



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS AGÊNCIAS DO BANCO DO BRASIL NO DISTRITO FEDERAL

João Carlos Simão Pedreira (1); Cláudia Naves David Amorim (2)

(1) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília, Brasil
e-mail: jcspedreira@gmail.com

(2) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília, Brasil
e-mail: clamorim@unb.br

RESUMO

As edificações de agência bancária 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 das 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 artigo apresenta os resultados de uma dissertação de mestrado que tem como objetivo delimitar critérios para a escolha de edificações comerciais no Distrito Federal visando à instalação das agências bancárias. Inicialmente, a Metodologia utilizada compreendeu a revisão bibliográfica sobre o tema (arquitetura bancária; eficiência energética; conforto luminoso e metodologias de análise ambiental) tendo como principais autores: Costa (2000), Höfliger (2005); Lamberts (2006); Mascaró & Mascaró (1992); Amorim (2001 e 2007) e Barros (2005). Posteriormente, foi realizada uma pesquisa das principais características físicas da envoltória dessa tipologia mediante levantamento fotográfico de 40 edificações de agência bancária do Banco do Brasil no DF e dos projetos arquitetônicos. Com os dados obtidos foi possível analisar a envoltória de 10 edificações utilizando-se as ferramentas: Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007) e método prescritivo do 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 de Análise e Avaliação de Edifícios Comerciais que visa auxiliar o corpo técnico (arquitetos e engenheiros) da instituição na escolha de edificações com características de conforto ambiental e eficientes energética. Essa planilha foi validada através de sua aplicação em 10 em edificações de agência bancária do DF e poderá ser utilizada para servir de base para futuras planilhas para as demais zonas bioclimáticas do país, contribuindo assim, na escolha das edificações para o Banco do Brasil.

Palavras-chave: agência bancária; envoltória; eficiência energética; conforto ambiental.

1 INTRODUÇÃO

O Banco do Brasil, por ser uma instituição bicentenária e órgão financeiro oficial do Governo Federal, tem mais de cinco mil agências bancárias em todo o país. 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.

As variáveis arquitetônicas e os fatores climáticos que são determinantes na eficiência energética da envoltória da edificação variam de acordo com a zona bioclimática no país (RTQ-C, INMETRO, 2009). O levantamento e a análise destas características são válidos no Distrito Federal, de modo que possam contribuir no processo de projeto arquitetônico para essa tipologia, seja na escolha de uma edificação ou na sua remodelagem.

1.1 Eficiência energética na edificação bancária

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. Esse recurso de climatização artificial, teve sua utilização ampliada, principalmente, após a expansão dos espaços informatizados nas agências bancárias (COSTA, 2000). Inicialmente, nas décadas de 70 e 80, esses ambientes eram restritos às Salas *On Line*. Sendo que, atualmente, as Salas de Auto-Atendimento – SAA com seus Terminais de Auto-Atendimento – TAA estão ocupando áreas cada vez maiores, contribuindo para o aumento da carga térmica, conseqüentemente maior gasto energético com os condicionadores de ar.

Apesar do RTQ-C, também ter metodologias para avaliar a edificação em relação ao ar condicionado e a iluminação artificial, esse estudo ateve-se a estudar a envoltória dessa tipologia arquitetônica. No método prescritivo de avaliação do RTQ-C, o Percentual de Abertura da Fachada Oeste – PAF_o , não pode ser superior a 20% do que o Percentual de Abertura da Fachada Total – PAF_t (de toda edificação). Nas edificações de agências bancárias, a SAA normalmente tem sua grande área de abertura coincidindo com a fachada principal da edificação. No levantamento realizado no Distrito Federal, das quarenta agências visitadas, 30% tinham sua fachada principal com a orientação solar para Oeste, ou seja, doze edificações de agências.

Outro fator, que também pode contribuir para que a edificação consuma mais energia elétrica do que o necessário é a pouca utilização do recurso da iluminação natural. Nas edificações bancárias, é de costume haver uma grande preocupação com segurança bancária, o que acaba afetando a distribuição e a quantidade de luz natural nos ambientes internos. No estudo, pode-se verificar que as edificações térreas são as mais prejudicadas, tendo pequenos percentuais de aberturas nas fachadas. Mas quando esses percentuais são maiores, há a preocupação de inibir o contato visual do mundo exterior com o interior, seja com brises, películas ou persianas verticais internas. Isso faz com que os níveis médios de iluminância sejam reduzidos nos ambientes internos.

As edificações de agências bancárias do Banco do Brasil no Distrito Federal sofrem forte influência do Movimento Moderno. Mas segundo Höfliger (2005), existe uma tendência nacional em seguir os traços desse estilo arquitetônico, tendo como marca principal suas linhas retas e bem definidas, com a utilização de marquise na fachada principal. No estudo realizado, pode-se verificar que esse componente arquitetônico tem mais efeito estético que funcional, porque não atua de forma eficiente na proteção das aberturas das SAAs, principalmente quando elas têm orientação para Oeste e Leste. Também foi verificado que poucas edificações utilizam dispositivos de proteção externa nas aberturas, restringindo-se muitas vezes a um pequeno beiral. Os brises estão sendo utilizados mais como obstáculos para inibir o contato visual do que como mecanismo de proteção solar externo nas aberturas.

Conforme Mascaró & Mascaró (1992) a cobertura pode ser responsável por $\frac{3}{4}$ da carga térmica que uma envoltória recebe ao longo do dia, portanto, tratando-se de um componente arquitetônico que deva ser melhor elaborado visando respeitar as características climáticas da região. Ao longo dos anos,

principalmente após a década de 70, houve uma padronização nas edificações de agência bancária do Banco do Brasil, em todo o país. A padronização na utilização de poucos materiais com baixa transmitância térmica na cobertura contribui para que algumas edificações tenham o conforto térmico do ambiente interno prejudicado, principalmente nas edificações térreas. No levantamento histórico realizado, pode-se verificar que no decorrer dos anos o pé-direito dos ambientes foi reduzido, passando a ter em média 3 m de altura, diminuindo o “colchão térmico” (PEDREIRA; AMORIM, 2009).

2 OBJETIVO

Esse trabalho visa apontar critérios objetivos que facilitarão na escolha das edificações comerciais eficientes energeticamente com conforto ambiental (térmico e luminoso) no Distrito Federal pelo Banco do Brasil para instalação de agências bancárias.

3 METODOLOGIA

Para o estudo, foram visitadas 40 agências bancárias do Banco do Brasil de um total de 46 da Rede Varejo no Distrito Federal, a fim de realizar um levantamento quantitativo e qualitativo das características físicas das envoltórias, em relação à eficiência energética e à qualidade ambiental (conforto térmico e luminoso). Nesse levantamento, foi utilizado o Diagrama Morfológico – DM (AMORIM, 2007) como metodologia de análise. O DM possibilitou apontar as características predominantes nas envoltórias das edificações dessa tipologia no DF e também, verificar os pontos prejudiciais ao método prescritivo do RTQ-C.

Posteriormente, foram escolhidas dez edificações com características físicas que representassem uma maior quantidade de edificações em várias Regiões Administrativas no DF, como: área da envoltória; área de projeção da edificação maior e menor de 500 m²; com e sem proteção solar externa nas aberturas; edificações com e sem subsolo; edificações térreas e com pavimentos superiores; fachada principal com orientações solar diferentes e edificações com planta retangular e quadrada. As edificações escolhidas foram: agência Asa Sul 406; agência Asa Sul 516; agência Ceilândia Centro; agência Ceilândia Norte; agência Setor Comercial Sul – SCS; agência Sobradinho; agência Taguatinga CNB 12; agência Taguatinga Norte; agência Taguatinga Sul e agência Universidade de Brasília – UnB. As envoltórias dessas edificações foram avaliadas conforme o método prescritivo do RTQ-C, de forma que se obteve o nível de eficiência energética da envoltória de cada edificação.

Na terceira fase, foi elaborada uma Planilha de Análise e Avaliação de Edificações Comerciais – Planilha Final, tomando-se como base a estrutura de avaliação da planilha do *GBTool*¹, o Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007), a atual planilha de escolha de edificações utilizada pelo corpo técnico (arquitetos e engenheiros) do Banco do Brasil, o método prescritivo do RTQ-C (INMETRO, 2009). Após a confecção da planilha, foram inseridos os dados das dez edificações avaliadas pelo RTQ-C e feitos os devidos ajustes na planilha.

No quarto passo, foram realizadas simulações computacionais com o *software Relux*² em seis edificações para avaliar e analisar os níveis de iluminância dos ambientes internos conforme a NBR5413 (ABNT, 1982), e assim possibilitar aferir os valores e pesos do subnível Desempenho Luminoso da planilha elaborada. Para escolha das edificações foi considerada a ordem encontrada no subnível Desempenho Luminoso na Planilha Final, tendo sido escolhidas as agências com o pior e o melhor desempenho, além de mais quatro edificações.

¹ Aplicativo *GBTool* – é um *software* da Green Building Challenge – GBC, elaborado pela *Natural Resource Canada*, rodado em Excel da plataforma Windows – Microsoft que é utilizado na avaliação e análise de desempenho ambiental de edifícios: residencial multi-familiar; escritórios e escolas (BARROS, 2005).

² *Software Relux* - *software* Relux, versões Pro e Vision, desenvolvido pela Relux Informatik AG (Suíça). Disponível em: <<http://www.relux.biz>>. Acesso em: 20 de julho de 2009.

Na última fase, foi utilizado o aplicativo *Minitab 15*³ para ajustar a planilha final, de forma que a mesma pudesse avaliar comparativamente as dez edificações pelo escore final dos pontos obtidos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características físicas predominantes nas agências bancárias do Banco do Brasil no Distrito Federal

A partir do levantamento *in loco* realizado com a utilização do Diagrama Morfológico, foram identificadas a predominância das seguintes características físicas das edificações:

- 60 % das agências têm suas fachadas principais orientadas para Leste-Oeste. Sendo: 50% para Leste e 50% para Oeste;
- 60% das edificações possuem material de baixa refletância e alta absorvância;
- 54,17 % das edificações recebem grandes níveis de insolação, com ângulos⁴ de 60° a 90°;
- 55,0% das edificações têm até dois pavimentos e 45,0% têm acima de 3 pavimentos;
- Percentual de Abertura da Fachada – PAF superior a 50,0%: 50% das edificações com a fachada Leste e 40% delas com a Fachada Oeste;
- 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%;
- 97,5% das edificações têm planta na forma retangular;
- Apenas 6 delas são térreas, ou seja 15,0% do total;
- 19 agências (47,50%) têm subsolo;
- 50% das agências (20) têm uma grande quantidade de aberturas protegidas com beirais e marquises;
- apenas uma edificação faz uso da iluminação zenital;

Quanto aos mecanismos de ventilação natural, foi verificado que somente àquelas agências que estão instaladas com pavimentos superiores e subsolo detêm condições de 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. Em relação ao ambiente interno da agência, somente a SAA foi analisada mediante o Diagrama Morfológico. Devido à facilidade de acesso (24 h 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;
- 100% das agências têm um coletor de luz que compreende todo o vão, com dimensões acima de 30% das aberturas;
- 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;

Com esse levantamento foi possível verificar que há uma preferência por localização e posicionamento do edifício na quadra, sendo: lote afastado dos demais ou de esquina e que tenha a fachada principal próxima a via de acesso.

4.2 Níveis de eficiência energética das envoltórias das edificações

Com a aplicação do método prescritivo do RTQ-C nas dez edificações escolhidas, foi possível identificar que as envoltórias das edificações das agências bancárias no DF têm excelente nível de

³ Aplicativo Minitab 15 – aplicativo estatístico para verificação de dados e planilhas. Disponível em: <<http://www.liderssoftwares.com.br/minitab>>. Acesso em: 10 de abril de 2010.

⁴ Ângulo máximo de incidência do Sol na Fachada do Edifício (com relação à base do mesmo) que informa sobre as condições de insolação do mesmo. (AMORIM, 2007, p. 63).

eficiência energética. No Quadro 1 são apresentados os dados que foram utilizados nos cálculos com a fórmula do método prescritivo do RTQ-C (Zona Bioclimática 4 – Brasília). No Quadro 2 são apresentados os resultados obtidos, ou seja, o nível final de cada envoltória. Sendo que apenas uma, ou seja 10%, obteve o Nível “E” em eficiência energética. As demais obtiveram Nível “A” pela fórmula, mas quatro delas (40% do total) foram penalizadas por não cumprirem o requisito mínimo da transmitância térmica da cobertura ($U < 1 \text{ W/m}^2\text{K}$). Portanto, descendo um nível e ficando como Nível B. Em relação à absorvância térmica das paredes externas e da cobertura, apenas a agência Ceilândia Centro não cumpriu o pré-requisito da cobertura com valor igual 0,40. Conforme estudo realizado, para a agência Taguatinga Sul ser classificada como Nível A, basta apenas reduzir o PAF_o (fachada Oeste) de 55% para 17%.

Quadro 1. Dados das envoltórias das edificações das agências bancárias.

Agências	Apcob (m ²)	Ape (m ²)	Atot (m ²)	Aenv (m ²)	AVS (°)	AHS (°)	PAFt (%)	Vtot (m ³)	FS (%)	IC	FF	FA
Asa Sul 406	389,7	389,7	1173,0	1029,0	40,8	0,4	0,47	3335,7	0,79	131,0	0,31	0,33
Asa Sul 516	400,1	298,1	1317,2	1168,5	8,4	1,7	0,44	3901,2	0,82	140,9	0,30	0,30
Ceilândia Centro	625,0	625,0	1250,0	1438,2	20,7	0,5	0,09	5193,7	0,78	249,4	0,28	0,50
Ceilândia Norte	450,7	425,5	1276,5	1280,6	6,3	1,6	0,16	4159,9	0,67	140,2	0,31	0,35
SCS	313,6	314,4	1259,8	898,7	11,2	12,4	0,79	4584,8	0,81	160,4	0,20	0,25
Sobradinho	366,3	354,7	1467,5	1326,2	16,2	30,1	0,20	5888,1	0,74	138,2	0,26	0,25
Taguatinga CNB 12	745,0	745,0	745,0	1305,9	38,7	31,4	0,23	3757,2	0,76	440,5	0,35	0,93
Taguatinga Norte	505,8	369,3	1928,6	1358,4	9,1	31,2	0,29	6766,5	0,81	156,3	0,20	0,26
Taguatinga Sul	956,6	957,7	956,6	2243,8	23,3	1,2	0,55	3826,6	0,77	539,6	0,59	1,00
UnB	414,2	414,2	676,5	816,8	38,9	21,7	0,24	2825,3	0,81	155,2	0,29	0,61

Legenda: Apcob (área de projeção da cobertura); Ape (área de projeção da edificação); Aenv (área da envoltória); AVS (ângulo vertical de sombreamento); AHS (ângulo horizontal de sombreamento); PAFt (percentual de abertura das fachadas – total); Vtot (volume total da edificação); FS (fator solar dos vidros); IC (índice de consumo da envoltória); FF (fator forma) e FA (fator altura).

Quadro 2. Níveis de eficiência energética das envoltórias 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

4.3 Planilha Final – pontuação dos subníveis e do escore final das edificações

A Planilha de Análise e Avaliação de Edificações Comerciais – Planilha Final⁵ está estruturada da seguinte forma: Nível Espaço Urbano (subníveis: desenho urbano e afastamentos do lote) e Nível Edifício (subníveis: geometria da forma; desempenho térmico do fechamento opaco; desempenho térmico das aberturas e desempenho luminoso das aberturas), Quadro 1.

Quadro 3. Níveis, subníveis e indicadores de desempenho da Planilha Final.

Nível	Subnível	Indicador de desempenho
Espaço Urbano	Desenho Urbano e Afastamentos	posição da quadra – orientação solar
		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

Com a inserção dos dados encontrados, com o Diagrama Morfológico e o RTQ-C, na Planilha Final foi possível realizar comparações das características físicas das envoltórias das edificações das agências bancárias. A pontuação estabelecida para os critérios e indicadores de desempenho nos subníveis são amétricos, portanto não correspondendo a nenhuma unidade métrica. Apenas foi seguido o principal critério de estabelecer notas positivas e crescentes aos fatores favoráveis à eficiência energética e ao conforto ambiental (térmico e luminoso).

No Quadros 3 são apresentados as notas dos subníveis e os escores finais das edificações.

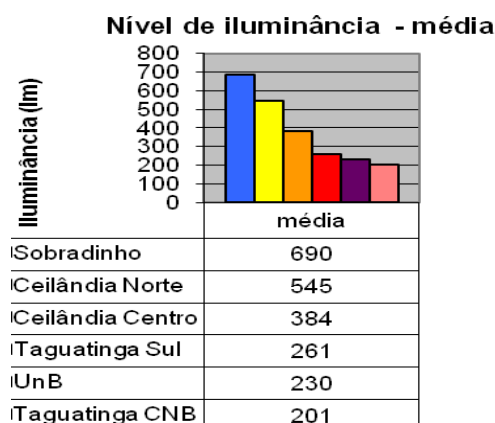
⁵ A Planilha de Análise e Avaliação de Edificações Comerciais – Planilha Final foi elaborada tomando-se como base: a estrutura de avaliação da planilha do *GBTool*; o Diagrama Morfológico (AMORIM, 2007); a atual planilha de escolha de edificações utilizada pelo corpo técnico (arquitetos e engenheiros) do Banco do Brasil; o método prescritivo do RTQ-C (INMETRO, 2009) e as simulações computacionais com o *Software Relux* (para verificar os níveis de iluminância das edificações). Após a confecção da planilha, foram inseridos os dados das dez edificações avaliadas pelo RTQ-C e feitos os devidos ajustes na planilha com a utilização do *Software Minitab15*.

Quadro 4. Níveis e Subníveis da Planilha Final e os respectivos pontos das edificações.

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

4.4 Resultados com as simulações computacionais

Foram realizadas simulações computacionais em seis edificações conforme a NBR 5413 (ABNT, 1982) para analisar os níveis de iluminância das edificações. Sendo que os pavimentos de subsolo foram excluídos, por ter sido verificado com o levantamento que a maioria destes andares tem baixo percentual de abertura, restringindo-se ao mínimo necessário para iluminação e ventilação. Com base nos resultados encontrados mediante o levantamento realizado com o Diagrama Morfológico no DF, foram adotados quatro formas de janelas para compor o Subnível Desempenho Luminoso na Planilha Final, sendo: cortina de vidro (altura = 0 a 3,0 m); janela média e alta (0,75 a 2,50 m); janela média (0,75 a 2,00 m) e janela alta (acima de 1,70 m). Além disso, foram estabelecidas notas considerando-se: a orientação solar; a largura do edifício (menor ou igual a 13 m) e o fato de haver aberturas no comprimento e/ou na largura do edifício (abertura em lados opostos; aberturas em lados adjacentes e abertura unilateral). Com os resultados obtidos com as simulações foi possível fazer uma comparação direta com a ordem de classificação encontrada no subnível Desempenho Luminoso da Planilha Final. No Gráfico 1 são apresentados os níveis médios de iluminância das seis edificações e assim foi possível verificar que há uma coincidência na ordem de classificação das edificações apresentada no Gráfico 2 (níveis médios de iluminância).

**Gráfico 1.** Níveis médios de iluminância das agências.

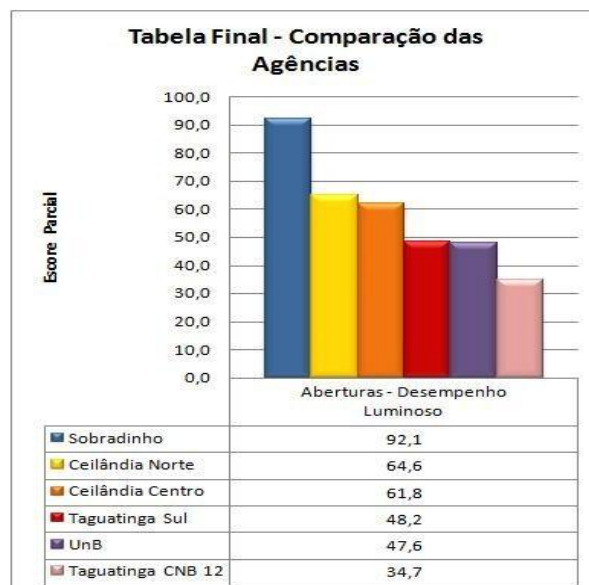


Gráfico 2. Valores de Desempenho Luminoso na Planilha Final.

Também, com os resultados obtidos com as simulações, pode-se verificar que a agência Taguatinga CNB 12 ficou com o pior desempenho luminoso, em relação aos níveis médios de iluminância. Isso pode ser justificado pelo fato que a agência está instalada em uma edificação térrea de planta retangular (37,50 m x 20,0 m), com aberturas apenas nos lados menores, tendo um $PAF_t = 0,23$, sendo que a profundidade da planta prejudica os níveis de iluminância nos pontos mais distantes das janelas. Com isso, pode-se dizer que uma envoltória apesar de ser Nível “A” pelo RTQ-C pode ter um desempenho luminoso inferior ao ideal de 500 lux (NBR 5413, ABNT, 1982), comprometendo assim o conforto luminoso e necessitando de uma maior compensação com a iluminação artificial.

4.5 Ajustes da Planilha Final

Para realizar ajustes da Planilha Final foi utilizado o aplicativo Minitab 15, que é um *software* estatístico que possibilita realizar análises de planilhas. Assim, inserindo no aplicativo os resultados dos subníveis e do escore final, foi verificado que havia uma distorção na escala do escore final. Para regularizar a planilha seria necessário dividir o escore final em 10 níveis de 60 pontos, ou seja, uma régua de 0 a 600. A partir dessa escala de valores foram realizados ajustes na Planilha Final.

Tomando-se como base a agência Taguatinga Sul que ficou como Nível “E”, foi verificado que apenas alterando a orientação solar da fachada principal ($PAF_o = 0,55$), a edificação seria promovida a Nível “A” no método prescritivo do RTQ-C. Isso seria possível devido a envoltória atender todos os pré-requisitos e haver características físicas favoráveis, principalmente ter um $PAF_t = 0,04$ (Quadro 4).

Quadro 5. Percentuais de Abertura por Fachada (PAF) das 10 agências.

Agências	PAF_N (%)	PAF_L (%)	PAF_S (%)	PAF_o (%)	PAF_t (%)	PAF adotado	
Asa Sul 406	0,03	0,54	0,00	0,47	0,25	FAFo	0,47
Asa Sul 516	0,65	0,00	0,42	0,44	0,44	FAFo	0,44
Ceilândia Centro	0,08	0,02	0,11	0,06	0,09	PAFt	0,09
Ceilândia Norte	0,10	0,00	0,72	0,00	0,16	PAFt	0,16
SCS	0,61	0,69	0,60	0,79	0,44	FAFo	0,79
Sobradinho	0,36	0,01	0,38	0,14	0,20	PAFt	0,20
Taguatinga CNB 12	0,00	0,47	0,00	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_N – Norte; PAF_L – Leste; PAF_S –

Sul; PAF_O – Oeste; PAF_T – Total.

Sendo assim, foram realizadas modificações na Planilha Final para adequá-la de forma que o escore final seguisse a régua proposta pelo *Software* Minitab 15. Pelo fato da Planilha Final ter sido testada em apenas 10 edificações, optou-se por retirar o primeiro nível e deixar a régua a partir do segundo nível, tendo um valor inferior ao Pior Prédio Possível (96,40 pontos). Assim com a régua de 61 a 600 é possível verificar que a agência Taguatinga Sul tem o escore final de 282,80 pontos e está perto do próximo nível (301 pontos). Com os ajustes na planilha e a divisão do escore final em 9 níveis, há a possibilidade de escalonar uma edificação pelo subnível e também pelo escore final, mediante a comparação a um pior e a um melhor edifício possível. No Quadro 5 e no Gráfico 3 são apresentados as notas dos subníveis e do escore final das edificações, após os ajustes na Planilha Final.

Quadro 6. Níveis e Subníveis da Planilha Final e os respectivos pontos das edificações, 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 Edifício	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 Edifício	20,0	40,0	10,0	2,0	4,5	96,40

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do RTQ-C para analisar e avaliar as envoltórias das edificações quanto à eficiência energética é uma metodologia que 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 eficiente energeticamente no país. Com o estudo, pôde-se verificar que a orientação solar na fachada principal de uma agência bancária é muito importante, principalmente nas edificações térreas devido ao Percentual de Abertura da Sala de Auto Atendimento. Também, foi encontrado um percentual alto de edificações (40%) que não atingiram o pré-requisito da transmitância térmica da cobertura pelo método prescritivo do RTQ-C. Fato, que deve ser analisado e aperfeiçoado pelo corpo técnico do Banco do Brasil.

A elaboração da Planilha de Análise e Avaliação de Edifícios Comerciais – Planilha Final visa contribuir para que o processo de seleção e escolha das edificações no Distrito Federal tenha critérios

objetivos e que assim, haja um equilíbrio entre a preocupação com o gasto energético da edificação e o conforto ambiental (térmico e luminoso) dos ambientes internos.

Porém, apesar dos testes e das aferições dos resultados realizados na Planilha Final, a mesma tem suas limitações e somente poderá ser utilizada pelo Banco do Brasil em edificações comerciais de até quatro pavimentos no Distrito Federal. Os Subníveis e o Escore Final têm como objetivo facilitar uma análise comparativa com um melhor e um pior caso possível, levando-se em consideração o conforto ambiental (térmico e luminoso). O Subnível “Aberturas – Desempenho Luminoso” apenas indica o comportamento da edificação em relação a uma escala de valores que aponta o nível médio de iluminância da edificação, porém não possibilitando realizar análises quanto à luminância e à sua uniformidade luminosa. Entretanto, ela poderá servir de base para futuras análises e elaboração de outras planilhas para as demais zonas bioclimáticas do Brasil.

6 REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413-1 a 4: Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

AMORIM, Cláudia N. M. *Illuminazione naturale, comfort visivo ed efficienza energetica in edifici commerciali: proposte progettuali e tecnologiche in contesto di clima tropicale*. Tese (Doutorado em Arquitetura). Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Roma, 2001, 212p.

_____. **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. p. 57-76.

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. 164p.

COSTA, Miriam Nardelli. **O impacto da automação do edifício bancário brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da FAU/UnB. Brasília: UnB, 2000. 144p.

HÖFLIGER, Raul. **Evolução do design no Banco do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da FAU/UnB. Brasília: UnB, 2005. 354p.

INMETRO. **Regulamento Técnico do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2009. 58p.

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.

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. 134p.

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.