007)

### Informações da Edificação:

Edificação: Agência Setor Comercial Sul do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Brasília (DF)

Latitude = 15°47'51.08"S

Longitude = 47°53'23.13"O

Altitude = 1.100m

Data: 1980

### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

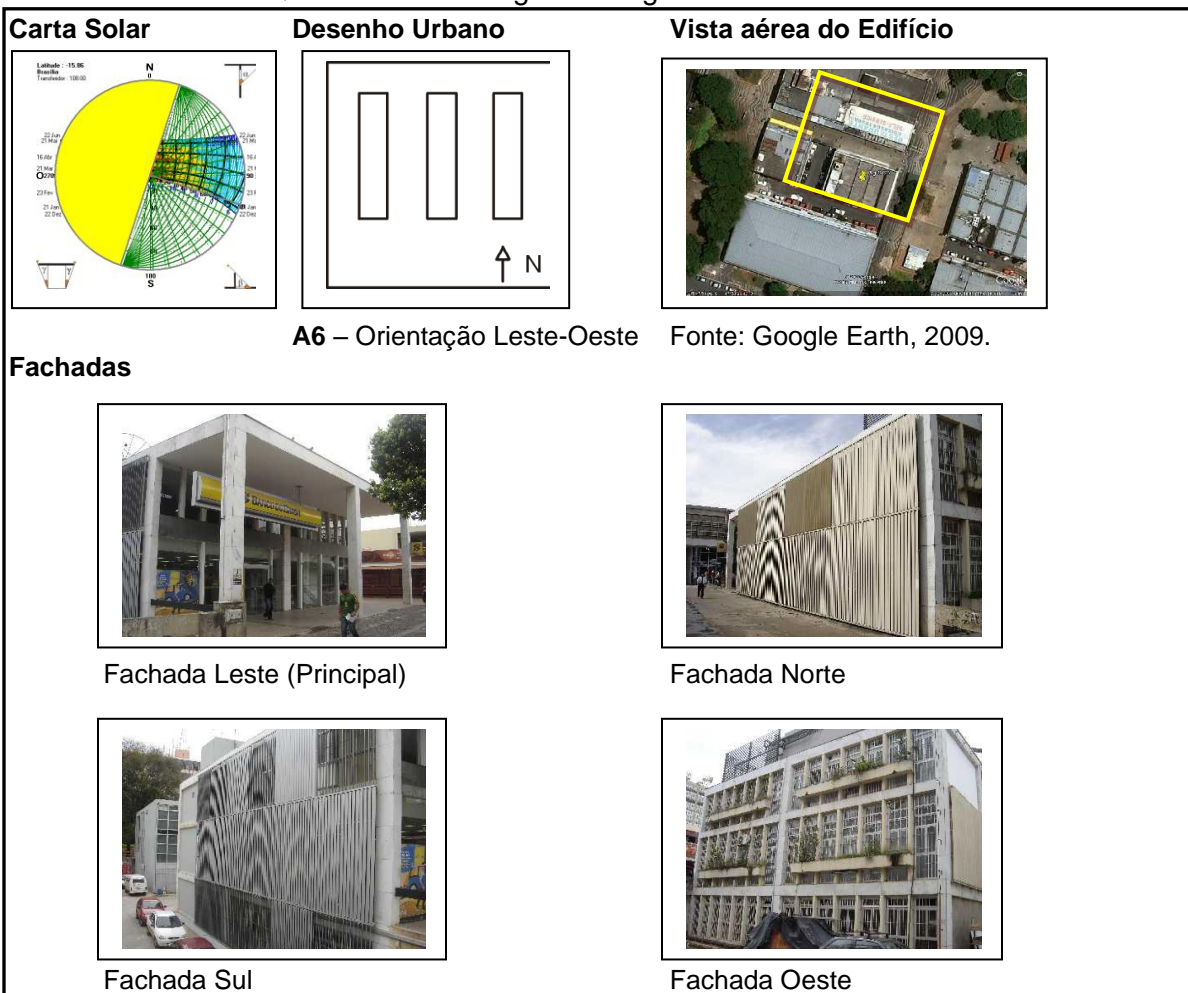
Média mensal (mínima): 15,4°C

Horas de insolação: 2.364horas/anuais

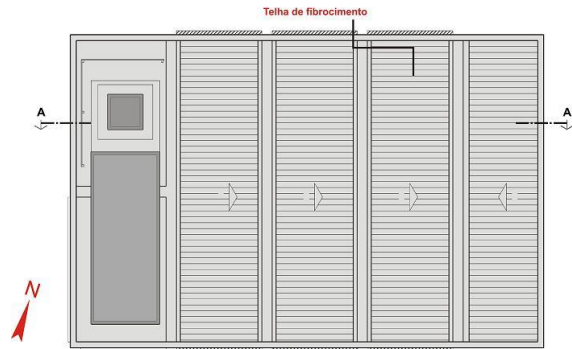
Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade média: 3 m/s.

Orientação solar da Fachada Principal: 108° (Leste)

### Quadro D.5.1. Imagens da agência Setor Comercial Sul.

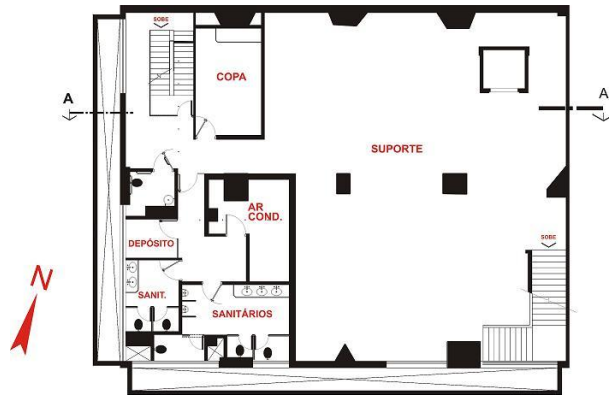


### Quadro D.5.2. Plantas de Arquitetura – agência Setor Comercial Sul.



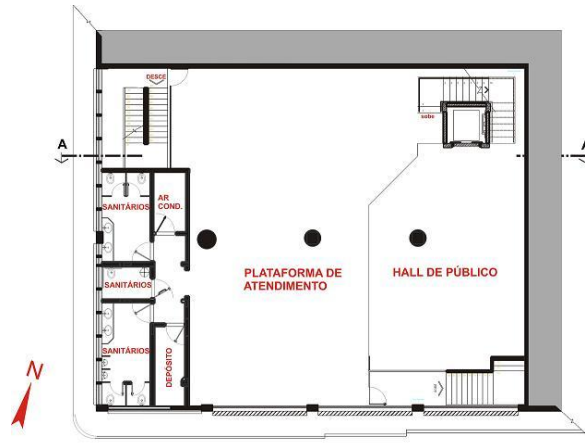
PLANTA DE COBERTURA

Escala  
0 1 2 3 4 5



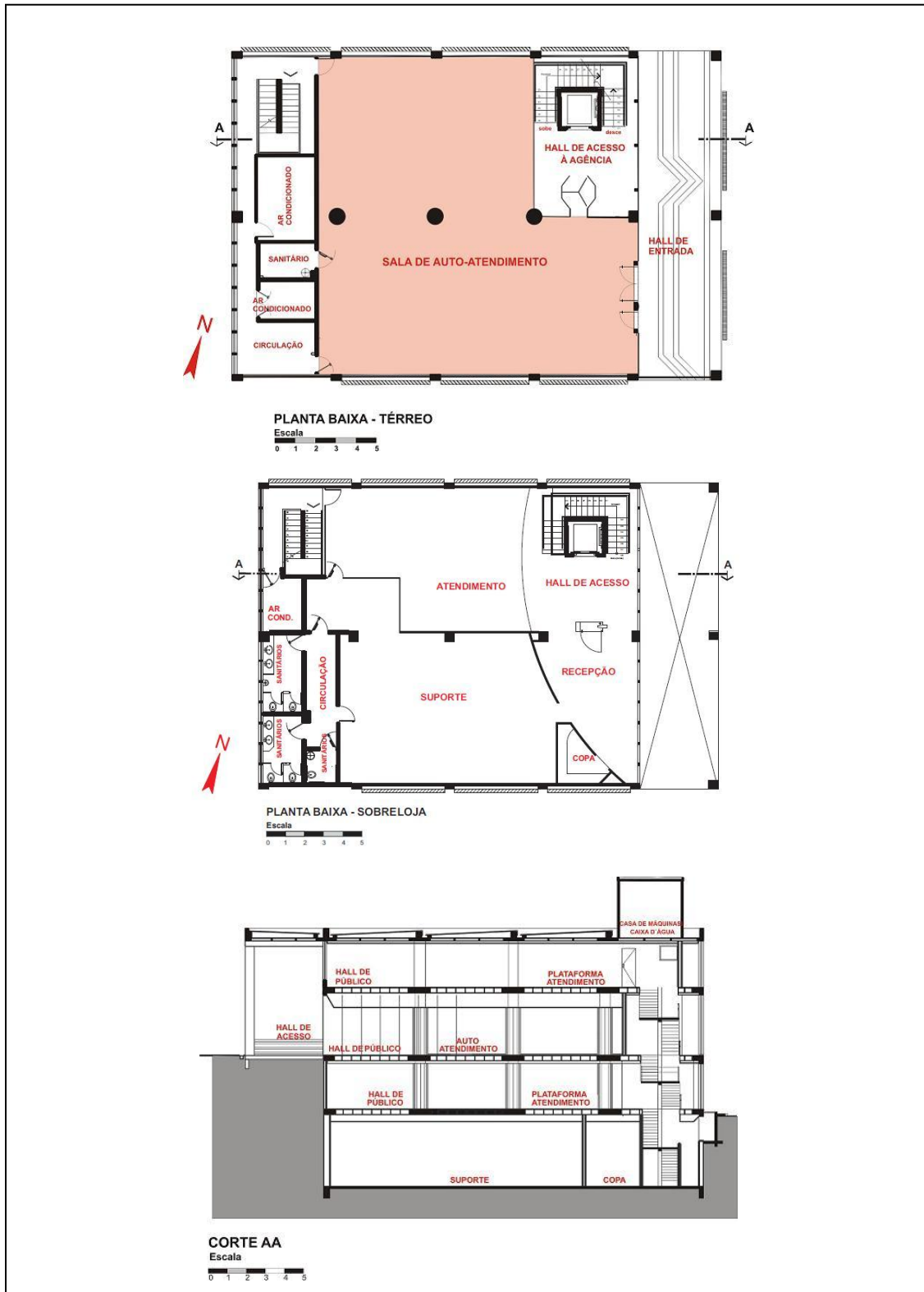
PLANTA BAIXA - 2º SUBSOLO

Escala  
0 1 2 3 4 5



PLANTA BAIXA - 1º SUBSOLO

Escala  
0 1 2 3 4 5



(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.5.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Setor Comercial Sul (DF).

Nível	Parâmetros	Variáveis
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A6</b> - orientação Leste-Oeste
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B2</b> - Média (todas)
	<b>C</b> - Especificidade das Fachadas	<b>C2</b> – Média (Oeste) <b>C1</b> - Baixa (demais)
	<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 30° a 60° (Norte e Sul) <b>D3</b> – De 60° a 90° (Leste e Oeste)
<b>II – Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E7</b> - Edifício quatro pavimentos
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F3</b> – De 50% a 75% de abertura (Leste/Norte/Sul) <b>F4</b> – Acima de 75% de aberturas
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G3</b> - Fachadas não uniformes em relação a orientação solar
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> – Marquise (Leste) <b>H2</b> – Brise (Norte e Sul) <b>H4 e H2</b> – Beiral e Brise (Oeste)
	<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I6</b> – não há
	<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J1</b> – Cruzada
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L4</b> – adjacentes
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta (Leste/Norte/Sul)
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical (Leste/Norte/Sul)
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P6</b> – Cortina e vidro jateado
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há (sem aberturas para ventilação natural)
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual

**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação predominante Leste-oeste e está situada no Setor Comercial Sul no Plano Piloto de Brasília. Sendo que a fachada principal tem orientação Leste (108°). As aberturas dessa fachada são protegidas por uma marquise (pé-direito superior a 5 metros). As principais aberturas estão orientadas para Norte e Sul, tendo como principal elemento de proteção solar externa brises verticais móveis. A SAA tem área de abertura com vidros temperados somente para a Fachada Leste e nas demais fachadas (Norte e Sul) tem vidros comuns com esquadria de alumínio, portanto a sala tem abertura adjacentes e bilaterais. Nos demais pavimentos a principal aberturar são considerada bilaterais (Fachadas Norte e Sul), sendo que a Fachada Oeste tem uma grande área de abertura com vidros comuns jateados. Essa fachada é protegida pelos berais e pelo recuo da esquadria de vidro.

## APÊNDICE D.6. Diagrama Morfológico da agência Sobradinho (DF)

(adaptado de AMORIM, 2007)

### Informações da Edificação:

Edificação: Agência Sobradinho do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Sobradinho (DF)

Latitude = 15°39'3.79"S

Longitude = 47°47'32.43"O

Altitude = 1.100m

Data: 1980

### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

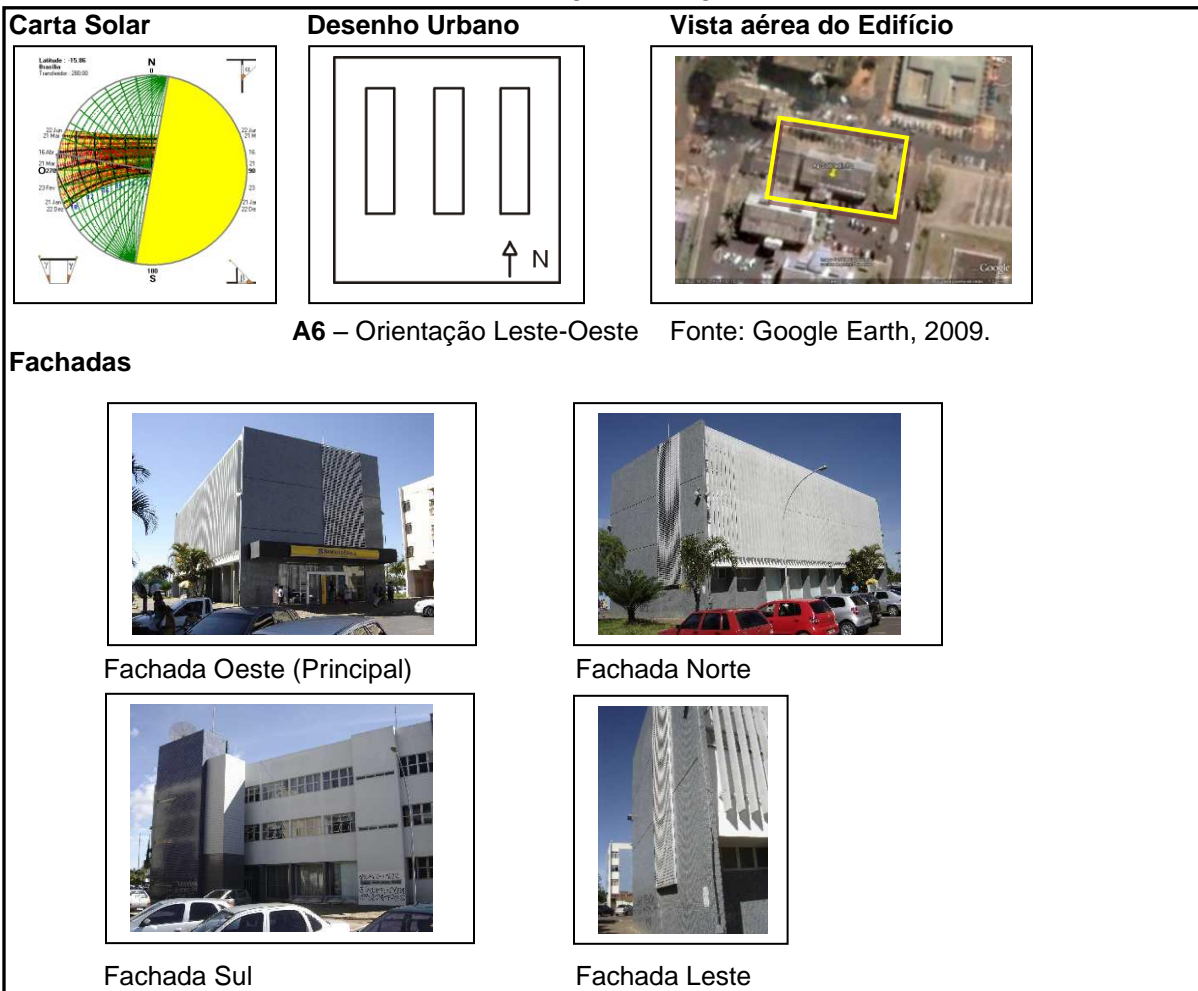
Média mensal (mínima): 15,4°C

Horas de insolação: 2.364 horas/ anuais

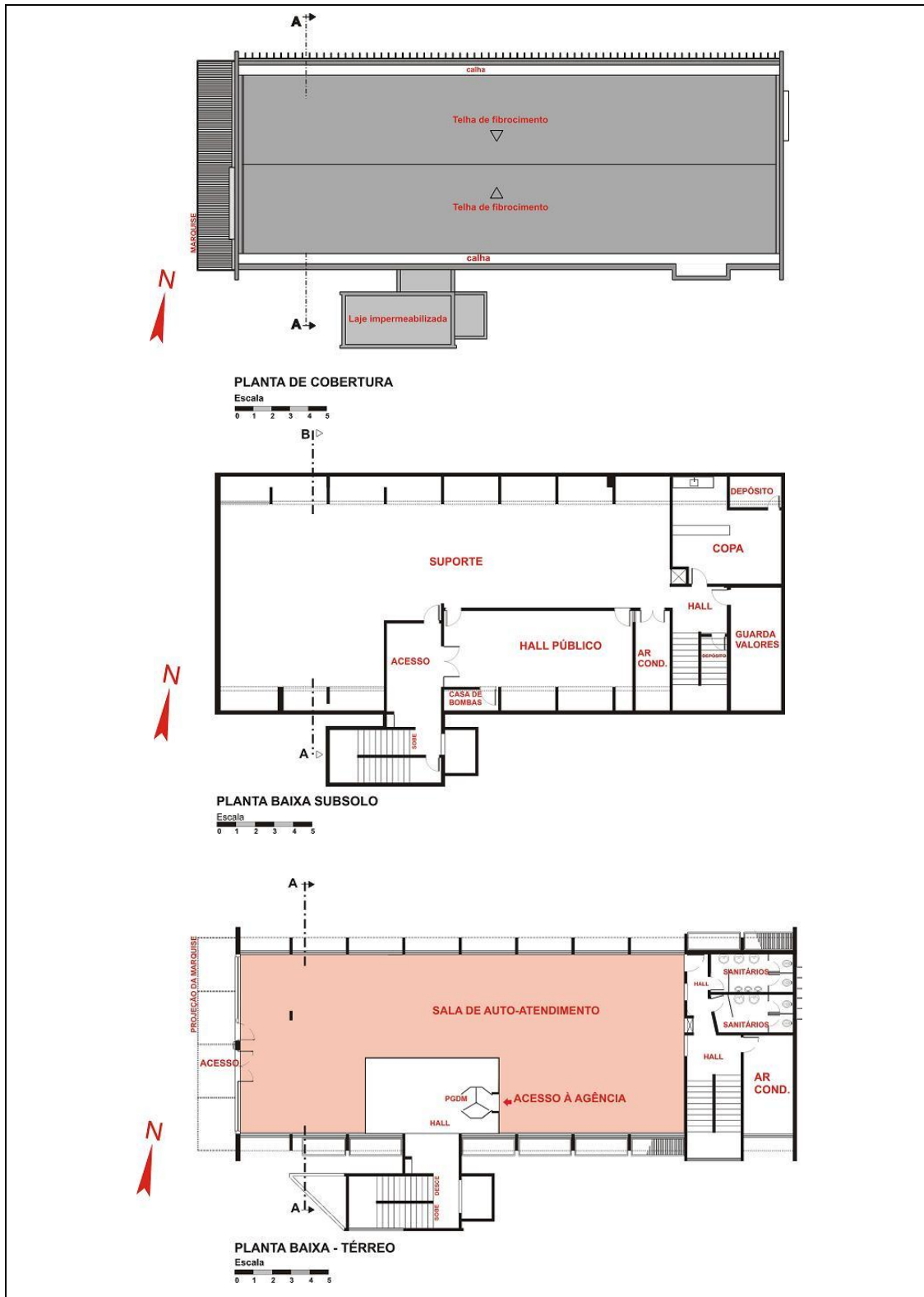
Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade média: 3 m/s.

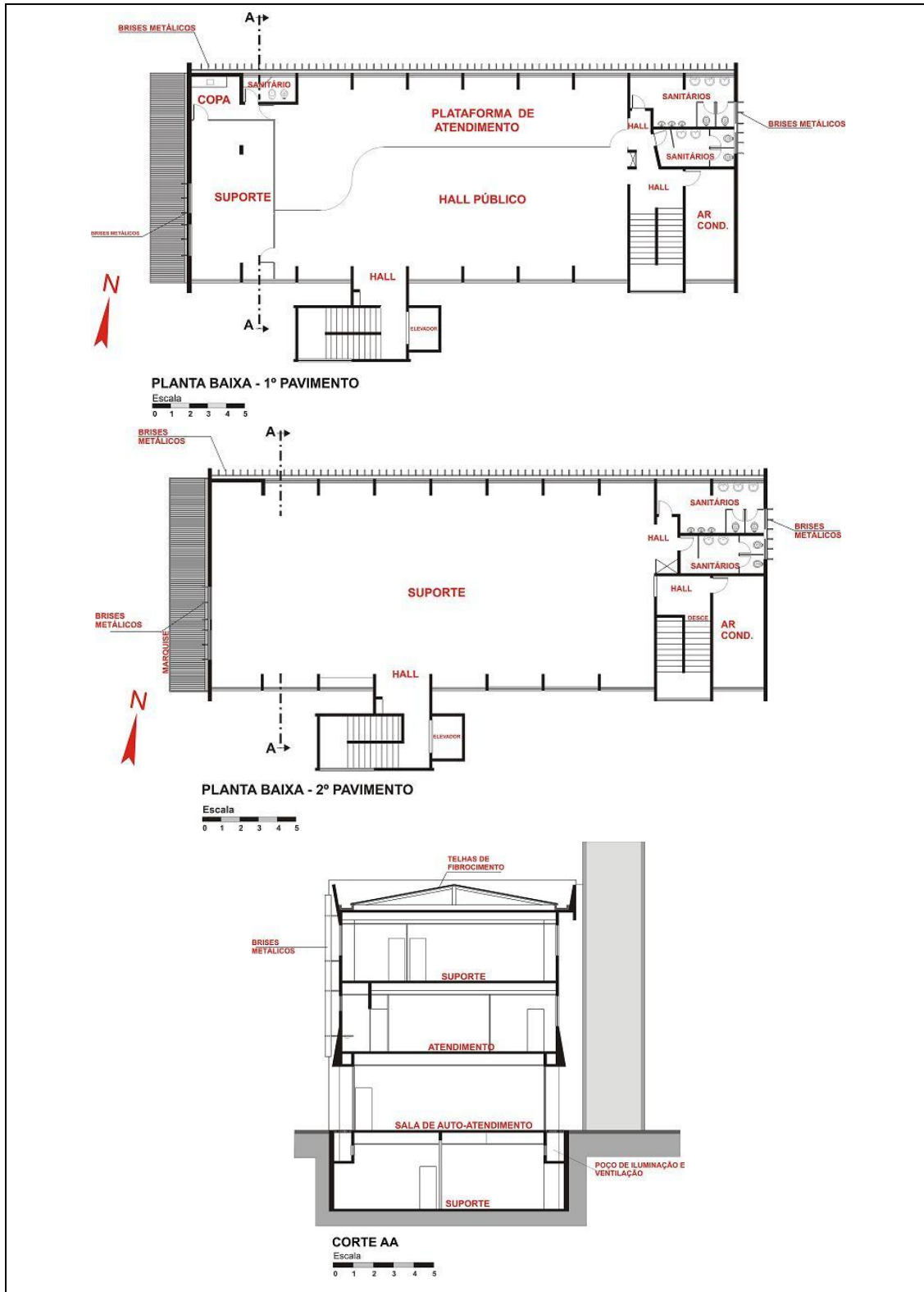
Orientação solar da Fachada Principal: 280° (Oeste)

### Quadro D.6.1. Imagens da agência Sobradinho.



Quadro D.6.2. Plantas de Arquitetura – agência Sobradinho DF.





(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.6.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Sobradinho (DF).

Nível	Parâmetros	Variáveis
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A7</b> - orientação Leste-Oeste
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B1</b> - Alta (Noroeste e Sudeste) <b>B2</b> – Média
	<b>C</b> - Especularidade das Fachadas	<b>C3</b> – Baixa
	<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 90°
<b>II - Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E7</b> - Edifício três pavimentos e subsolo
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F2</b> – Entre 25% a 50% de aberturas
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G2</b> - Fachadas não uniformes em relação a orientação solar
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> - Marquises (Oeste) <b>H2</b> – Brises (Norte/Oeste/Leste) <b>H4</b> – Beiral (Norte/Sul)
	<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I6</b> – Não há
	<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J1</b> – Cruzada
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L4</b> – Adjacente
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta (Norte/Sul/Oeste)
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical (Norte/Sul/Oeste)
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P3</b> – Beiral (Norte/Sul) <b>P6</b> – Película jateada (Norte)
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há (sem aberturas para ventilação natural)
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual

**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação predominante Norte-Sul, apesar da fachada principal ter orientação Oeste (280°). Ela está situada no Setor Comercial de Sobradinho (DF). As aberturas dessa fachada são protegidas por uma marquise (pé-direito até 3 metros) brises mistos (pavimentos superiores). As principais aberturas estão orientadas para Norte e Sul, tendo como principal elemento de proteção solar externa os brises horizontais (Fachada Norte). A SAA tem área de abertura com vidros temperados com orientação solar para três fachadas (Norte/Sul/Oeste), sendo: Norte e Sul, aberturas acima de 30% e o beiral como elemento de proteção; Oeste abertura acima de 25% e a marquise como elemento de proteção. Portanto essa sala tem aberturas: bilaterais e adjacentes.



## APÊNDICE D.7. Diagrama Morfológico da agência CNB Taguatinga (DF) – antiga edificação

(adaptado de AMORIM, 2007)

### Informações da Edificação:

Edificação: Agência CNB Taguatinga do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Taguatinga (DF)

Latitude = 15°49'14.66"S

Longitude = 48° 3'43.08"O

Altitude = 1.100m

Data: 1998

### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

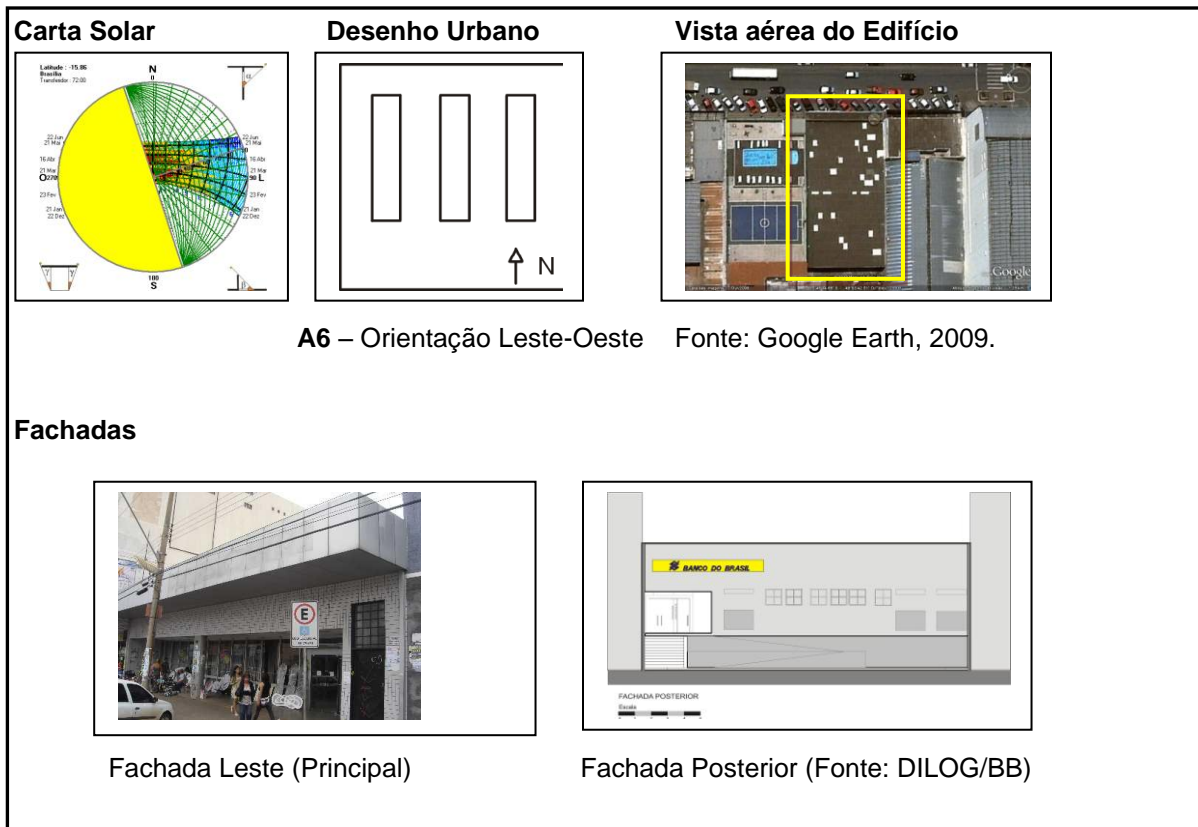
Média mensal (mínima): 15,4°C

Horas de insolação: 2.364horas/anuais

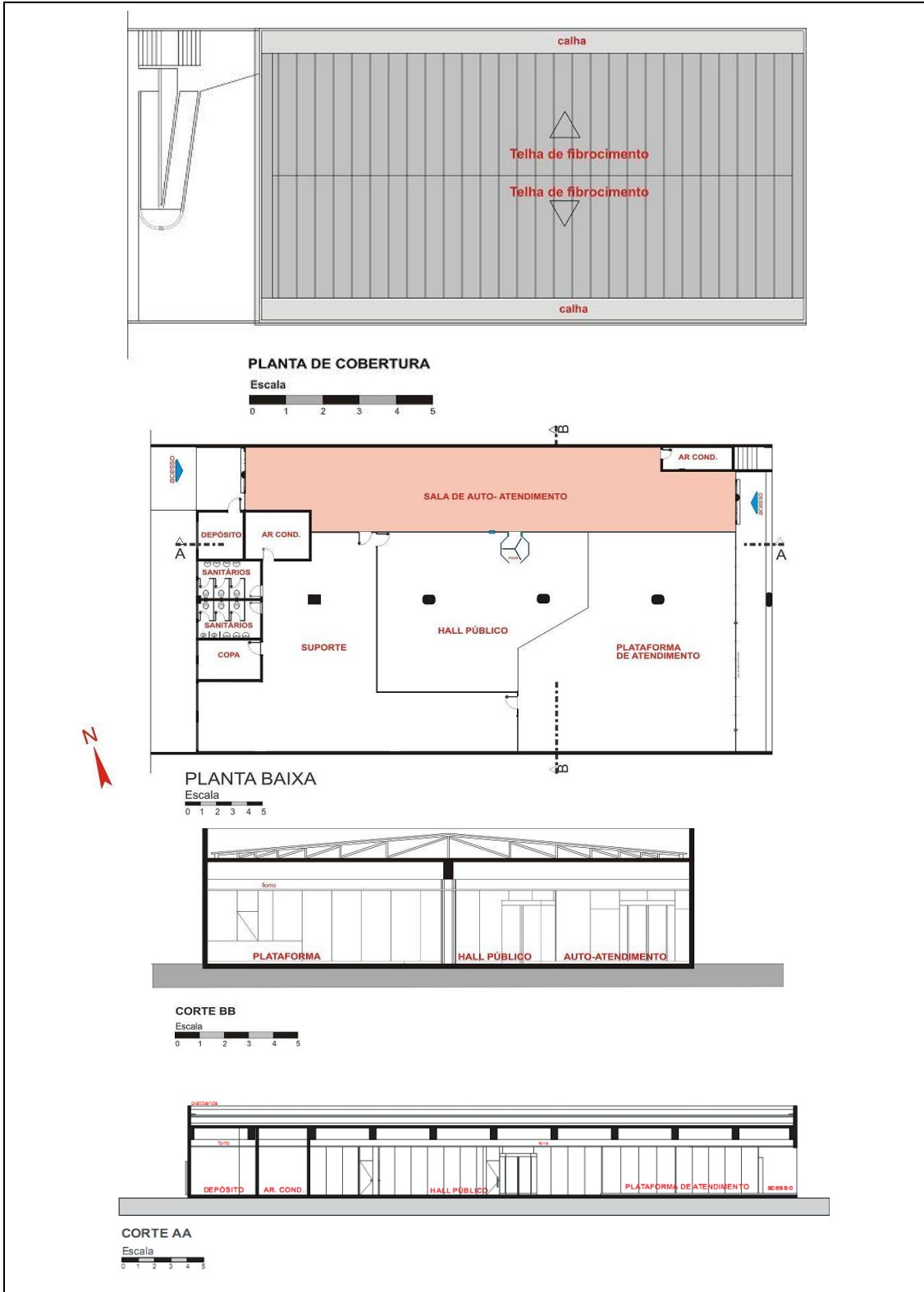
Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade: 3 m/s

Orientação solar da Fachada Principal: 72°

**Quadro D.7.1.** Imagens da agência CNB Taguatinga.



Quadro D.7.2. Plantas de Arquitetura – agência Taguatinga CNB 12.



(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.7.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Taguatinga CNB 12 (DF).

Nível	Parâmetros	Variáveis
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A6</b> - Orientação Leste-Oeste
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B2</b> - Média (Leste/Oeste)
		Demais fachadas em contato c/outro edifício
	<b>C</b> - Especularidade das Fachadas	<b>C3</b> - Baixa (Leste/Oeste)
<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 90° (Leste/Oeste)	
<b>II – Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E2</b> - Edifício térreo
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F1</b> - Até 25% de aberturas (Oeste)
		<b>F2</b> - De 25 a 50% de abertura (Leste)
		<b>F1</b> - Até 25% de abertura (Oeste)
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G3</b> - Fachadas não uniformes em relação ao espaço urbano
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> - Beirais e marquises (Leste)
		<b>H7</b> - Não há (Oeste)
<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I6</b> - Não há (térreo)	
<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J4</b> - Abertura única, mas com poucas áreas de abertura.	
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L1</b> - Unilateral
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P3</b> - Marquise (Leste/Oeste)
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há.
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual

**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação predominante Leste-Oeste, tendo a fachada principal orientação Leste (72°). Ela está situada na Avenida Comercial em Taguatinga Norte (DF). As aberturas dessa fachada são protegidas por uma marquise (pé-direito até 3 metros). Na Fachada Oeste não tem nenhuma proteção solar externa nas aberturas. A SAA tem área de abertura com vidros temperados com orientação solar para Leste e para Oeste, mas com planta profunda, portanto sendo consideradas aberturas unilaterais. Aberturas com percentuais acima de 30%. Duas fachadas estão em contato com outras edificações, não tem aberturas nessas fachadas.

## APÊNDICE D.8. Diagrama Morfológico da agência Taguatinga Norte (DF)

(adaptado de AMORIM, 2007)

### Informações da Edificação:

Edificação: Agência Taguatinga Norte do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Taguatinga (DF)

Latitude = 15°48'34.00"S

Longitude = 48° 3'56.56"O

Altitude = 1.100m

Data: 1982

### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

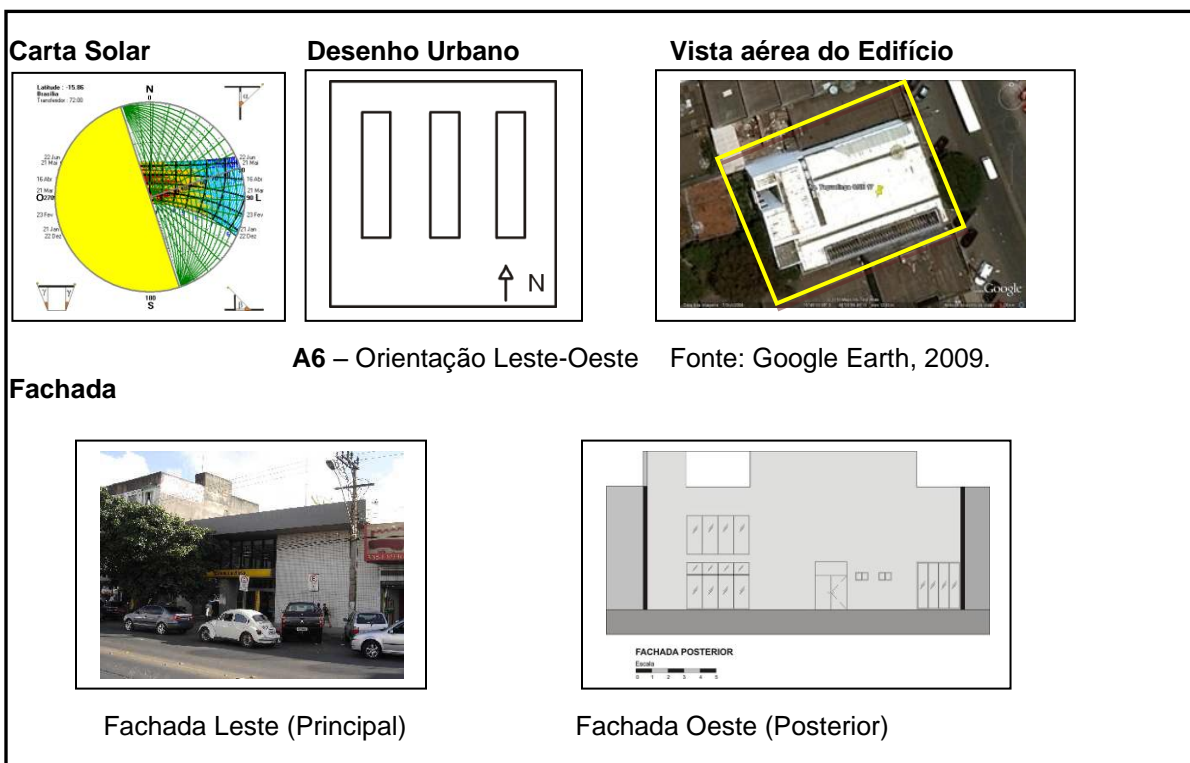
Média mensal (mínima): 15,4°C

Horas de insolação: 2.364horas/anuais

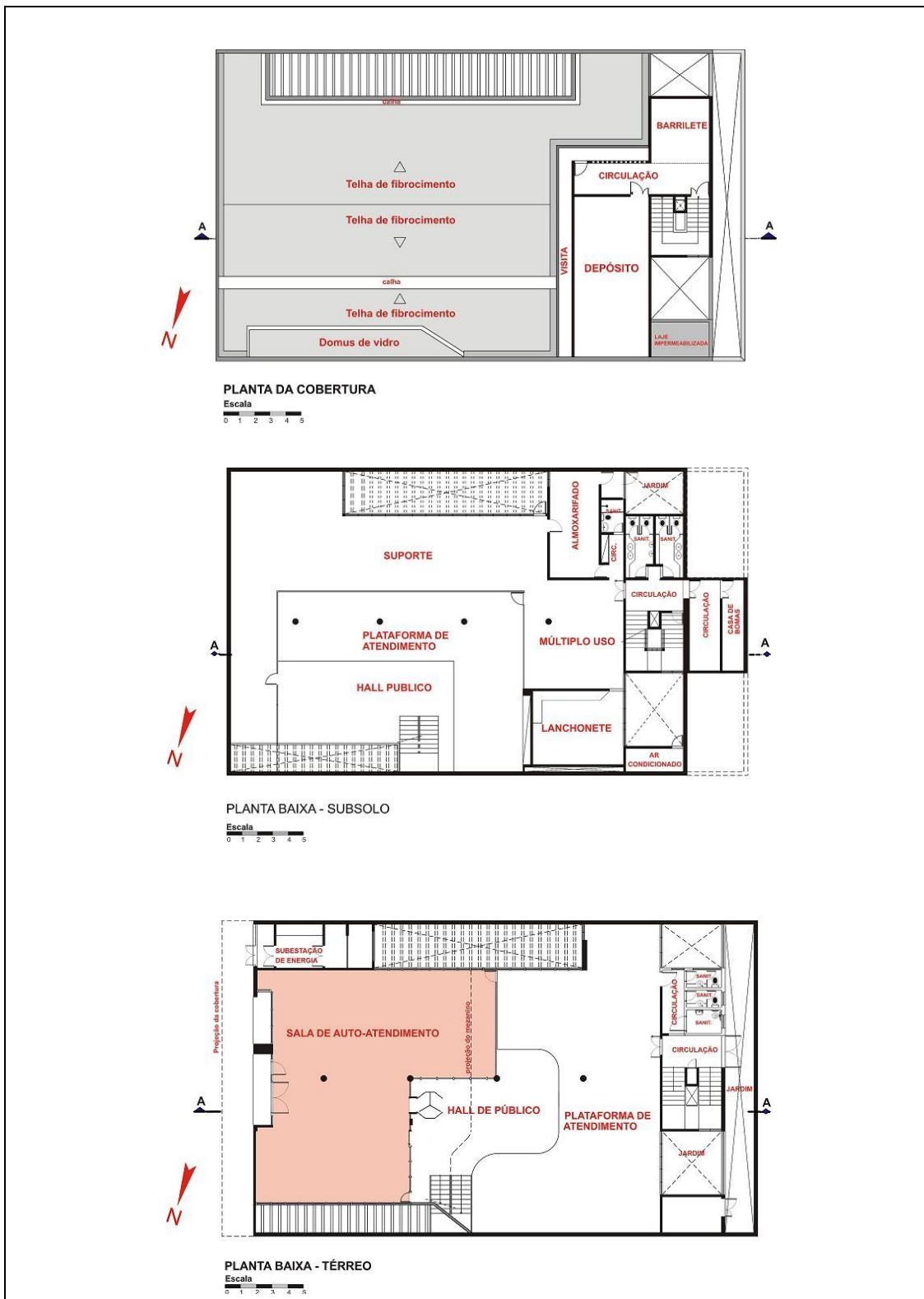
Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade: 3 m/s

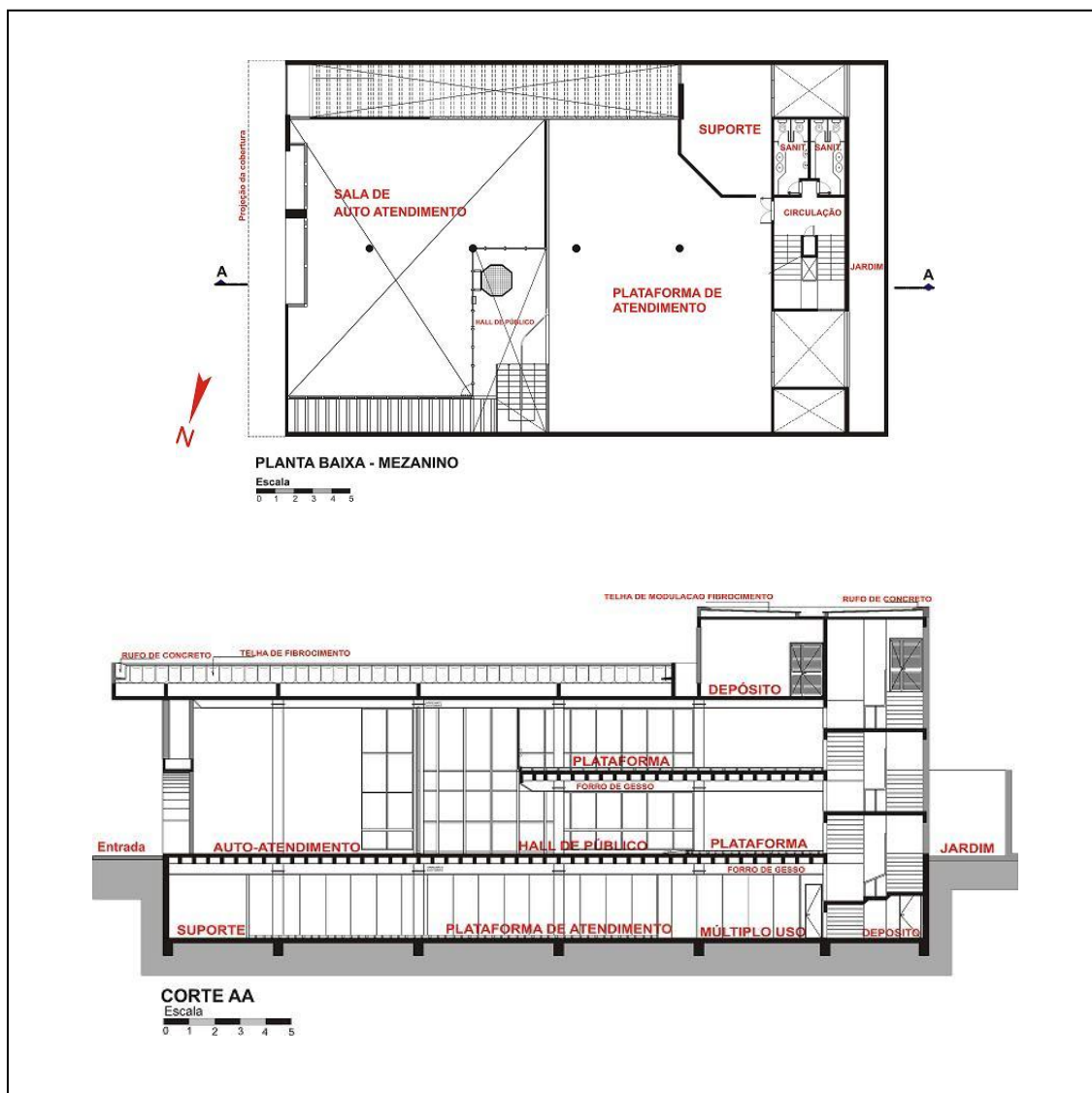
Orientação solar da Fachada Principal: 72° (Leste)

### Quadro D.8.1. Imagens da agência Taguatinga Norte.



Quadro D.8.2. Plantas de Arquitetura – agência Taguatinga Norte.





(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.8.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Taguatinga Norte.

<b>Nível</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Variáveis</b>
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A6</b> - Orientação Leste-Oeste
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B2</b> - Média (Leste/Oeste)
		Demais fachadas em contato c/outro edifício
	<b>C</b> - Especularidade das Fachadas	<b>C3</b> - Baixa (Leste/Oeste)
<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 90° (Leste) <b>D1</b> - Menor que 30° (Oeste)	
<b>II – Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E1</b> - Edifício com planta profunda
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F1</b> - Até 25% de aberturas (Oeste)
		<b>F2</b> - De 25 a 50% de abertura (Leste/Sul/Oeste)
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G3</b> - Fachadas não uniformes em relação ao espaço urbano
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> - Beirais e marquises (Leste)
		<b>H4</b> - Beirais (Sul)
	<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I4</b> - Cobertura translúcida <b>I5</b> - Poço de luz (Sul)
<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J6</b> - Abertura adjacente.	
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L4</b> - Adjacente
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P3</b> - Beiral (Leste/Sul)
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há.
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual

**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação predominante Leste-Oeste, tendo a fachada principal orientação Leste (72°). Ela está situada na Avenida Comercial em Taguatinga Norte (DF). As aberturas da Fachada Principal (Leste) são protegidas por beirais. Na Fachada Oeste nos pavimentos superiores não tem nenhuma proteção solar externa nas aberturas, somente no térreo há um recuo protegendo-as. A SAA tem área de abertura com vidros temperados com orientação solar para Leste e Sul, portanto aberturas adjacentes. Mas essa última fachada está muito próxima do edificação vizinha, prejudicando um melhor

aproveitamento da luz natural. Aberturas com percentuais acima de 30%.A Fachadas Oeste está em contato com outra edificação, sendo que a iluminação nessa fachada é feita na forma zenital (dômus de vidro).



## APÊNDICE D.9. Diagrama Morfológico da agência Taguatinga Sul (DF)

(adaptado de AMORIM, 2007)

### Informações da Edificação:

Edificação: Agência Taguatinga Sul do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Taguatinga (DF)

Latitude = 15°50'50.61"S

Longitude = 48° 2'32.49"O

Altitude = 1.100m

Data: 1999

### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

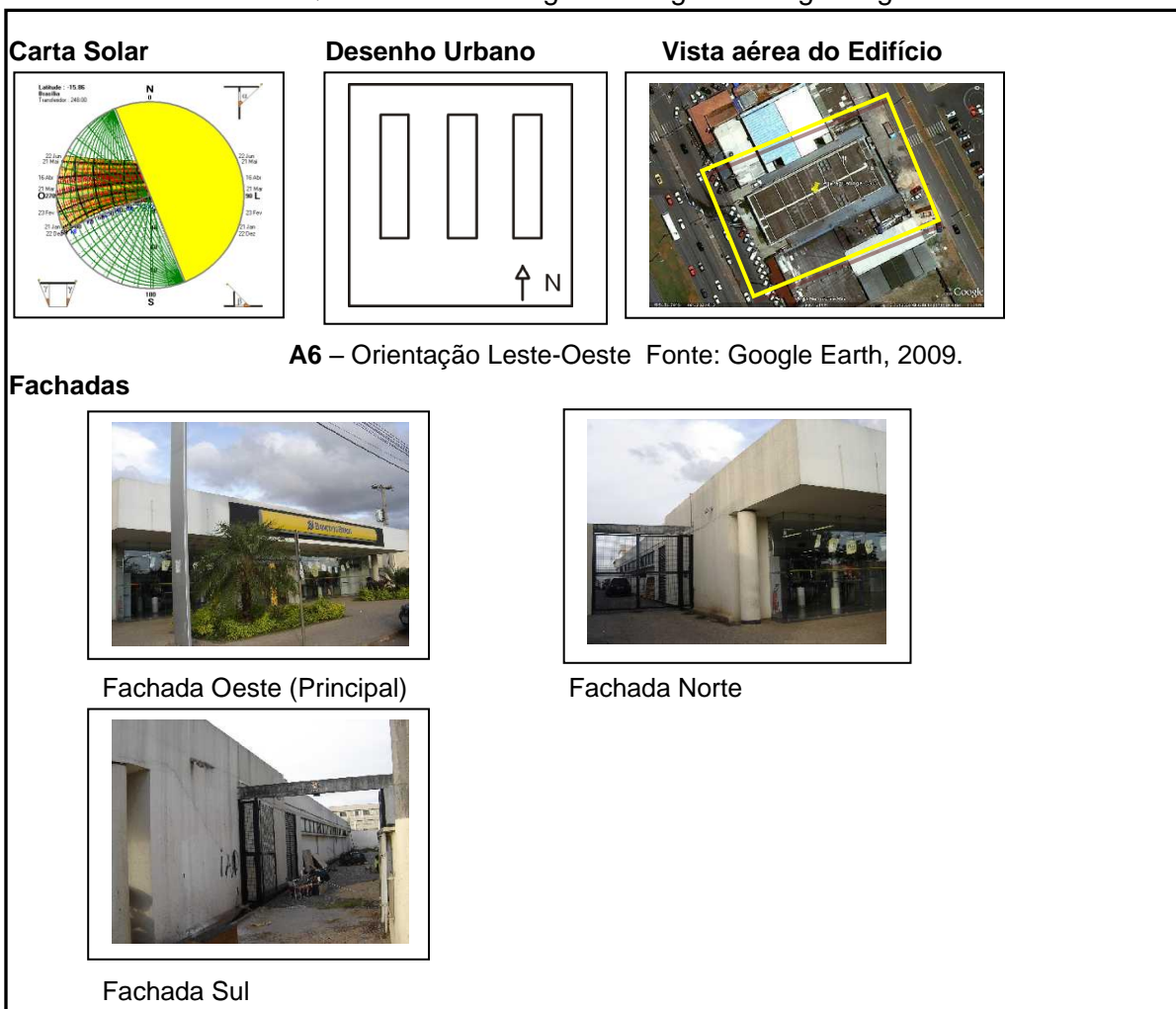
Média mensal (mínima): 15,4°C

Horas de insolação: 2.364horas/anuais

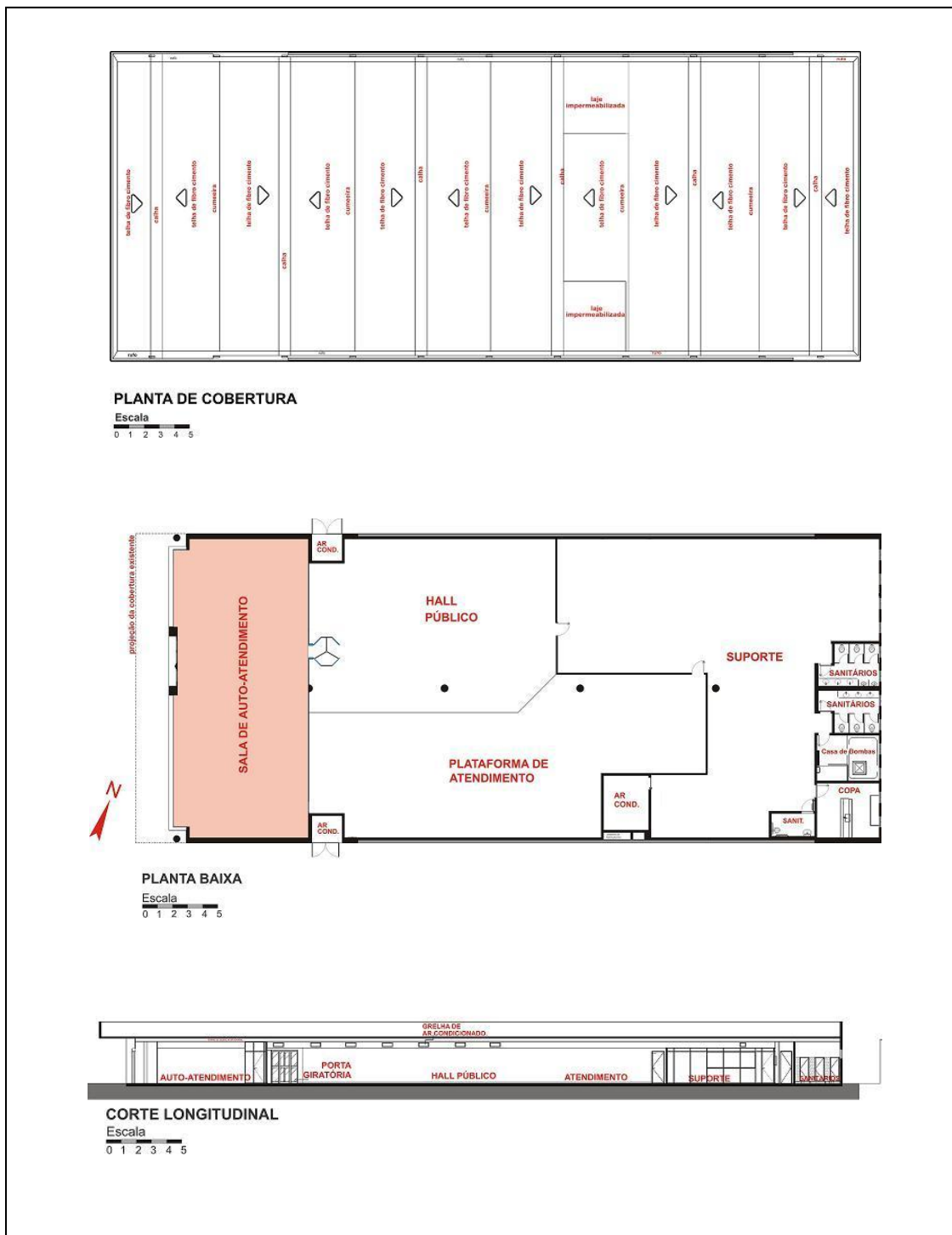
Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade média: 3 m/s.

Orientação solar da Fachada Principal: 248°

### Quadro D.9.1. Imagens da agência Taguatinga Sul



**Quadro D.9.2.** Plantas de Arquitetura – agência Taguatinga Sul.



(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.9.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Taguatinga Sul.

	<b>Parâmetros</b>	<b>Variáveis</b>
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A6</b> - Orientação Leste-Oeste
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B1</b> - Alta (Norte/Leste/Sul)
		<b>B2</b> - Média (Oeste)
	<b>C</b> - Especularidade das Fachadas	<b>C3</b> - Baixa (Norte/Leste/Sul)
		<b>C2</b> - Média (Oeste)
<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 90° (Oeste)	
	<b>D1</b> - Ângulo de 30° a 60°	
<b>II – Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E2</b> - Edifício térreo
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F1</b> - Até 25% de aberturas (Norte/Leste/Sul)
		<b>F3</b> - De 50 a 75% de abertura (Oeste)
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G3</b> - Fachadas não uniformes em relação ao espaço urbano
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> - Beirais e marquises (Oeste)
		<b>H7</b> - Não há (Norte/Leste/Sul)
	<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I6</b> - Não há (térreo)
<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J4</b> - Abertura única, mas com poucas áreas de abertura.	
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L1</b> - Unilateral
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical (térreo)
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P3</b> - Marquise (Oeste)
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há.
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual

**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação predominante Leste-Oeste, tendo a fachada principal orientação Oeste (248°). Ela está situada na Avenida Comercial Sul em Taguatinga Sul (DF). As aberturas da Fachada Principal (Oeste) são protegidas por marquise

(pé-direito até 3 m). As demais fachadas não têm proteção externa nas aberturas. A SAA tem área de abertura com vidros temperados com orientação solar para Oeste, portanto abertura unilateral.

## APÊNDICE D.10. Diagrama Morfológico da agência Universidade de Brasília (DF)

(adaptado de AMORIM, 2007)

### Informações da Edificação:

Edificação: Agência Universidade de Brasília do Banco do Brasil (DF)

Tipologia: Agência bancária

Localização: Brasília (DF)

Latitude = 15°45'53.76"S

Longitude = 47°52'12.97"O

Altitude = 1.100m

Data: 1991

### Clima Regional:

Tipo: Tropical de altitude

Temperatura média anual: 21°C

Média mensal (máxima): 27°C

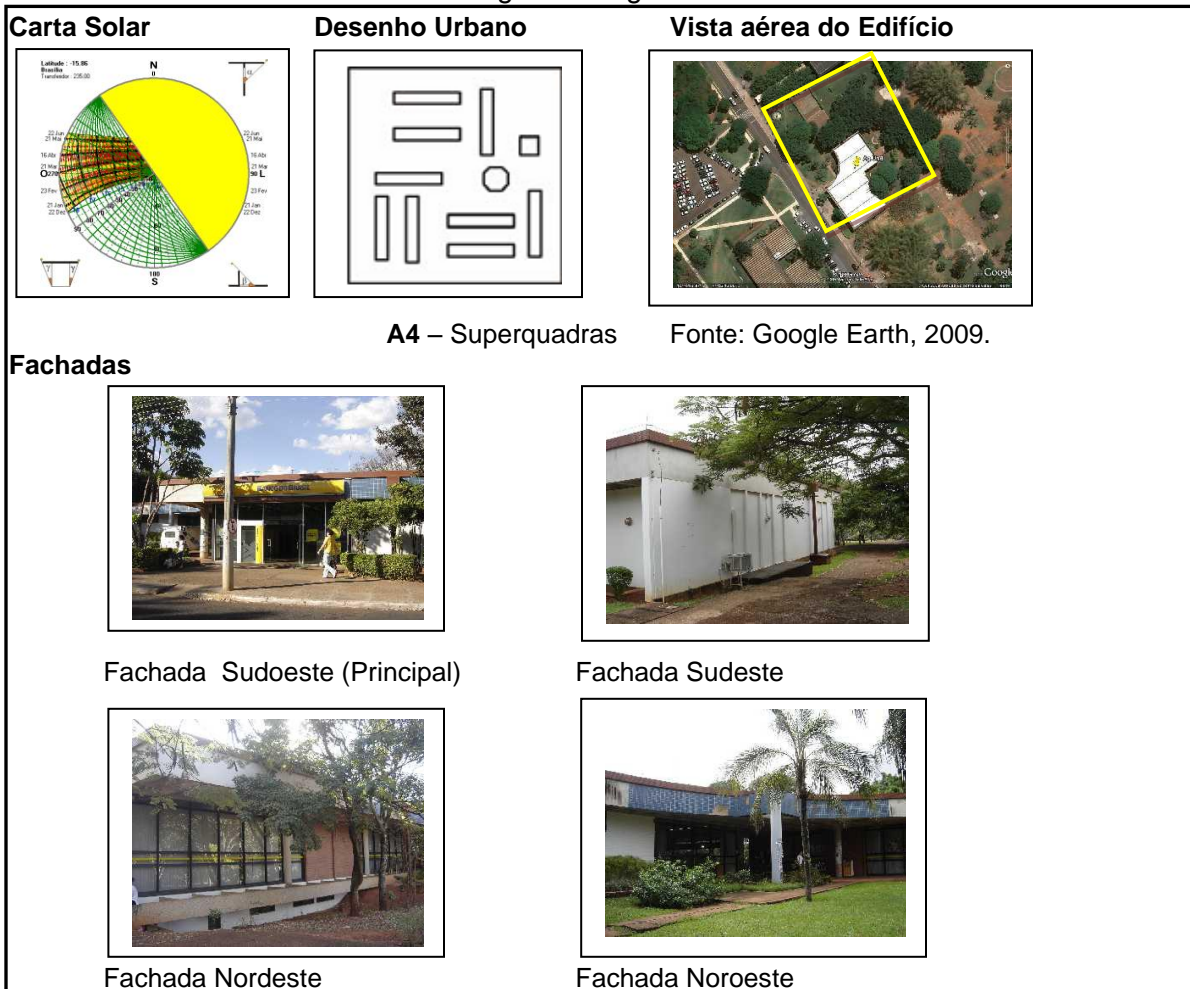
Média mensal (mínima): 15,4°C

Horas de insolação: 2.364horas/anuais

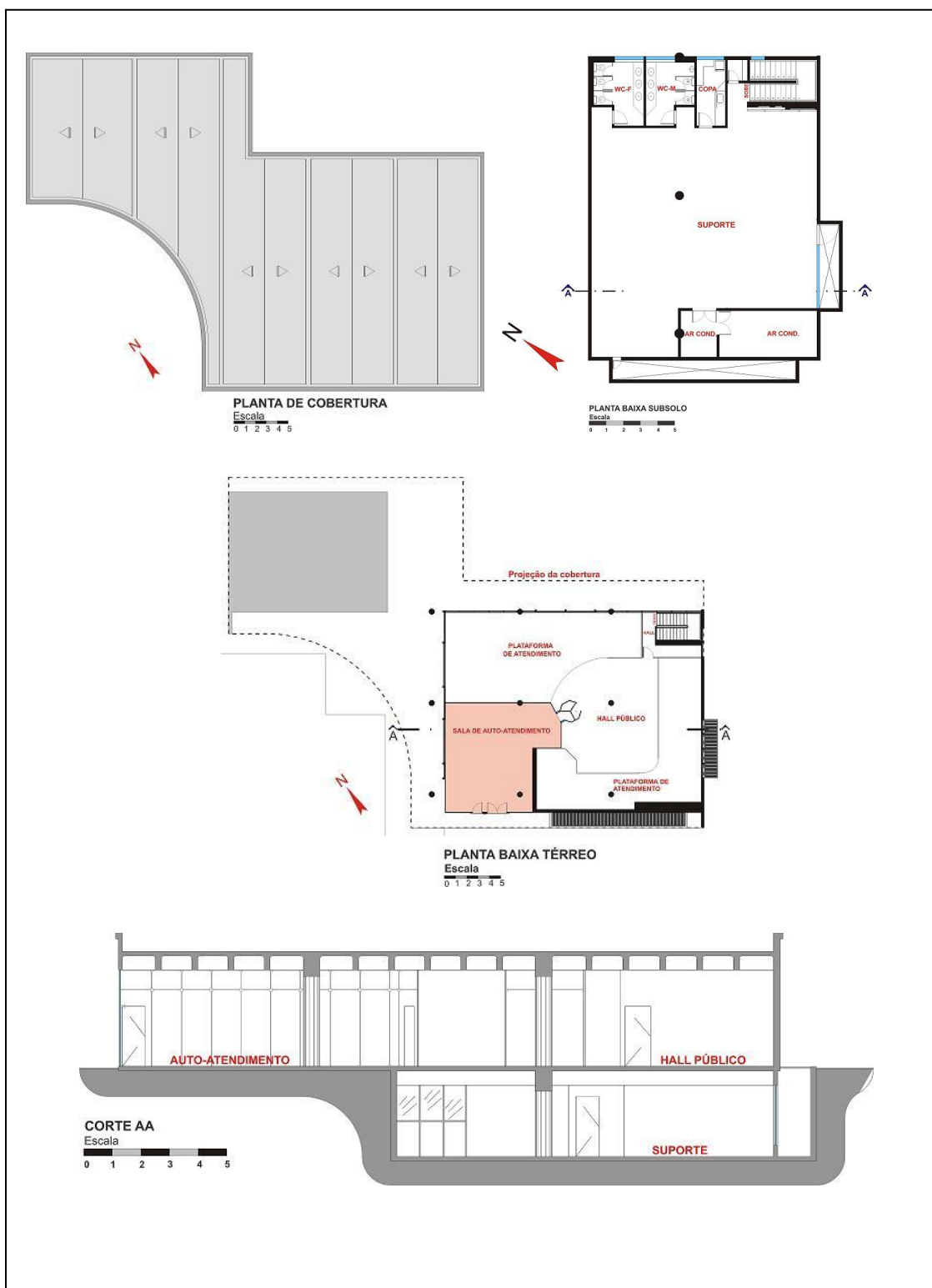
Ventos: direção predominância anual leste (verão – outubro a abril) com variação para Noroeste nos demais meses; velocidade média: 3 m/s.

Orientação solar da Fachada Principal: 235°

### Quadro D.10.1. Imagens da agência Universidade de Brasília



**Quadro D.10.2. Plantas de Arquitetura – agência Universidade de Brasília.**



(Fonte: plantas adaptadas do Banco do Brasil).

**Quadro D.10.3.** Diagrama Morfológico – variáveis da agência Universidade de Brasília.

Nível	Parâmetros	Variáveis
<b>I - Espaço Urbano</b>	<b>A</b> - Desenho urbano	<b>A4</b> - superquadras
	<b>B</b> - Refletâncias das fachadas	<b>B1</b> - Alta (Sudoeste e Sudeste) <b>B3</b> - Baixa (Nordeste e Noroeste)
	<b>C</b> - Especularidade das Fachadas	<b>C3</b> - Baixa
	<b>D</b> - Ângulo máximo de incidências do sol na fachada do edifício	<b>D4</b> - Ângulo de 90°
<b>II - Edifício</b>	<b>E</b> - forma e planta baixa	<b>E2</b> - Edifício térreo
	<b>F</b> - Taxa de abertura para o exterior	<b>F1</b> - Até 25% de aberturas
	<b>G</b> - Distribuição das aberturas	<b>G3</b> - Fachadas não uniformes em relação ao espaço urbano
	<b>H</b> - Proteções solares nas fachadas	<b>H4</b> - Beirais e marquises
	<b>I</b> - Aberturas zenitais	<b>I6</b> - Não há (térreo) <b>I5</b> - Poço de luz (subsolo)
	<b>J</b> - Mecanismo de ventilação natural	<b>J4</b> - Abertura única, mas com poucas áreas de abertura.
<b>III - Ambiente Interno (SAA)</b>	<b>L</b> - Planta baixa	<b>L4</b> - Adjacente
	<b>M</b> - Posição do coletor de luz	<b>M5</b> - Parede aberta
	<b>N</b> - Área do coletor e do difusor de luz	<b>N3</b> - Abertura lateral acima de 30%
	<b>O</b> - Forma do coletor de luz	<b>O3</b> - Janela Vertical (térreo)
	<b>P</b> - Controle de entrada de luz	<b>P3</b> - Beirais <b>P6</b> - Cortinas
	<b>Q</b> - Controle de ventilação natural	<b>Q7</b> - Não há (térreo)
	<b>R</b> - Controle e integração de iluminação artificial	<b>R1</b> - On/off manual

**Breve análise do projeto:** a edificação tem orientação intermediária, predominante Sudoeste (235°). Mas no RTQ-C a orientação é considerada como sendo Oeste. As aberturas dessa fachada são protegidas apenas por beirais. A Fachada Leste tem aberturas acima de 30% e também a proteção é por beirais. A Fachada Noroeste é protegida por marquise (pé-direito acima de 3 m). A SAA tem área de abertura com esquadrias de ferro e vidros temperados com orientação solar para Sudoeste e Noroeste, portanto aberturas adjacentes.

**APÊNDICE E – APLICAÇÃO DO RTQ-C – PLANILHAS DAS 10 AGÊNCIAS  
AVALIADAS**



**Tabela E.1.** Avaliação pelo RTQ-C – Agência Asa Sul 406.

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA  
 Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
 UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro  
**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA**

Edifício: Ag Asa Sul 406 (DF)

Data: set/09

### CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA

#### Dados do edifício

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	389,70
Área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> ) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	389,70
Área total de piso (m <sup>2</sup> )	Atot	779,41
Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Aenv	1029,02
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	40,87
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	0,40
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,47
Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	Vtot	2209,83
Fator solar	FS	0,79
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

Indicador de consumo (adimensional)

IC **105,45**

#### Comportamento dos parâmetros

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

#### Intervalos dos níveis de eficiência

Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	116,15	116,54	116,93	117,31
lim máx	116,14	116,53	116,92	117,30	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot): **0,47**

FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot): 0,50

**Tabela E.2.** Avaliação pelo RTQ-C – Agência Asa Sul 516.

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA  
 Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
 UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro

**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA**

**Edifício: Ag Asa Sul 516 (DF)**

**Data: fev/10**

### CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA

#### Dados do edifício

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	400,17
Área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> ) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	298,18
Área total de piso (m <sup>2</sup> )	Atot	894,54
Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Aenv	1168,53
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	8,43
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	1,71
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,44
Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	Vtot	2654,14
Fator solar	FS	0,82
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	IC	<b>118,15</b>
--	----	---------------

#### Comportamento dos parâmetros

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

#### Intervalos dos níveis de eficiência

Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	118,82	119,20	119,59	119,98
lim máx	118,81	119,19	119,58	119,97	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	<b>0,44</b>
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	0,45

**Tabela E.3. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Ceilândia Centro.**

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro

Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA

Edifício: Ag Ceilândia Centro (DF)

Data: fev/10

**CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA****Dados do edifício**

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	625,00
Área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> ) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	625,00
Área total de piso (m <sup>2</sup> )	Atot	1250,00
Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Aenv	1438,24
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	20,77
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	0,53
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,09
Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	Vtot	5193,75
Fator solar	FS	0,78
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	IC	<b>249,44</b>
--	----	---------------

**Comportamento dos parâmetros**

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

**Intervalos dos níveis de eficiência**

Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	444,25	444,25	444,25	444,25
lim máx	444,24	444,24	444,24	444,24	-

**FATOR DE FORMA de cálculo**

(Aenv/Vtot):	<b>0,28</b>
FATOR DE ALTURA	
(Apcob/Atot):	0,50

**Tabela E.4. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Ceilândia Norte.**

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro

**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA****Edifício: Ag Ceilândia Norte (DF)****Data: fev/10****CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA****Dados do edifício**

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	450,78
Área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> ) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	425,52
Área total de piso (m <sup>2</sup> )	Atot	1276,56
Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Aenv	1280,69
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	6,35
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	1,66
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,16
Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	Vtot	4159,98
Fator solar	FS	0,67
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

**Intervalos dos níveis de eficiência**

<b>Eficiência</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>lim mín</b>	-	143,58	143,96	144,35	144,74
<b>lim máx</b>	143,57	143,95	144,34	144,73	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	<b>0,31</b>
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	0,35

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	IC	<b>140,20</b>
--	----	---------------

**Comportamento dos parâmetros**

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

**Tabela E.5.** Avaliação pelo RTQ-C – Agência Setor Comercial Sul.

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro

**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA****Edifício: Ag Setor Comercial Sul (DF)****Data: set/09****CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA****Dados do edifício**

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	313,60
Área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> ) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	314,42
Área total de piso (m <sup>2</sup> )	Atot	943,25
Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Aenv	898,72
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	11,20
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	12,47
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,79
Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	Vtot	3302,26
Fator solar	FS	0,81
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	IC	<b>150,09</b>
--	----	---------------

**Comportamento dos parâmetros**

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

**Intervalos dos níveis de eficiência**

<b>Eficiência</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>lim mín</b>	-	150,30	150,68	151,07	151,46
<b>lim máx</b>	150,29	150,67	151,06	151,45	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	<b>0,27</b>
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	0,33

**Tabela E.6.** Avaliação pelo RTQ-C – Agência Sobradinho.

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro

**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA****Edifício: Ag Sobradinho (DF)****Data: set/09****CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA****Dados do edifício**

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	366,32
Área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> ) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	354,77
Área total de piso (m <sup>2</sup> )	Atot	1064,32
Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Aenv	1326,20
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	16,23
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	30,14
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,20
Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	Vtot	4315,70
Fator solar	FS	0,74
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	IC	<b>134,46</b>
--	----	---------------

**Comportamento dos parâmetros**

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

**Intervalos dos níveis de eficiência**

<b>Eficiência</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>lim mín</b>	-	142,99	143,38	143,77	144,15
<b>lim máx</b>	142,98	143,37	143,76	144,14	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	<b>0,31</b>
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	0,34

**Tabela E.7. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Taguatinga CNB 12.**

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro

**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA****Edifício: Ag Taguatinga CNB 12 (DF)****Data: fev/10****CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA****Dados do edifício**

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	689,41
Área de projeção do edifício (m²) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	745,00
Área total de piso (m²)	Atot	745,00
Área da envoltória (m²)	Aenv	1305,99
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	38,76
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	31,42
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,23
Volume total da edificação (m³)	Vtot	3757,28
Fator solar	FS	0,76
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

**Intervalos dos níveis de eficiência**

<b>Eficiência</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>lim mín</b>	-	588,84	588,84	588,84	588,84
<b>lim máx</b>	588,83	588,83	588,83	588,83	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	<b>0,35</b>
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	0,93

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	<b>IC</b>	<b>440,58</b>
--	-----------	---------------

**Comportamento dos parâmetros**

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

**Tabela E.8.** Avaliação pelo RTQ-C – Agência Taguatinga Norte.

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA  
Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro

**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA**

**Edifício: Ag Taguatinga Norte (DF)**

**Data: fev/10**

**CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA**

**Dados do edifício**

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	505,83
Área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> ) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	369,31
Área total de piso (m <sup>2</sup> )	Atot	1307,17
Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Aenv	1358,42
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	9,12
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	31,22
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,29
Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	Vtot	4705,78
Fator solar	FS	0,81
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	IC	<b>146,41</b>
--	----	---------------

**Comportamento dos parâmetros**

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

**Intervalos dos níveis de eficiência**

<b>Eficiência</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>lim mín</b>	-	152,03	152,03	152,03	152,03
<b>lim máx</b>	152,02	152,02	152,02	152,02	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	<b>0,29</b>
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	0,39



**Tabela E.9. Avaliação pelo RTQ-C – Agência Taguatinga Sul.**

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro

**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA****Edifício: Ag Taguatinga Sul (DF)****Data: set/09****CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA****Dados do edifício**

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	956,67
Área de projeção do edifício (m²) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	957,74
Área total de piso (m²)	Atot	956,67
Área da envoltória (m²)	Aenv	2243,84
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	23,35
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	1,27
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,55
Volume total da edificação (m³)	Vtot	3826,68
Fator solar	FS	0,77
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

**Intervalos dos níveis de eficiência**

<b>Eficiência</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>lim mín</b>	-	365,03	417,15	469,27	521,38
<b>lim máx</b>	365,02	417,14	469,26	521,37	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	<b>0,59</b>
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	1,00

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	<b>IC</b>	<b>539,61</b>
--	-----------	---------------

**Comportamento dos parâmetros**

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

**Tabela E.10.** Avaliação pelo RTQ-C – Agência Universidade de Brasília.

LABORATÓRIO DE CONTROLE AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA  
 Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
 UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA Campus Darcy Ribeiro  
**Programa Brasileiro de Etiquetagem / PROCEL-EDIFICA**

Edifício: Ag UnB (DF)

Data: set/09

**CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA**

**Dados do edifício**

Área de cobertura do edifício <b>ENTRA NO FA</b>	Apcob	414,20
Área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> ) <b>EQUAÇÃO</b>	Ape	414,20
Área total de piso (m <sup>2</sup> )	Atot	414,20
Área da envoltória (m <sup>2</sup> )	Aenv	816,89
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	38,95
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	21,79
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0,24
Volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	Vtot	1967,45
Fator solar	FS	0,81
<b>Zona Bioclimática</b>		<b>4</b>

<b>Indicador de consumo (adimensional)</b>	IC	<b>150,37</b>
--	----	---------------

**Comportamento dos parâmetros**

Obs1.: as linhas coloridas correspondem aos limites de classificação.

**Intervalos dos níveis de eficiência**

Eficiência	A	B	C	D	E
<b>lim mín</b>	-	164,28	164,67	165,06	165,44
<b>lim máx</b>	164,27	164,66	165,05	165,43	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	<b>0,42</b>
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	1,00

**APÊNDICE F – Planilhas auxiliares da Planilha P4E**

## APÊNDICE F.1. Orientação solar e carga térmica

Tabela F.1. Radiações totais por dia Kcal/m<sup>2</sup> x dia.

Tabela - Radiações totais por dia Kcal/m <sup>2</sup> x dia										
Cidade	Estação	Superfícies Verticais								Sup. Horizontal
Orientações		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
Brasília (15°48'")	Verão	0	765	1690	1674	1279	1674	1690	765	3659
	Inverno	2737	2155	1293	219	0	219	1293	2155	2455
	valor máximo por superfície	2737	2155	1781	1674	1279	1674	1781	2155	3659
	ordem decrescente de valor									
		2°	3°	4°	5°	6°	5°	4°	3°	1°
	Proporção entre fachadas	2,14	1,68	1,39	1,31	1,00	1,31	1,39	1,68	2,86

### Fonte:

Mascaró e Mascaró, 1992

### Obs.:

- Melhor orientação para uma edificação retangular (4:1) - Fachadas maiores orientação Norte - Sul  
 - No caso de escolher uma edificação em relação ao fechamento opaco, as piores fachadas são Norte, Noroeste e Oeste, devido a carga térmica que estas fachadas recebem ao longo do dia. Deve-se ponderar também o atraso térmico dos materiais dessas fachadas. A Fachada Norte que recebe a maior carga térmica ao longo do ano deve ter uma atraso térmico igual ou superior, devido ao horário de expedição ser principalmente no horário vespertino.

- Em relação as aberturas, deve-se escolher uma edificação visando melhor facilidade de proteção externamente. Sendo assim, as fachadas com maior facilidade são as do quadrante Sul (Sul/Sudeste/Sudoeste)

- Quando o valor da carga térmica coincidir entre fachadas, o desempate a ser utilizado será a temperatura ambiente. Ou seja, nesse caso a

Fachada Nordeste é melhor que a Fachada Noroeste, porque a temperatura ambiente e a sensação térmica é pior pela tarde.

- Sendo assim a ordem acima fica sendo adotada:

N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	cobertura
2737	2155	1690	1674	1279	1674	1690	2155	3659
1°	3°	5°	7°	8°	6°	4°	2°	

## APÊNDICE F.2. Combinações possíveis das fachadas x carga térmica.

Tabela F.2. Combinações possíveis.

Composição de fachadas do edifício - carga térmica												
Fachada Principal	Fases expostas	Demais fachadas							Carga térmica total Kcal/m <sup>2</sup> x dia	Nota	FP	
		N	NE	L	SE	S	SO	O				NO
Norte	todas as fachadas e cobertura exposta	0	0	1	0	1	0	1	0	11237	1	N1
	com 3 fachadas e cobertura exposta	0	0	1	0	0	0	1	0	9958	2	N2
		0	0	1	0	1	0	0	0	9456	3	N3
		0	0	0	0	1	0	1	0	9456	4	N4
		0	0	1	0	0	0	0	0	8177	5	N5
	com 2 fachadas e cobertura exposta	0	0	0	0	0	0	1	0	8177	6	N6
		0	0	0	0	1	0	0	0	7675	7	N7
Nordeste	todas as fachadas e cobertura exposta	0	0	0	1	0	1	0	1	11317	1	NE1
	com 3 fachadas e cobertura exposta	0	0	0	0	0	1	0	1	9643	2	NE2
		0	0	0	1	0	0	0	1	9643	3	NE3
		0	0	0	1	0	1	0	0	9162	4	NE4
	com 2 fachadas e cobertura exposta	0	0	0	0	0	0	0	1	7969	5	NE5
		0	0	0	1	0	0	0	0	7488	7	NE6
		0	0	0	0	0	1	0	0	7488	8	NE7
0		0	0	0	1	0	0	0	11237	1	L1	
Leste	todas as fachadas e cobertura exposta	1	0	0	0	1	0	1	0	9958	2	L2
	com 3 fachadas e cobertura exposta	1	0	0	0	0	0	1	0	9456	3	L3
		0	0	0	0	1	0	1	0	8500	4	L4
		1	0	0	0	0	0	0	0	8177	5	L5
	com 2 fachadas e cobertura exposta	0	0	0	0	0	0	1	0	7221	7	L6
		0	0	0	0	1	0	0	0	6719	8	L7
	Sudeste	todas as fachadas e cobertura exposta	0	1	0	0	0	1	0	1	11317	1
com 3 fachadas e cobertura exposta		0	1	0	0	0	0	0	1	9643	2	SE2
		0	1	0	0	0	1	0	0	9162	3	SE3
		0	0	0	0	0	1	0	1	9162	4	SE4
		0	1	0	0	0	0	0	0	7488	6	SE5
com 2 fachadas e cobertura exposta		0	0	0	0	0	0	0	1	7488	7	SE6
		0	0	0	0	0	1	0	0	7007	8	SE7
Sul	todas as fachadas e cobertura exposta	1	0	1	0	0	0	1	0	11237	1	S1
	com 3 fachadas e cobertura exposta	1	0	1	0	0	0	0	0	9456	2	S2
		1	0	0	0	0	0	1	0	9456	3	S3
		0	0	1	0	0	0	1	0	8500	4	S4
	com 2 fachadas e cobertura exposta	1	0	0	0	0	0	0	0	7675	5	S5
		0	0	1	0	0	0	0	0	6719	8	S6
		0	0	0	0	0	0	1	0	6719	7	S7
Sudoeste	todas as fachadas e cobertura exposta	0	1	0	1	0	0	0	1	11317	1	SO1
	com 3 fachadas e cobertura exposta	0	1	0	0	0	0	0	1	9643	2	SO2
		0	1	0	1	0	0	0	0	9162	3	SO3
		0	0	0	1	0	0	0	1	9162	4	SO4
		0	1	0	0	0	0	0	0	7488	5	SO5
	com 2 fachadas e cobertura exposta	0	0	0	0	0	0	0	1	7488	6	SO6
		0	0	0	1	0	0	0	0	7007	8	SO7
Oeste	todas as fachadas e cobertura exposta	1	0	1	0	1	0	0	0	11237	1	O1
	com 3 fachadas e cobertura exposta	1	0	1	0	0	0	0	0	9958	2	O2
		1	0	0	0	1	0	0	0	9456	3	O3
		0	0	1	0	1	0	0	0	8500	4	O4
		1	0	0	0	0	0	0	0	8177	5	O5
	com 2 fachadas e cobertura exposta	0	0	1	0	0	0	0	0	7221	7	O6
		0	0	0	0	1	0	0	0	6719	8	O7
Noroeste	todas as fachadas e cobertura exposta	0	1	0	1	0	1	0	0	11317	1	NO1
	com 3 fachadas e cobertura exposta	0	1	0	1	0	0	0	0	9643	2	NO2
		0	1	0	0	0	1	0	0	9643	3	NO3
		0	0	0	1	0	1	0	0	9162	4	NO4
		0	1	0	0	0	0	0	0	7969	5	NO5
	com 2 fachadas e cobertura exposta	0	0	0	1	0	0	0	0	7488	7	NO6
		0	0	0	0	0	1	0	0	7488	8	NO7

Tabela F.3. Notas das combinações possíveis.

Composição de fachadas do edifício - carga térmica						
	FP	Carga térmica	Nota Parcial	Ordem	Nota Final - Fachadas	
com todas as fachadas e coberturas expostas	NO1	11317	1	1	1	NE/SE/SO
	NE1	11317	1	2	2	NO/SE/SO
	SO1	11317	1	3	3	NE/NO/SE
	SE1	11317	1	4	4	NE/NO/SO
	O1	11237	1	5	5	N/L/S
	L1	11237	1	6	6	N/S/O
	N1	11237	1	7	7	L/S/O
	S1	11237	1	8	8	N/L/O
com 3 fachadas e cobertura exposta	O2	9958	2	9	9	N/L
	L2	9958	2	10	10	N/O
	N2	9958	2	11	11	L/O
	NO3	9643	2	12	12	NE/SO
	NE2	9643	2	13	13	SO/NO
	NO2	9643	3	14	14	NE/SE
	NE3	9643	3	15	15	SE/NO
	SO2	9643	2	16	16	NE/NO
	SE2	9643	2	17	17	NE/NO
	O3	9456	3	18	18	N/S
	L3	9456	3	19	19	N/S
	N3	9456	3	20	20	L/S
	N4	9456	4	21	21	S/O
	S2	9456	3	22	22	N/L
	S3	9456	2	23	23	N/O
	NO4	9162	4	24	24	SE/SO
	NE4	9162	4	25	25	SE/SO
	SO4	9162	3	26	26	SE/NO
	SE4	9162	3	27	27	SO/NO
	SO3	9162	4	28	28	NE/SE
SE3	9162	4	29	29	NE/SO	
O4	8500	4	30	30	L/S	
L4	8500	4	31	31	S/O	
S4	8500	4	32	32	L/O	
com 2 fachadas e cobertura exposta	O5	8177	5	33	33	N
	L5	8177	5	34	34	N
	N6	8177	5	35	35	O
	N5	8177	6	36	36	L
	NO5	7969	5	37	37	NE
	NE5	7969	5	38	38	NO
	N7	7675	7	39	39	S
	S5	7675	5	40	40	N
	NO7	7488	7	41	41	SO
	NE7	7488	7	42	42	SO
	SO6	7488	5	43	43	NO
	NO6	7488	8	44	44	SE
	SO5	7488	6	45	45	NE
	NE6	7488	8	46	46	SE
	SE6	7488	6	47	47	NO
	SE5	7488	7	48	48	NE
	O6	7221	7	49	49	L
	L6	7221	7	50	50	O
	SO7	7007	8	51	51	SE
	SE7	7007	8	52	52	SO
O7	6719	8	53	53	S	
L7	6719	8	54	54	S	
S7	6719	7	55	55	O	
S6	6719	8	56	56	L	

### APÊNDICE F.3. Percentuais de abertura X Orientações solar.

Tabela F.4. Área Ideal de Janela (AIJ) adotado.

Percentual Ideal de Janela (AIJ) - adotado								
K	2:1							
	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
0,60	12	14	16	18	20	15	10	11
0,80	13	15	17	19	21	16	11	12
1,00	13	15,5	18	20	22	16,5	11	12
1,25	14	16,5	19	21	23	17,5	12	13
1,50	15	17,5	20	22	24	18,5	13	14
2,00	16	19,5	23	25	27	20,5	14	15
2,50	18	21,5	25	27	29	22	15	16,5
3,00	19	23	27	29,5	32	24,5	17	18
4,00	23	27,5	32	34,5	37	28	19	21
5,00	26	31	36	39	42	32	22	24

(Fonte: adaptada de GHISI, 2005).

Tabela F.5. Tabela inicial – cálculo das notas dos percentuais de abertura.

Percentual de abertura			Facilidade de Proteção (5 em 5)	PAF > 75%		50% < PAFfp ≤ 75%		25% < PAFfp ≤ 50%		PAFfp ≤ 25%	
Fachada	%	N1	N2	N3	Nota	N3	Nota	N3	Nota	N4	Nota
N	26	1	31	1	33	2	34	4	36	3	35
NE	31	2	16	1	19	2	20	4	22	3	21
L	36	3	6	1	10	2	11	3	12	4	13
SE	39	4	26	1	31	2	32	4	34	3	33
S	42	5	36	2	43	3	44	4	45	1	42
SO	32	4	21	1	26	2	27	3	28	4	29
O	22	3	1	1	5	2	6	3	7	4	8
NO	24	2	11	1	14	2	15	3	16	4	17

Tabela F.6. Escala de valores Fachada Principal - Percentual de abertura das fachadas.

Escala de valores - Percentual de abertura das fachadas					
% abertura		PAFt > 75%	50% < PAFt ≤ 75%	25% < PAFt ≤ 50%	PAFt ≤ 25%
Fachada	%	nota FP	nota FP	nota FP	nota FP
N	26	33	34	36	35
NE	31	19	20	22	21
L	36	10	11	12	13
SE	39	31	32	34	33
S	42	43	44	45	42
SO	32	26	27	28	29
O	22	5	6	7	8
NO	24	14	15	16	17

**Tabela F.7.** Escala de valores das Demais Fachadas - Percentual de abertura das fachadas.

Demais Fachadas - Escala de Valores para os percentuais de abertura							
PAFt > 75%		50% < PAFt ≤ 75%		25% < PAFt ≤ 50%		PAFt ≤ 25%	
Fachada	Nota	Fachada	Nota	Fachada	Nota	Fachada	Nota
N	33	N	34	N	36	N	35
L	10	L	11	L	12	L	13
S	43	S	44	S	45	S	42
O	5	O	6	O	7	O	8
NE	19	NE	20	NE	22	NE	21
SE	31	SE	32	SE	34	SE	33
SO	26	SO	27	SO	28	SO	29
NO	14	NO	15	NO	16	NO	17
N/L	43	N/L	45	N/L	48	N/L	48
N/S	76	N/S	78	N/S	81	N/S	77
N/O	38	N/O	40	N/O	43	N/O	43
L/S	53	L/S	55	L/S	57	L/S	55
L/O	15	L/O	17	L/O	19	L/O	21
S/O	48	S/O	50	S/O	52	S/O	50
NE/SE	50	NE/SE	52	NE/SE	56	NE/SE	54
NE/SO	45	NE/SO	47	NE/SO	50	NE/SO	50
NE/NO	33	NE/NO	35	NE/NO	38	NE/NO	38
SE/NO	45	SE/NO	47	SE/NO	50	SE/NO	50
SE/SO	57	SE/SO	59	SE/SO	62	SE/SO	62
SO/NO	40	SO/NO	42	SO/NO	44	SO/NO	46
L/S/O	58	L/S/O	61	L/S/O	64	L/S/O	63
N/S/O	81	N/S/O	84	N/S/O	88	N/S/O	85
N/L/S	86	N/L/S	89	N/L/S	93	N/L/S	90
N/L/O	48	N/L/O	51	N/L/O	55	N/L/O	56
NO/SE/SO	71	NO/SE/SO	74	NO/SE/SO	78	NO/SE/SO	79
NE/SE/SO	76	NE/SE/SO	79	NE/SE/SO	84	NE/SE/SO	83
NO/NE/SE	64	NO/NE/SE	67	NO/NE/SE	72	NO/NE/SE	71
NO/NE/SO	59	NO/NE/SO	62	NO/NE/SO	66	NO/NE/SO	67



#### APÊNDICE F.4. Conforto luminoso.

**Tabela F.8.** Pesos do conforto luminoso (PAF; Orientação solar e Quantidade de abertura).

<b>Peso - Conforto Luminoso - Aberturas</b>			
%	50-75%	25-50%	25-50%
Orientação	1 fach. c/ abertura	2 fach. c/ abertura adjacente	2 fach. c/ abertura bilateral
	FP	FP	FP
N	34	35	36
NE	20	21	22
L	11	12	13
SE	32	33	34
S	44	45	46
SO	27	28	29
O	6	7	8
NO	15	16	17

**Tabela F.9.** Pesos do conforto luminoso – abertura com bonificação.

<b>Peso - Conforto Luminoso - Aberturas c/ bonificação</b>			
%	50-75%	25-50%	25-50%
Orientação	1 fach. c/ abertura	2 fach. c/ abertura adjacente	2 fach. c/ abertura bilateral
	FP	FP	FP
N	39	40	41
NE	25	26	27
L	16	17	18
SE	37	38	39
S	49	50	51
SO	32	33	34
O	11	12	13
NO	20	21	22

Obs: a bonificação de 5 pontos refere-se ao fato da edificação ter largura  $\leq 13,00$  m

## APÊNDICE F.5. Elementos de vedação para a parede externa (transmitância térmica).

Tabela F.10. Relação de elementos de vedação e valores de transmitância térmica.

Transmitância térmica - fechamentos opacos horizontais (NBR 15220-2)								
Tipo de parede	Descrição	direção do material	espessura (cm)	U[(W/(m2.K))]	Ct[kj/(m2.K)]	M(horas)	Fonte	
concreto maciço	concreto maciço	vertical	5,0	5,04	120	1,3	(NBR 15220-2)	
concreto maciço	concreto maciço	vertical	10,0	4,40	240	2,7	(NBR 15220-2)	
tijolos maciços aparentes	tijolos maciços aparentes	menor direção	10,0	3,70	149	2,4	(NBR 15220-2)	
tijolos maciços com reboco 1 face	tijolo maciços c/ reboco em 1 face	menor direção	14,0	3,54	*	*	calculado	
tijolos maciços com reboco	tijolos cerâmicos maciços com reboco	menor direção	15,0	3,13	255	3,8	(NBR 15220-2)	
pilar de concreto com cerâmica e reboco	pilar de concreto revestido com cerâmica (5 x 5) e reboco	menor direção	25,0	2,96	*	*	calculado	
pilar de concreto revestido com mármore branco	pilar de concreto revestido com mármore branco	menor direção	30,0	2,74	*	*	calculado	
pilar de concreto com cerâmica	pilar de concreto revestido com cerâmica (5 x 5)	maior direção	34,0	2,68	*	*	calculado	
tijolos de 4 furos circulares com reboco	tijolos de cerâmica de 4 furos circulares com reboco	direções iguais	14,5	2,49	186	3,7	(NBR 15220-2)	
tijolos de 8 furos quadrados com reboco	tijolos de cerâmica de 8 furos quadrados com reboco	menor direção	14,0	2,49	158	3,3	(NBR 15220-2)	
tijolos de 6 furos quadrados com reboco	tijolos de cerâmica de 6 furos quadrados com reboco	menor direção	14,0	2,48	159	3,3	(NBR 15220-2)	
tijolos de 2 furos circulares com reboco	tijolos cerâmicos de 2 furos circulares com reboco	menor direção	17,5	2,43	220	4,2	(NBR 15220-2)	
blocos de 3 furos com reboco	blocos cerâmicos de 3 furos com reboco	menor direção	18,0	2,43	192	3,8	(NBR 15220-2)	
tijolos de 21 furos circulares com reboco	tijolos cerâmicos de 21 furos circulares com reboco	menor direção	17,0	2,31	227	4,5	(NBR 15220-2)	
parede dupla de tijolos maciços com reboco	duas linhas de tijolos maciços com reboco	menor direção	26,0	2,30	430	6,6	(NBR 15220-2)	
tijolos de 6 furos circulares com reboco	tijolos de cerâmica de 6 furos circulares com reboco	menor direção	15,0	2,28	168	3,7	(NBR 15220-2)	
tijolos maciços com reboco	tijolos maciços com reboco	maior direção	27,0	2,25	445	6,8	(NBR 15220-2)	
blocos de 2 furos com reboco	blocos cerâmicos de 2 furos com reboco	menor direção	19,0	2,25	203	4,0	(NBR 15220-2)	
tijolos de 8 furos quadrados com cerâmica e reboco	tijolos de cerâmica de 8 furos quadrados com cerâmica e reboco	menor direção	15,0	2,24	*	*	calculado	
tijolos de 8 furos circulares com reboco	tijolos de cerâmica de 8 furos circulares com reboco	menor direção	15,0	2,24	167	3,7	(NBR 15220-2)	
tijolos de 6 furos quadrados com reboco	tijolos de cerâmica de 6 furos quadrados com reboco	maior direção	19,0	2,02	192	4,5	(NBR 15220-2)	
parede dupla de tijolos (8 furos + maciço) com reboco	duas linhas de tijolos (8 furos quadrados + maciço) com reboco 2 faces	menor direção	24,0	2,00	*	*	calculado	
portal de concreto revestido com cerâmica	portal de concreto revestido com cerâmica (5 x 5)	maior direção	60,0	1,96	*	*	calculado	
tijolos de 6 furos circulares com reboco	tijolos de cerâmica de 6 furos circulares com reboco	maior direção	20,0	1,92	202	4,8	(NBR 15220-2)	
tijolos de 8 furos quadrados com reboco	tijolos de cerâmica de 8 furos quadrados com reboco	maior direção	24,0	1,80	231	5,5	(NBR 15220-2)	
tijolos de 8 furos quadrados com cerâmica e reboco	tijolos de cerâmica de 8 furos quadrados com cerâmica e reboco	maior direção	25,0	1,80	*	*	calculado	
tijolos de 8 furos circulares com reboco	tijolos de cerâmica de 8 furos circulares com reboco	maior direção	25,0	1,61	232	5,9	(NBR 15220-2)	
parede dupla de tijolos de 21 furos circulares com reboco	duas linhas de tijolos cerâmicos de 21 furos circulares com reboco	menor direção	30,0	1,54	368	8,1	(NBR 15220-2)	
parede dupla de tijolos de 6 furos circulares com reboco	duas linhas de tijolos cerâmicos de 6 furos circulares com reboco	menor direção	26,0	1,52	248	6,5	(NBR 15220-2)	
parede dupla de tijolos de 8 furos quadrados + tijolo de concreto com reboco	duas linhas de tijolos (cerâmica e concreto) c/ reboco 2 faces	menor direção	35,0	1,46	*	*	calculado	
parede dupla de tijolos de 6 furos circulares com reboco	duas linhas de tijolos cerâmicos de 6 furos circulares com reboco	maior direção	36,0	1,21	312	8,6	(NBR 15220-2)	
parede dupla de tijolos de 8 furos quadrados com reboco	duas linhas de tijolos cerâmicos de 8 furos quadrados com reboco	maior direção	44,0	1,12	364	9,9	(NBR 15220-2)	
parede dupla de tijolos de 8 furos circulares com reboco	duas linhas de tijolos cerâmicos de 8 furos circulares com reboco	maior direção	46,0	0,98	368	10,8	(NBR 15220-2)	

(Fonte: adaptado da NBR 15220, 2005).

## APÊNDICE F.6. Relação de cores (absortâncias térmicas).

**Tabela F.11.** Relação de cores (absortância térmica).

	<b>Cores</b>	<b>Absortância (<math>\alpha</math>)</b>
<b>Escuras</b> ( $0,7 \leq \alpha \leq 0,9$ )	revestimento_asfáltico	0,98
	preta	0,97
	telha_de_barro	0,80
	vermelha	0,74
<b>Médias</b> ( $0,5 \leq \alpha < 0,7$ )	concreto_aparente	0,65
	tijolos	0,52
	azul	0,45
<b>Claras</b> ( $0,2 \leq \alpha < 0,5$ )	verde_clara	0,40
	alumínio	0,40
	cinza	0,40
	azul_celeste	0,40
	romo	0,35
	aço_inox	0,35
	amarela	0,30
	marfim	0,23
	branca	0,20
	chapa_alumínio_oxidada	0,15
	gesso_branco	0,05
chapa_alumínio_nova	0,05	

(Fonte: adaptado da NBR 15220-2, 2005 e de Vianna & Gonçalves, 2007).

## APÊNDICE F.7. Fator Solar dos principais tipos de vidro.

Tabela F.12. Fator Solar dos principais tipos de vidro.

Tipo de vidro	Cor	Espessura	Radiação Solar Visível		Radiação Solar Total				U W/m <sup>2</sup> C (verão)
			Transm. %	Reflet. %	Transm. %	Reflet. %	Absor. %	FS	
Vidro Simples não refletivo	Incolor	6mm	88	8	78	7	15	82	5.8
	Verde	6mm	75	7	49	6	45	61	5.8
	Cinza	6mm	43	5	46	5	49	59	5.8
	Bronze	6mm	53	6	48	5	47	61	5.8
	Azul	6mm	55	6	46	5	49	59	5.8
	Verde escuro	6mm	66	7	33	5	62	50	5.8
Vidro duplo não refletivo	Incolor	06:13:06	78	14	60	11	29	70	3.2
	Verde	06:13:06	66	12	38	7	55	49	3.2
	Cinza	06:13:06	38	7	35	7	58	47	3.2
	Bronze	06:13:06	47	8	38	7	55	49	3.2
	Azul	06:13:06	49	8	36	7	57	47	3.2
	Verde escuro	06:13:06	58	10	26	6	68	38	3.2
Vidro simples refletivo com película série P30	Incolor	6mm	29	16	25	13	62	41	5.8
	Verde	6mm	25	12	15	7	78	35	5.8
	Cinza	6mm	15	7	14	7	79	35	5.8
	Bronze	6mm	18	8	15	7	78	35	5.8
	Azul	6mm	18	9	14	7	79	35	5.8
	Verde escuro	6mm	21	10	11	6	83	33	5.8
Vidro duplo refletivo com película série P30	Incolor	06:13:06	25	16	16	15	69	25	1.9
	Verde	06:13:06	21	12	9	8	83	18	1.9
	Cinza	06:13:06	13	7	9	7	84	18	1.9
	Bronze	06:13:06	15	8	10	8	82	18	1.9
	Azul	06:13:06	15	9	9	8	83	18	1.9
	Verde escuro	06:13:06	18	10	7	7	86	16	1.9

(Fonte: SUDBRACK et al, 2008).

## APÊNDICE F.8. Proteção das aberturas.

Tabela F.13.. Planilha inicial – pesos e valores das aberturas (Fachada Principal).

Proteção das aberturas								
Percentual das abertura x Carga Térmica			Necessidade de Proteção	Beiral (largura $\leq 1,50m$ )	Marquise	Brises		
Fachada	%	N1				horizontal	vertical	misto
			Nota (nº primos)	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota
N	26	1	13	2	3	5	1	3
NE	31	2	11	1	2	4	3	5
L	36	3	7	1	4	5	3	2
SE	39	4	3	1	2	3	5	4
S	42	5	1	3	1	2	5	4
SO	32	4	5	1	2	3	5	4
O	22	3	19	1	4	5	3	2
NO	24	2	17	1	2	4	3	5

Obs: em caso de empate na Nota Final, utilizou-se o critério da maior carga térmica na fachada de maior temperatura ambiente (à tarde sendo maior)

Tabela F.14. Proteção externa – beiral.

Proteção das aberturas - Beiral (largura $\leq 1,50m$ )						
Percentual das abertura x Carga Térmica			Beiral	Necessidade de Proteção	soma	Nota final
Fachada	%	N1				
N	26	1	2	13	16	16
NE	31	2	1	11	14	14
L	36	3	1	7	11	11
SE	39	4	1	3	8	8
S	42	5	3	1	9	9
SO	32	4	1	5	10	10
O	22	3	1	19	23	23
NO	24	2	1	17	20	20

Tabela F.15. Proteção externa – marquise.

Proteção das aberturas - Marquise						
Percentual das aberturas x Carga Térmica			Marquise	Necessidade de Proteção	soma	Nota final
Fachada	%	N1	Nota	Nota (nº primos)		
N	26	1	3	13	17	17
NE	31	2	2	11	15	15
L	36	3	4	7	14	14
SE	39	4	2	3	9	9
S	42	5	1	1	7	7
SO	32	4	2	5	11	11
O	22	3	4	19	26	26
NO	24	2	2	17	21	21

Tabela F.16. Proteção externa – brise horizontal.

Proteção das aberturas - Brises						
Percentual das aberturas x Carga Térmica			Brise horizontal	Necessidade de Proteção	soma	Nota final
Fachada	%	N1	Nota	Nota (nº primos)		
N	26	1	5	13	19	19
NE	31	2	4	11	17	17
L	36	3	5	7	15	15
SE	39	4	3	3	10	10
S	42	5	2	1	8	8
SO	32	4	3	5	12	12
O	22	3	5	19	27	27
NO	24	2	4	17	23	23

Tabela F.17. Proteção externa – brise vertical.

Proteção das aberturas - Brises						
Percentual das aberturas x Carga Térmica			Brises vertical	Necessidade de Proteção	soma	Nota final
Fachada	%	N1	Nota	Nota (nº primos)		
N	26	1	1	13	15	15
NE	31	2	3	11	16	16
L	36	3	3	7	13	13
SE	39	4	5	3	12	12
S	42	5	5	1	11	11
SO	32	4	5	5	14	14
O	22	3	3	19	25	25
NO	24	2	3	17	22	22

Tabela F.18. Proteção externa – brise misto.

Proteção das aberturas - Brises						
Percentual das aberturas x Carga Térmica			Brises mistos	Necessidade de Proteção	soma	Nota final
Fachada	%	N1	Nota	Nota (nº primos)		
N	26	1	4	13	18	18
NE	31	2	5	11	18	19
L	36	3	2	7	12	12
SE	39	4	4	3	11	11
S	42	5	4	1	10	10
SO	32	4	4	5	13	14
O	22	3	2	19	24	25
NO	24	2	5	17	24	24

**Tabela F.19.** Proteção externa – valores das Demais Fachadas.

Tabela de valores - Demais Fachadas									
Beiral		Marquise		Brise Misto		Brise Vertical		Brise Horizontal	
Fachada	Nota	Fachada	Nota	Fachada	Nota	Fachada	Nota	Fachada	Nota
N	16	N	17	N	18	N	15	N	19
L	11	L	14	L	12	L	13	L	15
S	9	S	7	S	10	S	11	S	8
O	23	O	26	O	25	O	25	O	27
NE	14	NE	15	NE	19	NE	16	NE	17
SE	8	SE	9	SE	11	SE	12	SE	10
SO	10	SO	11	SO	14	SO	14	SO	12
NO	20	NO	21	NO	24	NO	22	NO	23
N/L	27	N/L	31	N/L	30	N/L	28	N/L	34
N/S	25	N/S	24	N/S	28	N/S	26	N/S	27
N/O	39	N/O	43	N/O	43	N/O	40	N/O	46
L/S	20	L/S	21	L/S	22	L/S	24	L/S	23
L/O	34	L/O	40	L/O	37	L/O	38	L/O	42
S/O	32	S/O	33	S/O	35	S/O	36	S/O	35
NE/SE	22	NE/SE	24	NE/SE	30	NE/SE	28	NE/SE	27
NE/SO	24	NE/SO	26	NE/SO	33	NE/SO	30	NE/SO	29
NE/NO	34	NE/NO	36	NE/NO	43	NE/NO	38	NE/NO	40
SE/NO	28	SE/NO	30	SE/NO	35	SE/NO	34	SE/NO	33
SE/SO	18	SE/SO	20	SE/SO	25	SE/SO	26	SE/SO	22
SO/NO	30	SO/NO	32	SO/NO	38	SO/NO	36	SO/NO	35
L/S/O	43	L/S/O	47	L/S/O	47	L/S/O	49	L/S/O	50
N/S/O	48	N/S/O	50	N/S/O	53	N/S/O	51	N/S/O	54
N/L/S	36	N/L/S	38	N/L/S	40	N/L/S	39	N/L/S	42
N/L/O	50	N/L/O	57	N/L/O	55	N/L/O	53	N/L/O	61
NO/SE/SO	38	NO/SE/SO	41	NO/SE/SO	49	NO/SE/SO	48	NO/SE/SO	45
NE/SE/SO	32	NE/SE/SO	35	NE/SE/SO	44	NE/SE/SO	42	NE/SE/SO	39
NO/NE/SE	42	NO/NE/SE	45	NO/NE/SE	54	NO/NE/SE	50	NO/NE/SE	50
NO/NE/SO	44	NO/NE/SO	47	NO/NE/SO	57	NO/NE/SO	52	NO/NE/SO	52



## **APÊNDICE G – Resultados com as simulações computacionais**

## APÊNDICE G-1. Resultados na agência Ceilândia Centro.

Tabela G.1. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Centro (pavimento térreo).

Ag. Ceilândia Centro - Térreo						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	225	385	410	340
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1820	2930	4450	3067
	12h	médio	296	427	529	417
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	2080	2900	3810	2930
	15h	médio	313	263	427	334
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	22400	1650	3010	9020
Céu encoberto	9h	médio	91	126	97	105
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	712	991	767	823
	12h	médio	145	180	177	167
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1140	1410	1390	1313
	15h	médio	105	131	166	134
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	815	1020	1290	1042

**Tabela G.2.** Níveis de iluminância – agência Ceilândia Centro (1º pavimento).

Ag. Ceilândia Centro - 1º pavimento						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	551	659	1350	853
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	22000	26000	22000	23333
	12h	médio	653	549	626	609
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	33200	3790	4240	13743
	15h	médio	692	1030	1050	924
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	26300	35800	46900	36333
Céu encoberto	9h	médio	208	289	223	240
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1610	2240	1730	1860
	12h	médio	333	414	406	384
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	2590	3120	3150	2953
	15h	médio	240	300	381	307
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1870	2320	2950	2380

**Tabela G.3.** Níveis de iluminância – agência Ceilândia Centro (média dos pavimentos).

Ag. Ceilândia Centro						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	388	522	880	597
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	11910	14465	13225	13200
	12h	médio	475	488	578	513
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	17640	3345	4025	8337
	15h	médio	503	647	739	629
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	24350	18725	24955	22677
Céu encoberto	9h	médio	150	208	160	172
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1161	1616	1249	1342
	12h	médio	239	297	292	276
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1865	2265	2270	2133
	15h	médio	173	216	274	221
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1343	1670	2120	1711

## APÊNDICE G-2. Resultados na agência Ceilândia Norte.

Tabela G.4. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Norte (pavimento térreo).

Ag. Ceilândia Norte - Térreo						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	153	242	271	222
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1190	2080	2440	1903
	12h	médio	201	270	305	259
		mínimo	1	1	2	1
		máximo	1420	2280	2860	2187
	15h	médio	753	179	242	391
		mínimo	0	1	0	0
		máximo	21900	1340	2070	8437
Céu encoberto	9h	médio	66	91	70	76
		mínimo	0	1	0	0
		máximo	569	787	609	655
	12h	médio	105	130	128	121
		mínimo	1	0	1	1
		máximo	907	1120	1110	1046
	15h	médio	76	95	120	97
		mínimo	1	1	1	1
		máximo	654	815	1040	836

Tabela G.5. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Norte (1º pavimento).

Ag. Ceilândia Norte 1º pavimento						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	222	297	1080	533
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1120	1800	12900	5273
	12h	médio	296	354	378	343
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1190	1680	2310	1727
	15h	médio	927	281	339	516
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	25000	1220	1790	9337
Céu encoberto	9h	médio	133	185	143	154
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1020	1410	1090	1173
	12h	médio	213	264	260	246
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1630	2020	1990	1880
	15h	médio	153	192	244	196
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1180	1480	1870	1510

Tabela G.6. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Norte (2º pavimento).

Ag. Ceilândia Norte 2º pavimento						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	224	302	1200	575
		mínimo	45	53	63	54
		máximo	1020	1610	19500	7377
	12h	médio	286	368	390	348
		mínimo	56	59	57	57
		máximo	1040	1570	2100	1570
	15h	médio	663	270	347	427
		mínimo	50	46	51	49
		máximo	20600	1030	1620	7750
Céu encoberto	9h	médio	123	171	132	142
		mínimo	14	20	15	16
		máximo	964	1330	1030	1108
	12h	médio	197	244	240	227
		mínimo	22	28	29	26
		máximo	1540	1920	1870	1777
	15h	médio	142	177	225	181
		mínimo	16	21	26	21
		máximo	1110	1390	1750	1417

Tabela G.7. Níveis de iluminância – agência Ceilândia Norte (média dos pavimentos).

Ag. Ceilândia Norte						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	200	280	850	443
		mínimo	15	18	21	18
		máximo	1110	1830	11613	4851
	12h	médio	261	331	358	316
		mínimo	19	20	20	20
		máximo	1217	1843	2423	1828
	15h	médio	781	243	309	445
		mínimo	17	16	17	16
		máximo	22500	1197	1827	8508
Céu encoberto	9h	médio	107	149	115	124
		mínimo	5	7	5	6
		máximo	851	1176	910	979
	12h	médio	172	213	209	198
		mínimo	8	9	10	9
		máximo	1359	1687	1657	1567
	15h	médio	124	155	196	158
		mínimo	6	7	9	7
		máximo	981	1228	1553	1254

### APÊNDICE G-3. Resultados na agência Sobradinho.

Tabela G.8. Níveis de iluminância – agência Sobradinho (pavimento térreo).

Ag. Sobradinho Térreo						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	3200	1400	1040	1880
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	15200	3180	2380	6920
	12h	médio	3480	1730	1590	2267
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	26200	3460	2970	10877
	15h	médio	2130	1490	1740	1787
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	14300	4080	3760	7380
Céu encoberto	9h	médio	537	742	574	618
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1400	1940	1500	1613
	12h	médio	848	1050	1030	976
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	2210	2760	2710	2560
	15h	médio	604	755	964	774
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1590	1970	2520	2027

Tabela G.9. Níveis de iluminância – agência Sobradinho (1º pavimento).

Ag. Sobradinho 1º pavimento						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	1190	1270	849	1103
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	23800	33400	23600	26933
	12h	médio	2850	1170	1070	1697
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	41500	3570	2980	16017
	15h	médio	935	840	1130	968
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	3090	2150	2930	2723
Céu encoberto	9h	médio	367	512	400	426
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1430	1980	1550	1653
	12h	médio	582	725	717	675
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	2260	2840	2800	2633
	15h	médio	415	523	669	536
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1600	2030	2620	2083

Tabela G.10. Níveis de iluminância – agência Sobradinho (2º pavimento).

Ag. Sobradinho 2º pavimento						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	1240	1170	675	1028
		mínimo	12	9	11	11
		máximo	12700	15700	1840	10080
	12h	médio	2380	1200	1100	1560
		mínimo	8	13	11	11
		máximo	36700	3390	2870	14320
	15h	médio	956	869	1180	1002
		mínimo	8	13	12	11
		máximo	2900	1940	2730	2523
Céu encoberto	9h	médio	384	535	417	445
		mínimo	5	6	4	5
		máximo	1280	1790	1390	1487
	12h	médio	607	758	748	704
		mínimo	6	8	8	7
		máximo	2040	2540	2530	2370
	15h	médio	433	545	699	559
		mínimo	5	7	7	6
		máximo	1450	1820	2360	1877

Tabela G.11. Níveis de iluminância – agência Sobradinho (média dos pavimentos).

Ag. Sobradinho						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	1877	1280	855	1337
		mínimo	4	3	4	4
		máximo	17233	17427	9273	14644
	12h	médio	2903	1367	1253	1841
		mínimo	3	4	4	4
		máximo	34800	3473	2940	13738
	15h	médio	1340	1066	1350	1252
		mínimo	3	4	4	4
		máximo	6763	2723	3140	4209
Céu encoberto	9h	médio	429	596	464	496
		mínimo	2	2	1	2
		máximo	1370	1903	1480	1584
	12h	médio	679	844	832	785
		mínimo	2	3	3	2
		máximo	2170	2713	2680	2521
	15h	médio	484	608	777	623
		mínimo	2	2	2	2
		máximo	1547	1940	2500	1996



**APÊNDICE G-4. Resultados na agência Taguatinga CNB 12.**

**Tabela G.12.** Níveis de iluminância – agência Taguatinga CNB 12 (edificação térrea).

Ag. Taguatinga CNB 12						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	770	642	525	646
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	20100	7270	5850	11073
	12h	médio	634	729	782	715
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	7120	8080	9080	8093
	15h	médio	323	402	541	422
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	2940	3630	5460	4010
Céu encoberto	9h	médio	109	151	117	126
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1140	1580	1220	1313
	12h	médio	174	216	213	201
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1830	2250	2230	2103
	15h	médio	125	157	199	160
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1300	1640	2090	1677

## APÊNDICE G-5. Resultados na agência Taguatinga Sul.

Tabela G.13. Níveis de iluminância – agência Taguatinga Sul (edificação térrea).

Ag. Taguatinga CS 3						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	1130	545	668	781
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	20200	25100	17400	20900
	12h	médio	426	498	469	464
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	2400	2640	2420	2487
	15h	médio	1240	428	470	713
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	25700	2770	2690	10387
Céu encoberto	9h	médio	142	196	152	163
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	702	962	742	802
	12h	médio	226	281	276	261
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	1110	1380	1350	1280
	15h	médio	163	204	259	209
		mínimo	0	0	0	0
		máximo	798	1000	1270	1023

## APÊNDICE G-6. Resultados na agência Universidade de Brasília.

**Tabela G.14.** Níveis de iluminância – agência Taguatinga Sul (térreo).

Ag. Universidade de Brasília						
Tipo de Céu	horário	nível de iluminância	Data			média
			22/jun	24/set	22/dez	
Céu claro	9h	médio	1550	581	550	894
		mínimo	35	32	23	30
		máximo	25800	10400	19000	18400
	12h	médio	488	607	580	558
		mínimo	31	32	29	31
		máximo	3230	3460	3310	3333
	15h	médio	499	456	488	481
		mínimo	18	19	22	20
		máximo	14700	2780	3010	6830
Céu encoberto	9h	médio	138	191	148	159
		mínimo	6	8	7	7
		máximo	1060	1470	1140	1223
	12h	médio	218	207	266	230
		mínimo	10	12	12	11
		máximo	1680	2070	2060	1937
	15h	médio	156	195	249	200
		mínimo	7	9	1	6
		máximo	1200	1500	1910	1537