



## INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO NO DESEMPENHO DOS EDIFÍCIOS EM ÁGUAS CLARAS - DISTRITO FEDERAL

**Andiara Campanhoni (1); Marta Bustos Romero (2);**

(1) Mestranda da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Laboratório de Sustentabilidade – LaSUS - Universidade de Brasília - UnB, Brasil – e-mail: [andiarqui@gmail.com](mailto:andiarqui@gmail.com)

(2) Prof. Doutora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Laboratório de Sustentabilidade – LaSUS - Universidade de Brasília - UnB, Brasil – e-mail: [romero@unb.br](mailto:romero@unb.br)

### RESUMO

Num clima tropical, a principal causa de desconforto térmico é o ganho de calor produzido pela absorção da energia solar que atinge as superfícies das construções. Como o comportamento da incidência de radiação é variável de acordo com cada orientação, seu estudo é de extrema importância nos projetos arquitetônicos. O objetivo da pesquisa trata da adequação da orientação dos edifícios nos lotes da Região Administrativa de Águas Claras, localizada no Distrito Federal. Esta área é caracterizada por apresentar predomínio de edificações em altura, formando uma região de alta densidade, em contraponto com o Plano Piloto. Através da análise de situações existentes e de simulações computacionais, pretende-se estabelecer diretrizes para a ocupação dos lotes ainda vagos na região. Os procedimentos metodológicos consistem em análises sobre a influência do clima na arquitetura, descrição do clima da região em estudo e determinação dos dados utilizados. Além disso, são consideradas as características morfológicas construtivas e sua relação com o desempenho dos edifícios. Após as considerações iniciais, parte-se para o levantamento da ocupação atual e dos lotes vagos existentes dentro da área. Por fim, são realizadas simulações de situações existentes e de diferentes posicionamentos de edificações em lotes vagos através do software Ecotect Analysis 2010. Com esses procedimentos, é possível estabelecer comparações dos resultados obtidos entre situações originais, apontando as alternativas de implantações mais adequadas para os lotes ainda desocupados. Como resultado, pode-se perceber a relação entre as escolhas projetuais quanto à orientação e o desempenho resultado pela edificação. Sendo uma área ainda em construção e, apresentando vários lotes ainda não edificados, faz-se importante o estudo das orientações mais adequadas, visando a adoção de escolhas que otimizem o projeto desde a sua concepção.

Palavras-chave: orientação solar; conforto térmico; radiação solar.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Surgimento da cidade de Águas Claras

O concurso para o projeto de Brasília previa 500.000 habitantes para o Plano Piloto. Idealizava-se que Brasília seria composta pelo Plano Piloto da cidade e que, ao atingir o total populacional previsto, ensejaria a construção de cidades-satélites, abrigando a população excedente.

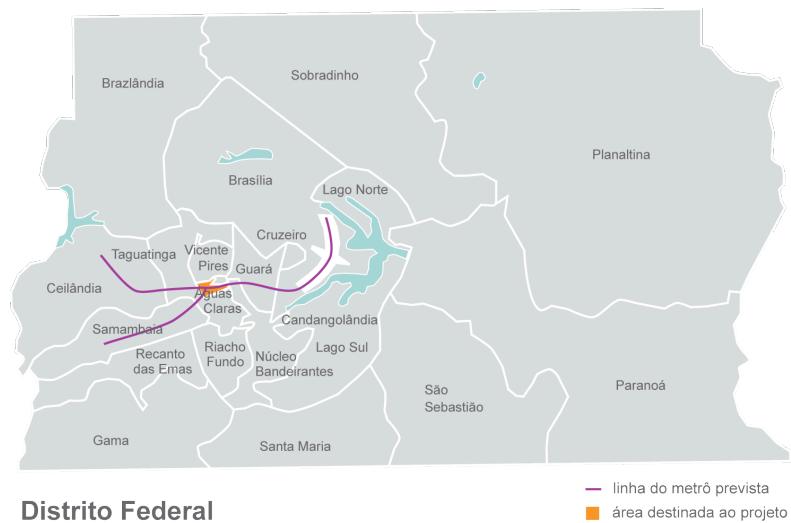
Porém o surgimento das cidades-satélites no Distrito Federal se deu antes do previsto, ocorreu de fato pela necessidade de abrigar os pioneiros que construíram a cidade – os “candangos”- para os quais não havia lugar no plano urbanístico de Lúcio Costa.

Na época do concurso para a nova capital, nas décadas de 50 e 60, não se previa que a dinâmica populacional, com fortes correntes migratórias rurais e urbanas, acrescidas do apelo de bons empregos na construção da capital, modificaria de tal forma a meta populacional, alcançando 2.606.885 habitantes – censo realizado pelo IBGE em 2009, sendo que destes apenas 202.426 habitam o Plano Piloto.

A demanda por moradia no Distrito Federal torna-se cada vez maior em função da baixa oferta de imóveis e do seu alto custo. Dessa forma, a população acaba buscando novas áreas para ocupação. Muitas das cidades-satélites que compõem o Distrito Federal hoje foram criadas a partir de ocupações irregulares sem a formalização inicial por parte do governo que, com o passar do tempo, acabou por legalizar essas áreas.

No entanto, o caso de Águas Claras se difere em algumas questões, pois foi concebida como um espaço pré-definido pelo Governo do Distrito Federal, uma área de expansão urbana, com implantação de um centro com caráter regional.

Em 1984, surgiu o bairro de Águas Claras, parte da Região Administrativa III – Taguatinga, como elemento de um conjunto de iniciativas para atender à crescente procura por novas habitações e, ainda, como forma de viabilizar as instalações do metrô, proposto como recurso para a racionalização da ocupação do uso do solo e para a expansão ordenada em Brasília.



**Figura 1 – Área destinada para Águas Claras – Distrito Federal.**

Com a recente criação de novas Regiões Administrativas por parte do Governo do Distrito Federal, em 2003, Águas Claras foi elevada à categoria de RA, por desmembramento da área de Taguatinga. Para isso foram incorporadas áreas vizinhas, formando a Região Administrativa XX – Águas Claras, no entanto a poligonal oficial da área ainda não foi regulamentada, aguardando aprovação.

Para o presente estudo, será considerada apenas a área original do bairro, por suas características peculiares – edificações em altura em torno da linha do metrô, em uma área com grande quantidade de construções sendo executadas.

## **2     OBJETIVO**

O objetivo do estudo trata da adequação da orientação das projeções dos edifícios nos lotes da Região Administrativa de Águas Claras, localizada no Distrito Federal. Esta área é caracterizada por apresentar predomínio de edificações em altura, formando uma região de alta densidade, em contraponto com a área do Plano Piloto. Através da análise de situações existentes e de simulações computacionais, pretende-se estabelecer critérios para a ocupação dos lotes ainda vagos na região.

## **3     METODOLOGIA**

Os procedimentos metodológicos consistem no estudo das questões relativas ao tema, quanto à influência do clima na arquitetura e os dados climáticos necessários ao estudo, além da importante relação da influência da orientação no desempenho dos edifícios. Por meio de levantamentos e simulações computadorizadas, pretende-se estabelecer relações e diretrizes para a ocupação das áreas livres. Para tanto, foram relacionadas as seguintes etapas para a realização do estudo:

- análise sobre a influência do clima na arquitetura e descrição do clima da região em estudo;
- estudos sobre a importância da relação entre a orientação e o desempenho dos edifícios e definição das considerações a serem adotadas para a região;
- levantamento da ocupação atual e dos lotes vagos existentes dentro da área determinada, análise da evolução da ocupação da cidade e seleção dos lotes a serem estudados;
- simulações de situações existentes e de diferentes posicionamentos de projeções em lotes ainda vagos por meio do *software* Ecotect Analysis 2010;
- comparação dos resultados obtidos através dos gráficos e imagens disponibilizados pelo programa, selecionando as alternativas de implantações mais adequadas para os lotes ainda vagos na região.

### **3.1   Influência do clima**

Hoje já resultam evidentes as relações entre a arquitetura e o ambiente, demonstrando como essas relações determinam a morfologia dos edifícios e suas instalações. No campo da arquitetura e urbanismo, o estudo do clima mostra-se imprescindível para o desenvolvimento de propostas mais adequadas à disponibilidade e preservação dos recursos naturais e também adequadas ao conforto do homem na cidade.

O clima constitui a fonte principal de influências térmicas sobre o ambiente, que por sua vez atuará sobre o indivíduo. Para projetar uma arquitetura que visa o conforto térmico deve-se conhecer os parâmetros climáticos locais, para um projeto que vise o melhor desempenho térmico possível.

O conforto térmico é fundamental para a saúde e bem estar do homem. Os desequilíbrios gerados entre a geração de calor e a dissipação de calor causam sensações desagradáveis, como a fadiga térmica, o que provoca mal estar e queda de rendimento no trabalho.

Esses fatores possuem grande impacto para a arquitetura, determinando as características morfológicas das construções. As dimensões variadas do construído – alturas, larguras, comprimentos e as relações de afastamento e proximidade entre eles tem relação direta com o conforto térmico.

Para Corbella e Yannas (2003), a radiação solar é uma das principais causas de desconforto térmico nos climas tropicais devido à falta de elaboração nos projetos de arquitetura, de elementos que venham a controlar o uso dessa variável. Por sua influência, requer análise cuidadosa para se determinar o quanto será necessário proteger ou expor da construção com relação à radiação.

Como o consumo energético depende das condições de conforto que os ocupantes querem atingir, se o edifício estiver pouco adaptado ao clima, obviamente será necessário maior consumo de energia para atingir as condições de conforto térmico pretendido.

### *3.1.1 Dados climáticos para a região*

Brasília encontra-se localizada no centro-oeste do Brasil, a uma latitude de 15°52' sul e 47°55' de longitude à oeste de Greenwich, com uma altitude média de 1100m. Quanto à classificação climática, Brasília apresenta-se como um clima Tropical de Altitude caracterizando-se por grandes amplitudes diárias e duas estações bem definidas: quente-úmida (verão) e seca (inverno). A radiação direta é muito forte no inverno, sendo baixa no verão. Já a radiação difusa é intensa no verão e menor no inverno.

Para a realização do presente trabalho, serão utilizados os dados adotados pelo LaSUS – FAU-UnB – Laboratório de Sustentabilidade da Universidade de Brasília, levantados através de um estudo comparativo entre diversos autores sobre o tema. Dentre estes autores, foram considerados os dados coletados por Ferreira (1965), correspondentes ao período de 1960 a 1964; as “Normais Climatológicas” oferecidas pelo INMET, referentes ao período de 1961 a 1990; e os valores levantados por Maciel (2002), determinando o ACR (Ano Climático de Referência) a partir dos dados coletados entre os anos 1982 a 1997, registrados pela estação sinótica 82370, do aeroporto nacional de Brasília e obtidos através de base de dados do Laboratório de Eficiência Energética em Edificação, Labeee – UFSC.

Nesse estudo foram destacadas as variáveis ambientais que exercem maior influência na sensação de conforto – temperatura do ar, direção e velocidade dos ventos, umidade relativa e insolação. Por conseguinte, os dados adotados pelo LaSUS foram:

Variáveis ambientais para Brasília - LaSUS	
temperatura média anual	21,1° C
umidade média no verão – período úmido	76,5 %
umidade média no inverno – período seco	54,5 %
insolação média no verão – período úmido	153 horas mensais
insolação média no inverno – período seco	255 horas mensais
ventos predominantes	leste

**Tabela 1** – Variáveis Ambientais para Brasília – dados adotados pelo LaSUS UnB.

Para Águas Claras, serão considerados os dados levantados para a área do Plano Piloto. Medições realizadas pela Universidade Católica - situada na RA Taguatinga, mostraram que, nos anos de 2008 e 2009, a temperatura da região ainda permanece próxima a do Plano Piloto fornecida pelo INMET.

## **3.2 Orientação e desempenho dos edifícios**

O edifício compõe um sistema que mantém complexas relações energéticas com o meio que o rodeia. O equilíbrio entre os ganhos e as perdas energéticas pelo edifício determina suas condições interiores. Dessa forma, se consideram a forma e a envoltória do edifício como seus elementos fundamentais.

Para Corbella e Yannas (2003), num clima tropical, a principal causa de desconforto térmico é o ganho de calor produzido pela absorção da energia solar que atinge as superfícies dos ambientes construídos.

A radiação solar pode ser absorvida no interior do edifício, ingressando pelas aberturas, ou ainda, através das superfícies da paredes externas, conduzindo o calor através de condução ao interior do ambiente. Com essa absorção de radiação, a temperatura do ar interior se eleva, causando desconforto nas pessoas que estão nesses locais.

Ainda, segundo os autores, as estratégias para combater o ganho de calor devido à radiação solar e à consequente elevação de temperatura do ar interior, e a das superfícies internas que rodeiam as pessoas, consistem em posicionar o edifício de maneira a obter a mínima carga térmica devida à energia solar; proteger as aberturas contra as entradas de sol; dificultar a chegada do sol às superfícies do envelope do edifício; minimizar a absorção do sol pelas superfícies externas e determinar a orientação e o tamanho das aberturas para atender às necessidades de luz natural.

Para o estudo da radiação solar, deve-se levar em conta as diferentes incidências solares no globo, já que as quantidades de radiação variam em função da época do ano e da latitude.

Em 1968, Olgay, *apud* Romero (2001), considerou o efeito do clima nas construções através do efeito combinado da temperatura ambiente com a radiação solar em quatro lugares típicos das principais zonas climáticas dos Estados Unidos. Através dessas investigações, obteve as seguintes conclusões: a forma quadrada não é ideal em nenhum dos lugares estudados; todas as formas alongadas sobre o eixo norte-sul são mais eficazes – tanto no inverno como no verão, que a forma de planta quadrada; e a forma ideal é, em cada caso, uma forma alongada sobre o eixo leste-oeste.

Seus estudos demonstram que os diferentes lados das edificações recebem impactos térmicos diferentes. Vale lembrar que a incidência de radiação varia de acordo com a latitude, porém esta não incide igualmente em todas as superfícies, sendo a cobertura a superfície mais atingida.

Um estudo de simulação de energia solar recebida, realizado por Corbella *apud* Corbella e Yannas (2003), para quatro prédios com a mesma área construída e altura, para um dia médio de verão de Porto Alegre, demonstrou que existe diferença nos valores de radiação absorvida. Os valores indicaram que só com melhor posicionamento do edifício reduz-se a energia solar recebida em 20%.

Até alguns anos atrás, era comum se pensar que a fachada sul não necessitava de proteção solar. Atualmente, sabe-se que para um país do hemisfério Sul, entre as latitudes 12° e 30°, a fachada Sul deve ser protegida, pois no verão recebe tanta ou mais radiação incidente que a fachada Norte.

Através das simulações com o programa Radiação , Corbella e Castanheira (2001), usando valores de radiação solar diária média mensal em plano horizontal para as latitudes de 10°, 20°, 23°, 30° e 35°, obtiveram a radiação incidente nas fachadas norte, sul, leste e oeste para todos os meses do ano. Dessa forma, demonstraram que no verão as fachadas com orientação sul podem receber maior incidência dos raios solares que as fachadas norte.

Amorim e Braga (2004), considerando a latitude de Brasília de 15°, relacionaram os valores para a radiação solar total incidente nas fachadas da cidade no período de dezembro a fevereiro, demonstrando que, no verão, a radiação solar incidente na fachada sul é aproximadamente 35% maior que a radiação solar incidente na fachada norte.

Através desses estudos, pode-se notar que nos trópicos as superfícies que mais recebem sol durante o verão, para as latitudes entre 12° e 30° são, por ordem de relevância: a cobertura, as fachadas L e O e as fachadas N e S.

Assim, uma das maneiras de minimizar o calor que entra é diminuir a área das paredes mais castigadas pelo sol e que terão maior diferença de temperatura. Logo a melhor forma para um edifício, do ponto de vista de diminuir a carga térmica produzido pela energia solar, é a que reduz a área exposta para o L e O. Este é o melhor posicionamento a ser adotado se não houver impedimento pelo terreno. Se não for possível, precisa-se trabalhar as paredes mais castigadas com elementos, ou revestimentos, de maneira a minimizar a absorção da radiação solar e o ingresso do calor.

### 3.3 Levantamento da área em estudo

Águas Claras é uma área ainda em construção e que está em acentuado crescimento, sendo considerada o maior canteiro de obra da América Latina. Novos prédios são inaugurados constantemente e a densidade demográfica da cidade aumenta a cada dia.

A cidade possui aproximadamente 1.000 lotes previstos no projeto original para o bairro. Segundo levantamento da Administração Regional, em 2007, a cidade possuía 232 edificações prontas e ocupadas, 193 em construção e 509 ainda por construir.

Em janeiro de 2010, em levantamento realizado pela autora, a ocupação da cidade era de 410 lotes prontos, 184 ainda em construção e 379 lotes vazios. (figura2).



**Figura 2 – Levantamento dos lotes vagos em Águas Claras em janeiro de 2010.**

### 3.3.1 Seleção dos lotes a serem analisados

De acordo com as considerações realizadas no embasamento da pesquisa, foram selecionados alguns lotes com orientações típicas para a análise. Para a seleção, foram adotados os seguintes critérios:

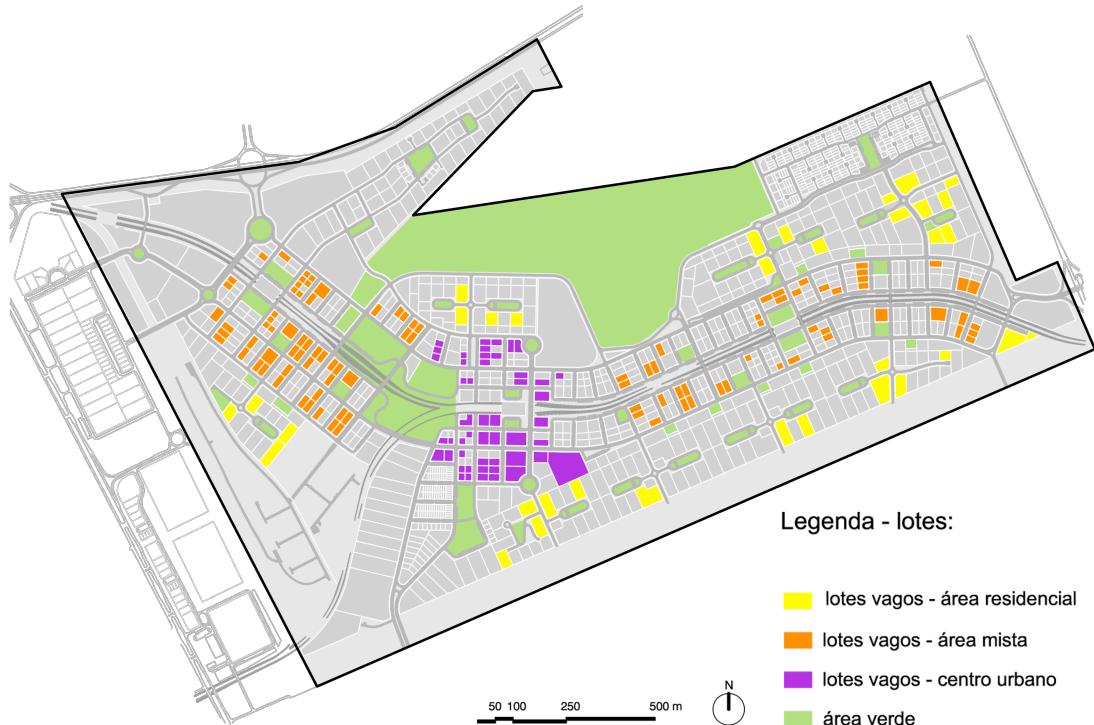
- Lotes disponíveis dentro de um mesmo zoneamento – áreas comerciais, uso misto e residencial, considerando a setorização estabelecida pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF - PDOT 2009; e
- Coeficientes de aproveitamento - CA (dados PDOT) e taxas de ocupação - TO (dados do plano de ocupação) de cada zona selecionada.

No levantamento, mesmo lotes vagos previamente destinados ao uso institucional foram computados, visto que em alguns locais foi percebida a alteração na destinação do uso. Considerou-se ainda que de acordo com o PDOT, alguns lotes dentro de uma mesma zona possuem coeficientes de aproveitamento diferenciados, dessa forma foi utilizado o predominante.

Partindo desses critérios, foi realizado um mapeamento dos lotes disponíveis (figura 3). Após essa seleção, os lotes foram novamente filtrados, considerando agora os seguintes critérios:

- Maior quantidade de lotes disponíveis dentro de cada zona com a mesma orientação; e
- Formação de grupos com ângulo de incidência solar nas fachadas diferenciado – obtido com o auxílio de cartas solares.

Por meio dessa seleção foram agrupados os lotes para posterior análise de simulação computadorizada.



**Figura 3** – Mapeamentos dos grupos de lotes para análise.

Grupo1	Grupo2	Grupo3
Uso residencial – uso basicamente residencial, permitindo comércio local no entorno.	Uso misto – predominantemente residenciais, admitindo atividades de comércio local.	Centro Urbano – uso misto, com atividades típicas de comércio e serviços.
Área = 4.900m <sup>2</sup>	Área = 1.890m <sup>2</sup>	Área = 1.500m <sup>2</sup>
CA: básico = 1,5	CA: básico = 3	CA: básico = 5
TO = 20%	TO = 35%	TO: térreo e sobreloja = 100% demais = 40%

**Tabela 2** – Grupos selecionados para as simulações.

### 3.3.2 Seleção das projeções nos lotes

Após a seleção dos lotes a serem analisados, foi realizado um levantamento da situação atual de ocupação e os padrões de implantação adotados para as projeções.

De acordo com o levantamento, foi diagnosticado que o grupo 1, que é o relativo à área residencial, é o que possui a maior quantidade de variações de implantação. Foram, portanto, selecionadas apenas duas para a presente consideração, sendo uma orientação oposta à outra. Essa diversidade ocorre pela taxa de ocupação ser menor, aumentando as áreas livres em torno do edifício, o que libera a composição de formas variadas.

Já o grupo 2, de área mista, apresentou apenas duas disposições diferenciadas, sendo uma implantação de orientação oposta à outra.

Para o grupo 3 houve pouco lotes para seleção, visto que a área apresenta grande quantidade de terrenos ainda vagos. Nessa região, correspondente à área central, o levantamento constatou diferenciação do uso atual e do proposto pelo zoneamento. Nessa área, a taxa de ocupação do térreo e sobreloja é de 100%, sendo previsto o uso comercial, tornando o edifício de uso misto. Porém, os edifícios encontrados são de uso habitacional exclusivo. Além disso, alguns prédios não utilizaram a taxa de 100% de ocupação, criando configurações diferenciadas. Assim, serão consideradas as únicas duas tipologias de orientações encontradas dentro dos parâmetros, as quais são opostas uma à outra.

### 3.4 Simulações

Para as simulações foi utilizado o *software* Ecotect, como suporte para a análise da insolação e, ainda, para a análise da radiação nas edificações.

De acordo com os lotes selecionados e seus dois respectivos modelos de projeções, foram realizadas simulações para analisar o seu comportamento. Baseado nos estudos pré-estabelecidos sobre a influência da orientação solar no desempenho dos edifícios, foram consideradas para a comparação a incidência solar e a radiação solar direta nas fachadas, com a média do acúmulo diário no período analisado. As datas escolhidas foram baseadas nas estações típicas da cidade, quente-úmida (verão) e seca (inverno).

## 4 RESULTADO DAS SIMULAÇÕES

### 4.1 Comparação entre as simulações

Pelos dados obtidos por meio das simulações, foram estabelecidas comparações entre os casos levantados, de acordo com as tabelas 3, 4 e 5.

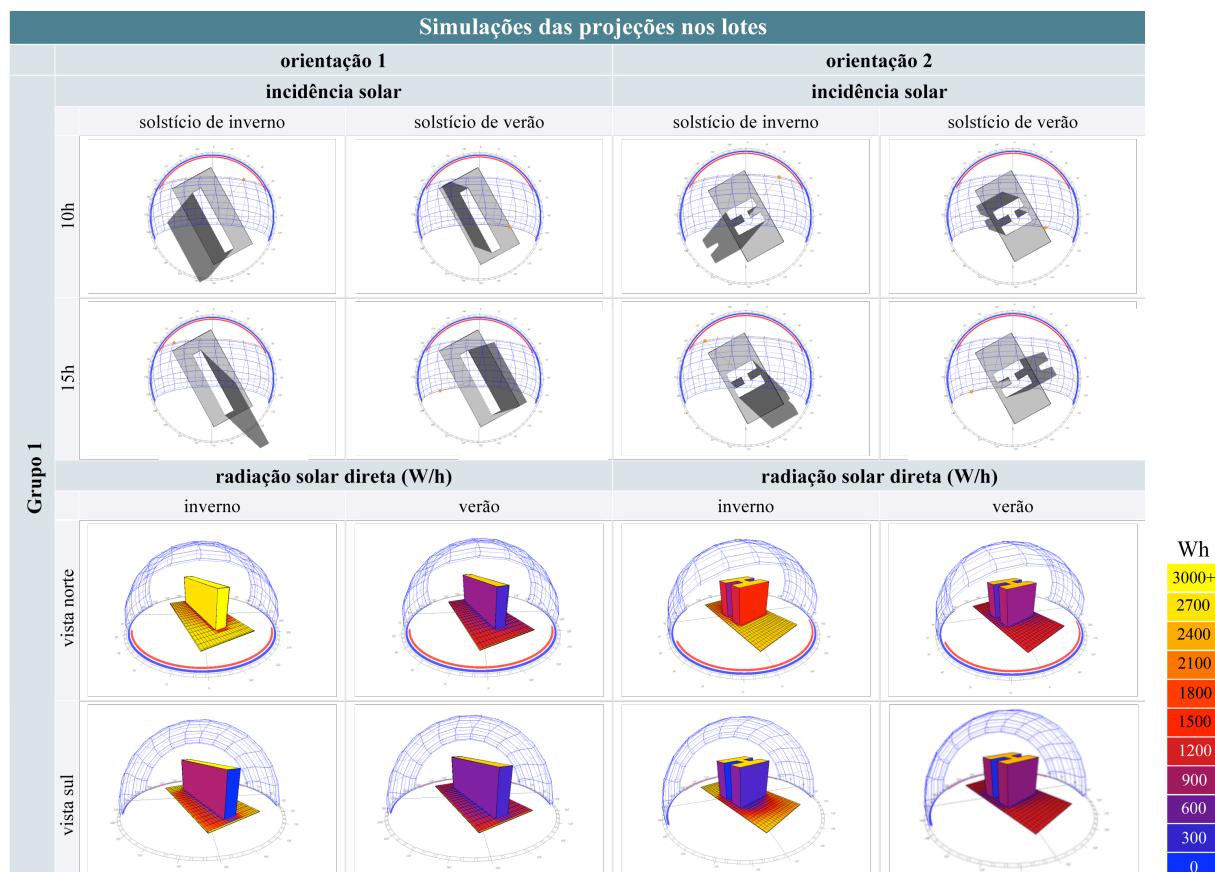
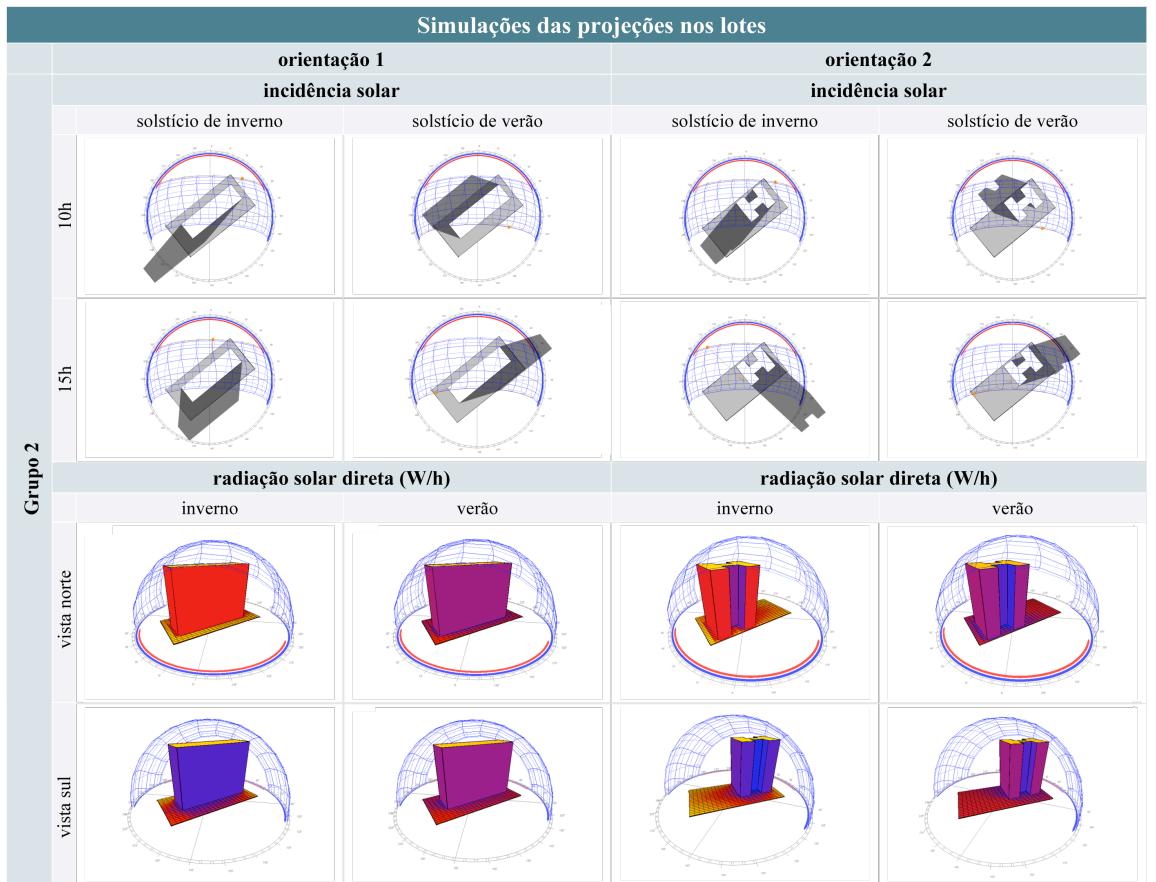
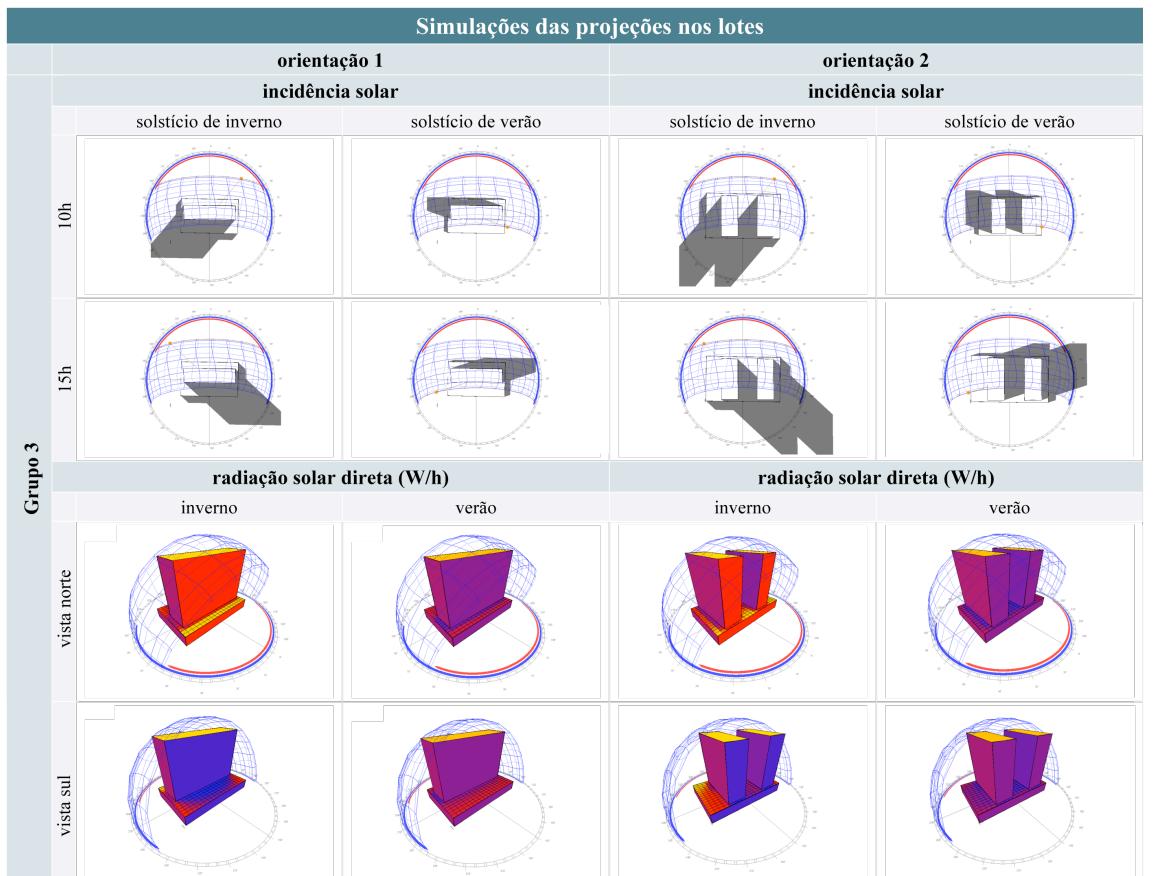


Tabela 3 – Simulações dos lotes do Grupo 1 – Ecotect Analysis 2010.



**Tabela 4 - Simulações dos lotes do Grupo 2 – Ecotect Analysis 2010.**



**Tabela 5 - Simulações dos lotes do Grupo 3 – Ecotect Analysis 2010.**

## **4.2 Conclusões**

Pelas considerações realizadas com os dados obtidos nas simulações, foram relacionadas as seguintes conclusões:

1 - Para todos os grupos a orientação mais favorável dentro do lote analisado foi a segunda configuração, disposta em dois blocos:

a) Para o grupo 1 e 2, a segunda implantação expõe uma de suas fachadas principais a um valor maior na média do acúmulo de radiação direta diária. Porém, com relação ao primeiro posicionamento analisado, este valor ainda é menor, sendo além disso, a superfície de acúmulo da fachada principal de menor dimensão, devido a forma do edifício.

b) No grupo 3, pode-se perceber que a segunda configuração expõe mais as fachadas principais no verão e protege no inverno. Apesar disso, a segunda implantação foi considerada melhor que a primeira pois o acúmulo gerado no verão é menor que no inverno. Assim, é mais válida a opção que protege mais o período de maior média no acúmulo de radiação direta diária.

2 - De acordo com os resultados obtidos, foram confirmadas as informações levantadas como base teórica para a pesquisa, sendo pertinentes as recomendações de proteção para as fachadas. Foi reiterado que:

a) pode-se estabelecer que nos trópicos as superfícies mais relevantes com relação à radiação solar são a cobertura, as fachadas L e O e as fachadas N e S.

b) para um país do hemisfério Sul, entre as latitudes 12° e 30°, a fachada Sul deve ser protegida, pois no verão recebe tanta ou mais radiação incidente que a fachada Norte.

Através das análises é possível perceber a relação existente entre as escolhas projetuais quanto a orientação e o desempenho resultado pela edificação. Sendo uma área ainda em construção e, apresentando vários lotes ainda não edificados, faz-se importante o estudo das orientações mais favoráveis, visando a adoção de escolhas que otimizem o projeto. Um edifício depende de escolhas adequadas desde o início de sua concepção, como a análise das características do entorno natural e construído, bem como sua localização e orientação com relação ao sol. Obtêm-se assim, resultados que incorporam às edificações os conceitos de sustentabilidade e eficiência energética e, consequentemente, um projeto consciente.

## **5 REFERÊNCIAS**

AMORIM, Cláudia; BRAGA, Darja. Conforto térmico em edifícios residenciais do Plano Piloto de Brasília. In: I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. *Anais...* São Paulo: ENCAC, 2004.

CORBELLA, O. D.; CASTANHEIRA, R. G. Sobre a Necessidade de Proteção Solar Incidente nas Fachadas Sul, para Edifícios Situados entre as Latitudes 10° e 35°. In: VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. *Anais...* São Pedro, SP. ENCAC, 2001.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental.** Revan, Rio de Janeiro. 2003.

MACIEL, Alexandra Albuquerque. **Projeto Bioclimático em Brasília: Estudo de caso em edifício de escritórios. Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de pós- graduação em engenharia civil, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura Bioclimática dos Espaços Públicos**, Editora UnB, Brasília. 2001

SOUSA, Jamílson; CARPANEDA, Luciana; GOMES, Mariana; MACIEL, Ana Carolina; ROMERO, Marta. Caracterização do clima para a cidade de Brasília: leituras comparativas. In: IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. *Anais...*Ouro Preto: ENCAC, 2007.

ZIMBRES & REIS, Arquitetos Associados. **Bairro Águas Claras. Plano de Ocupação.** Governo do Distrito Federal. Secretaria de Obras e Serviços. Departamento de Urbanismo, Brasília. 1992