



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

ANÁLISE DA INSOLAÇÃO NO ESTÁDIO SERRA DOURADA

Érico Naves Rosa (1); Maria Luiza de Ulhôa Carvalho (2)

(1) Doutor, Professor do Curso de Arquitetura e Urbanismo, ericorosa@gmail.com,

(2) Msc, Professora do Curso de Design de Interiores, luizaled@gmail.com

Universidade Federal de Goiás, FAV, Grupo INOVE - Pesquisa e Inovação em Pesquisa e Design
Cx. Postal 131, Goiânia, Goiás, 74001-970, Tel.: (62) 3521 1159

RESUMO

O Estádio de Futebol Serra Dourada foi construído em meados da década de 70, em Goiânia, Goiás, e sua infraestrutura mostrou-se inadequada às exigências regimentais da FIFA para os modernos estádios que sediarão as futuras Copas do Mundo em 2014. A cobertura original da edificação possui dimensões restritivas e a orientação do estádio no terreno, com a maior dimensão do campo de futebol no sentido norte-sul, favorece somente a visão dos jogadores no que diz respeito à iluminação direta e ofuscamento. O presente trabalho consiste na análise de insolação do projeto de reforma do estádio de autoria dos arquitetos Paulo Mendes da Rocha e Luiz Fernando Cruvinel. Procurou-se medir a eficiência de uma nova cobertura de sombreamento projetada para a proteção dos espectadores sentados nas arquibancadas leste e oeste da edificação. Baseado no novo projeto proposto e nos dados climáticos locais, a avaliação da eficiência da nova área de sombreamento e do nível de conforto visual e térmico dos espectadores foi feita ao longo do ano. Observou-se que apesar da nova cobertura cobrir 84% da arquibancada, os espectadores do estádio continuam expostos à radiação solar nos intervalos antes e depois de 11 e 13 horas. No inverno, quando acontecerão os jogos da Copa do Mundo, apenas 43% da arquibancada serão completamente sombreados.

Palavras-chave: insolação; estádios; proteções solares.

ABSTRACT

The Serra Dourada Soccer Stadium, built in the mid-70's, did not meet FIFA's requirements for the most modern stadiums that will host future Soccer World Cups in 2014. The original shading roof shows sun-shading limitations. The building orientation puts the largest dimension of the soccer field in the north-south direction which only favors soccer players' visual comfort regarding direct lighting and glare. This analysis aims to measure the efficacy of a new sun-shading cover – designed by Paulo Mendes da Rocha and Luiz Fernando Cruvinel – for the bleachers located in east and west wings of the building. The results demonstrate the levels of visual and thermal human comfort throughout the year. Despite the fact that the new sun-shading roof covered 84% of both bleachers – meeting FIFA's requirements – they still receive full solar radiation prior to 11 am and after 1 pm. During the winter season, when World Cup games happen, only 43% of the spectators' area will be completely shaded.

Keywords: insolation; stadiums; shading strategies.

1. INTRODUÇÃO

Para entrar em uma sequência de grandes eventos esportivos, entre os anos 2014 e 2016, o Brasil se depara com o desafio de construir e adaptar espaços adequados a receber atletas e espectadores em um nível de excelência internacional. Em função disso aspectos da arquitetura e engenharia como, por exemplo, segurança estrutural, segurança contra incêndio, acessibilidade, conforto ambiental, entre outros, necessitam ser analisados, visando a uma correta qualidade espacial e a viabilidade de uso desses espaços. Em 2006, a cidade de Goiânia se candidatou a uma das sedes brasileiras para Copa do Mundo de Futebol de 2014. Em função disso foi necessário analisar uma possível reforma para atender às exigências da Federação Internacional de Futebol Associação (FIFA) em seu principal estádio de futebol: o Estádio Serra Dourada. O projeto arquitetônico inicial do estádio foi de autoria do arquiteto Paulo Mendes da Rocha, em 1973. Considerado um dos maiores expoentes da arquitetura brasileira, o arquiteto, ganhador do Prêmio Pritzker em 2006, já conhecia a cidade por ter participado e ganhado um concurso nacional para o projeto de arquitetura da sede social do Jóquei Clube de Goiás, 1962 (ARTIGAS, 2000). Depois de participar do projeto da nova Estação Rodoviária de Goiânia, em parceria com o arquiteto Luiz Fernando Cruvinel, em 1985, os dois arquitetos reuniram-se de novo, em 2009, para a elaboração do projeto de reforma do estádio Serra Dourada.

No presente trabalho, foi realizada uma análise a respeito da insolação incidente nas arquibancadas do estádio. Dentro das várias exigências da FIFA, detectou-se que a cobertura não era suficiente para cobrir a maioria do espaço destinado aos espectadores (FIFA, 2011). No tocante à proteção para insolação, a relação entre incidência solar e o edifício pode ser planejada pelo arquiteto através de estratégias tais como persianas, brises verticais e horizontais, beirais etc. (AMORIM, 2002). No caso específico do estádio a primeira proposta arquitetônica, dos arquitetos Luiz Fernando Cruvinel e Paulo Mendes da Rocha, foi o acréscimo de uma cobertura composta de uma combinação entre estrutura metálica e membrana leve à cobertura de concreto já existente. As outras diretrizes de projeto que auxiliam a proteção solar como a orientação do edifício no terreno, a permeabilidade da fachada, o tipo dos materiais das fachadas, os mecanismos de redirecionamento, estão fora do escopo desse estudo. Cabe ressaltar que a orientação de um edifício no terreno depende de uma enorme gama de variáveis como tipologia do edifício, tamanho do terreno, vistas externas entre outros. No caso de estádios para esportes coletivos, como o futebol, é primordial que a maior dimensão do campo seja orientada no sentido norte-sul para que a insolação, em horários de baixa altitude solar (nascente e poente), não atrapalhe a visão dos atletas (FIFA, 2011). Em contrapartida, essa disposição coloca grande parte da platéia faceando os lados leste ou oeste assim sendo, conseqüentemente, afligidos por ofuscamento fisiológico e altos índices de radiação solar.

Áreas cobertas e abertas foram os primeiros arranjos espaciais de proteção solar usados na arquitetura. Essa disposição pode ser vista nos edifícios na forma de pórticos e galerias ou até mesmo varandas e alpendres. Embasando o caso tipológico analisado nesse estudo, podem ser citados os antigos anfiteatros romanos aos quais são atribuídas coberturas retráteis de lona chamadas *velariums*, para a proteção solar da platéia. Apesar de não haver um consenso em torno de seu sistema construtivo, esse mecanismo é citado como presente em quase todos os anfiteatros da época, corroborando a necessidade de proteção para longos períodos de exposição à radiação solar na região mediterrânea. Atualmente, esses mecanismos evoluíram para sistemas de proteção solar que podem redirecionar ou bloquear mais eficientemente os raios solares como sheds, clarabóias e coberturas em balanço (JOTA, 2004).

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados da análise de insolação do Estádio de Serra Dourada localizado na cidade Goiânia, Estado de Goiás, levando-se em consideração (1) a variação da incidência solar (2), a projeção horizontal da nova proteção solar e (3) a inclinação da arquibancada por meio da análise das áreas de sombreamento e insolação do espaço analisado.

3. MÉTODO

A metodologia deste trabalho foi dividida em quatro etapas principais:

1. Levantamento físico do estádio por meio de arquivo digital;
2. Análise da insolação nas arquibancadas do estádio com base nas normais climatológicas da cidade de Goiânia;
3. Cálculos da geometria solar dos cenários estudados;
4. Renderização dos resultados por meio de imagens (plantas e vistas do estádio).

3.1. Levantamento Físico:

O Estádio Serra Dourada, com quase 35 anos, tem sua concepção estrutural toda em concreto armado em uma forma levemente oval. Em sua configuração original possui 270 metros no sentido norte-sul por 265 metros no sentido leste-oeste tendo uma capacidade de 50.000 pessoas nas arquibancadas. A cobertura do projeto original consiste em duas lajes de concreto, simetricamente curvas e com balanços de 23 metros, apoiadas em pilares centrais para a proteção das arquibancadas (Figura 1). Os arcos da cobertura se projetam sobre a parte mais elevada das arquibancadas leste e oeste, cobrindo cerca de 40% das 45 fileiras originais, em projeção vertical. A título de análise da insolação, denominou-se a arquibancada mais próxima do leste como *Arquibancada Leste* e a mais próxima do oeste como *Arquibancada Oeste*.

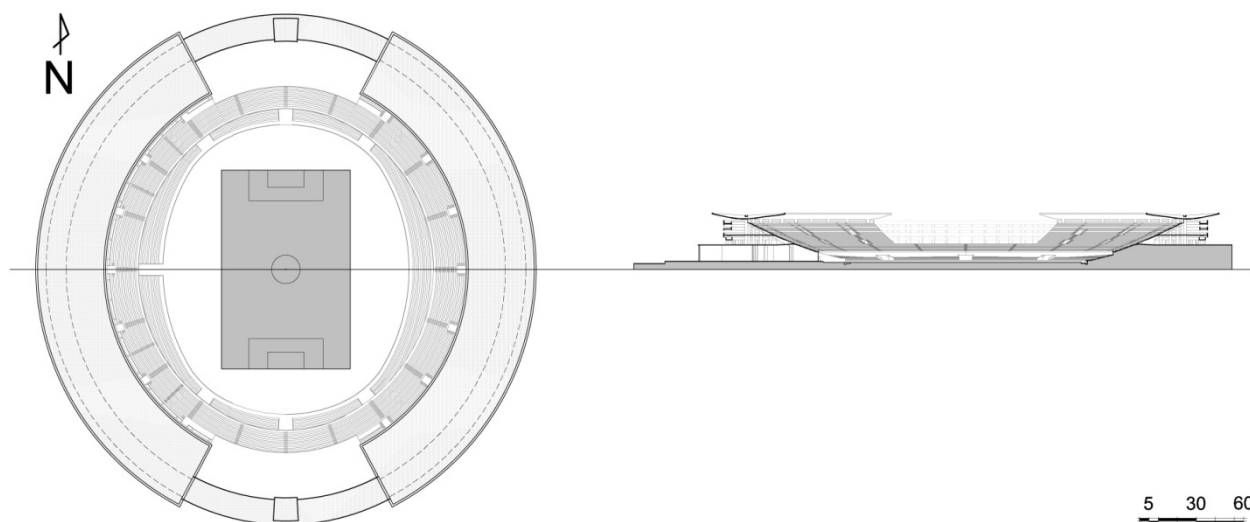


Figura 1 – Planta de Cobertura e Corte Transversal original do Estádio Serra Dourada.

Na configuração original, a cobertura seria insuficiente para cumprir as recomendações técnicas da FIFA (FIFA, 2011) na qual o máximo da área de ocupação da platéia deve estar coberta: *“a football stadium should be covered to protect spectators from the rain and from the glare of strong sunlight”* (“um estádio de futebol deve ser coberto para proteger os espectadores da chuva e do forte ofuscamento da luz solar”). Assim a primeira proposta de intervenção na cobertura para o estádio consistiu-se em um prolongamento horizontal da estrutura original. Essa extensão foi proposta em uma estrutura metálica conectada às extremidades das coberturas de concreto existente e revestida por uma membrana leve. No formato de “meia lua”, a nova extensão coincide com os arcos nas extremidades e aumenta a área de cobertura da parte central – originalmente de 23 metros – em, aproximadamente, 28 metros adicionados horizontalmente, sentido leste-oeste (Figura 2).

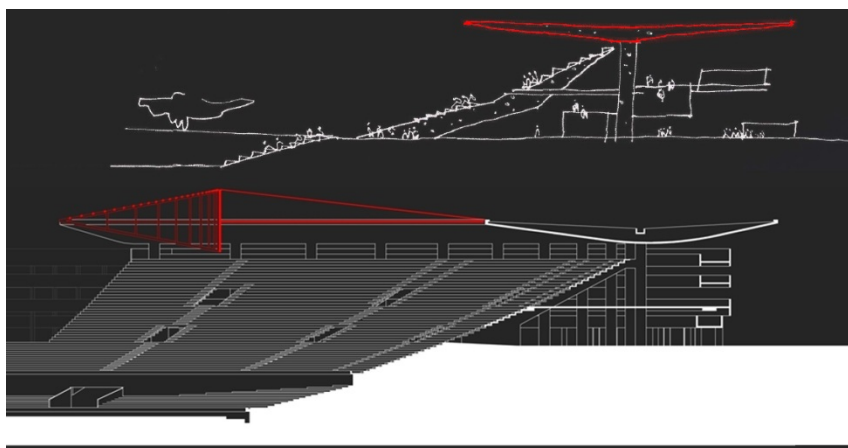


Figura 2 – Montagem com croquis original e a proposta da nova cobertura.

Para efeito de definição dos cenários utilizados na simulação dos cálculos de geometria solar, adotou-se a dimensão original da cobertura de 1973 e o prolongamento na proposta de reforma de 2006. As fachadas norte e sul não foram consideradas nessa análise visto que na proposta da reforma estas áreas seriam eliminadas para o uso dos espectadores.

3.2. Levantamento Climático:

O nível de incidência solar em uma edificação pode variar, primeiramente, de acordo com sua localização (latitude) e o micro-clima do local. A cidade de Goiânia está localizada na latitude 16°40' Sul e longitude 49°15' Oeste com uma altitude média de 750 m acima do nível do mar. Isto significa que a variação da duração dos dias durante o ano é significativamente pequena e demonstrada na carta solar para Goiânia (Figura 3). Os dados da altura e azimute solar de ambos solstícios e um equinócio (outono) foram isolados para o cálculo do ângulo solar vertical e horizontal (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores da altura e azimute solar utilizados no cálculo de geometria solar.

| Data | Hora | Altura Solar (°) | Azimute Solar (°) |
|-------|------|------------------|-------------------|
| 21/03 | 9 | 37,2 | 77,4 |
| | 12 | 72,7 | 20,7 |
| | 17 | 20,2 | - 84 |
| 21/06 | 9 | 27,2 | 51,8 |
| | 12 | 49,8 | 6,6 |
| | 17 | 10,5 | - 61,5 |
| 21/12 | 9 | 43,9 | 106,9 |
| | 12 | 82,2 | 154,1 |
| | 17 | 23,3 | - 109 |

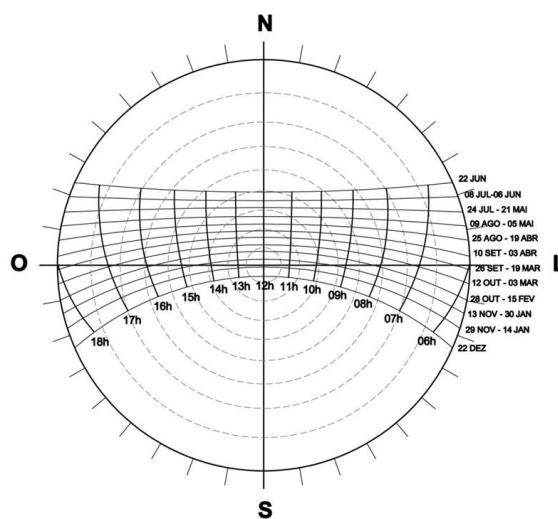


Figura 3 - Carta Solar da cidade de Goiânia (Ecotect 5.60).

A duração do dia no Solstício de Verão é de aproximadamente 13 horas, sendo o nascente às 05h45min e poente às 18h44min, e no Solstício de Inverno de 11 horas, sendo o nascente às 06h47min e poente às 17h49min. Mesmo com essa pequena variação da duração diurna pode ser verificada uma maior variação dos níveis de insolação entre os meses chuvosos apontando níveis mínimos, 180 horas/mês, e os meses de estiagem de níveis máximos, 280 horas/mês.

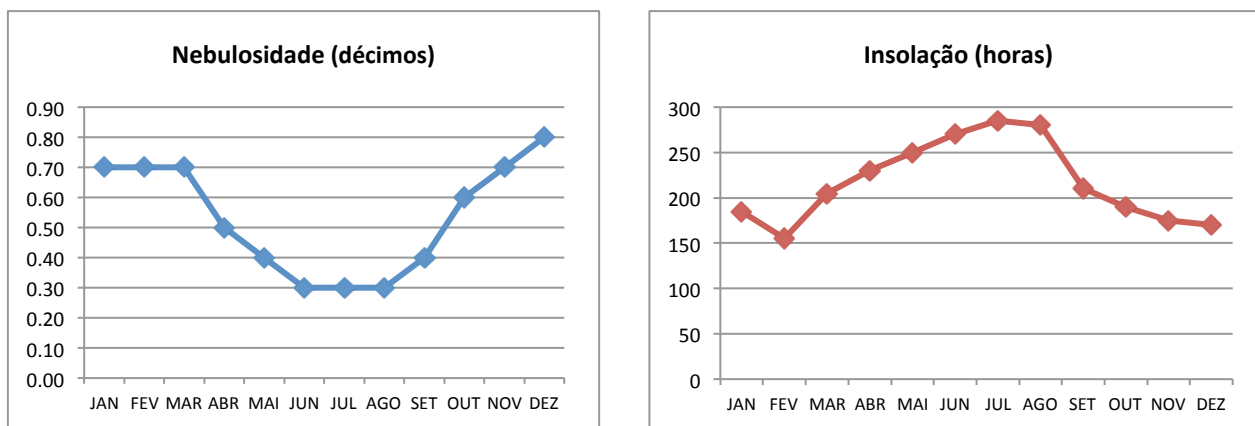


Figura 4 – Nebulosidade e Insolação em Goiânia, GO – 1961-1990 (INMET)

Segundo o programa Radiasol 2, a irradiação solar direta de Goiânia chega a seu nível máximo nos meses de junho, julho e agosto, atingindo valores acima de 6 kWh/m²/dia. Na figura 5, pode se observar que os índices de radiação global em julho, nas horas propostas de análise são de, aproximadamente, 520 W/m² às 09h, 710 W/m² às 12h, 350 W/m² às 15h e 20 W/m² às 17h. Quanto aos índices de iluminação natural,

segundo Scarazzato, *apud* Vianna Gonçalves (2001), o valor das iluminâncias direta e difusa em plano horizontal para a cidade de Goiânia, na condição de céu parcialmente encoberto durante o inverno (mês de julho, para o qual estariam previstos os jogos) é de, aproximadamente, 37,5 klux às 09h; 80,4 klux ao meio-dia e 52,9 klux às 15h.

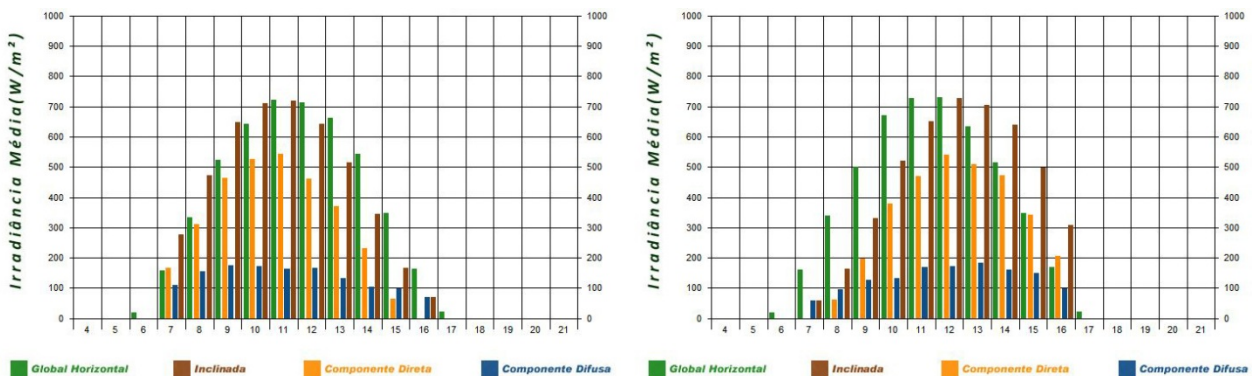


Figura 5 - Radiação solar em julho, Goiânia, GO. Situações na *Arquibancada Oeste* e *Arquibancada Leste*. (RADIASOL 2/UFRS)

3.3. Cálculos de geometria solar

O presente trabalho analisou o sombreamento que a cobertura propicia à arquibancada por meio do ângulo solar vertical (ASV), dado pela Equação 1. O ASV varia em função da altura solar coletado (Tabela 1) e o ângulo solar horizontal (ASH) obtido pela Equação 2. Este último utiliza o azimute solar dado na Tabela 1e, na presente análise, adotou-se a orientação da fachada para a *Arquibancada Leste* como -90° e para a *Arquibancada Oeste* igual a 90° .

$$ASV = \tan^{-1} \left(\frac{\tan AS}{\cos ASH} \right) \quad \text{Equação 1}$$

Onde,

- ASV é o ângulo solar vertical ($^\circ$);
- AS é a altura solar ($^\circ$);
- ASH é o ângulo solar horizontal ($^\circ$).

$$ASH = \text{Azimute Solar} - \text{Orientação da Fachada} \quad \text{Equação 2}$$

Para efeito de simplificação do cálculo da arquibancada sombreada, adotou-se um triângulo escaleno (Figura 6) no lugar do trapézio originalmente formado. Os lados são representados pelo plano inclinado da arquibancada (reta no sentido CB) com o limite da cobertura (reta no sentido CA) e a projeção do ângulo solar vertical (reta variável representada como AB e Aa'). Utilizou-se a *lei dos senos* para obter a dimensão linear da arquibancada sombreada em função da variável do Ângulo Solar Vertical (ASV) que sobre a dimensão total da mesma chegou à porcentagem sombreada da arquibancada. Desta forma, foi possível analisar o efeito do prolongamento da cobertura sobre o sombreamento dos espectadores no projeto original e na proposta de reforma do Estádio Serra Dourada.

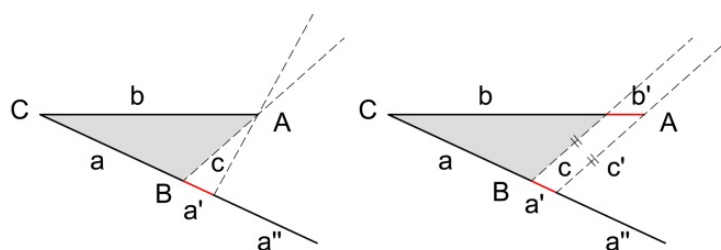


Figura 6 – Desenho esquemático do triângulo escaleno adotado para o cálculo da geometria solar.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Incidência Solar

A cobertura original do Estádio protege cerca de 35% da capacidade das arquibancadas leste e oeste no período de meio-dia. O ganho com a nova cobertura proposta elevaria essa proteção para 85% da capacidade de ambas as partes nesse mesmo horário, conforme pode se observar na Figura 7.

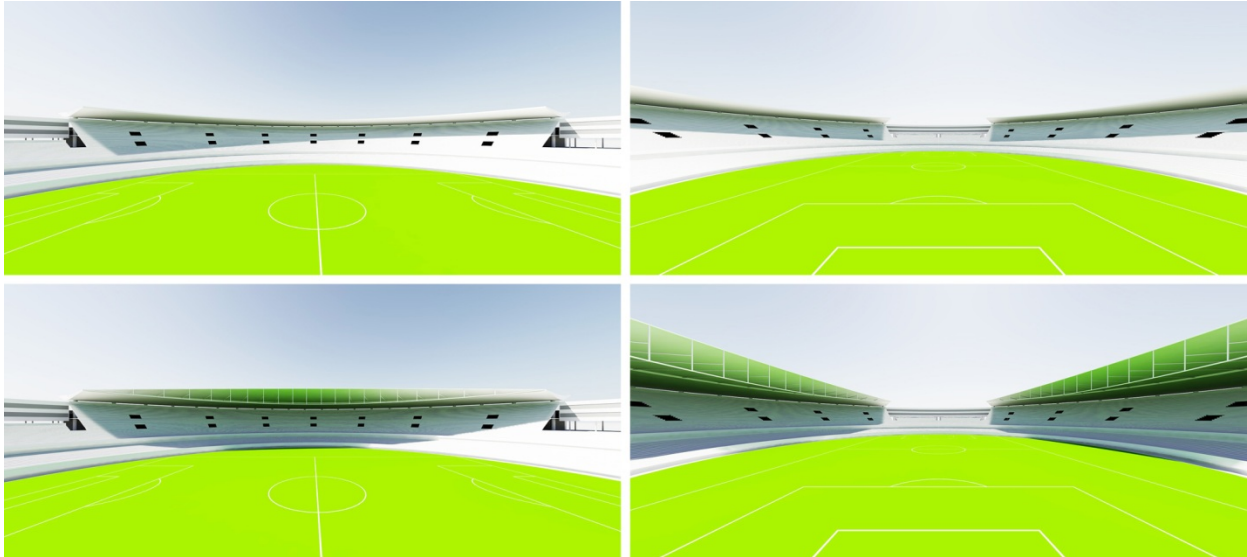
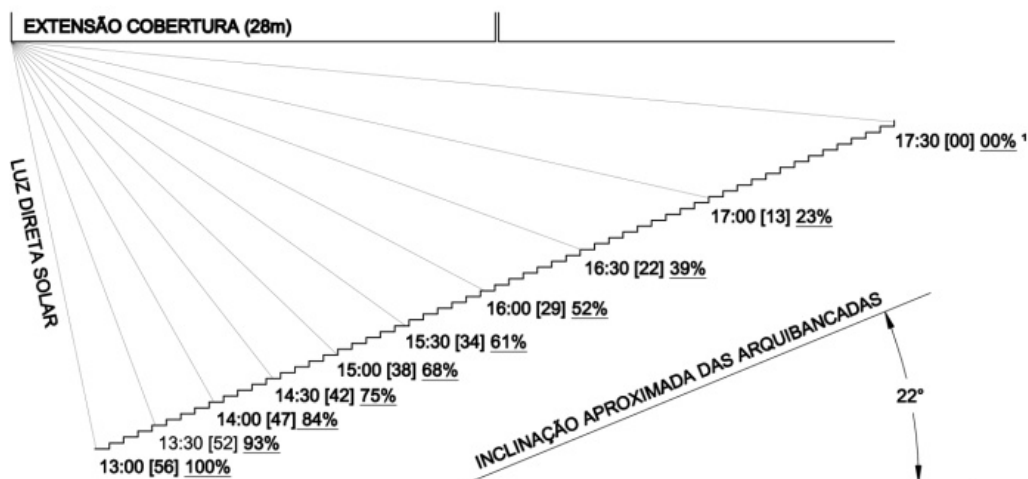


Figura 7 - Sombreamento da arquibancada no projeto original (acima) e com a cobertura proposta (abaixo) no dia 01 de julho às 12h00min.

A Figura 8 apresenta os dados gerados pelo cálculo do movimento solar, em intervalos de 30 minutos para a *Arquibancada Leste* no dia 01 de Julho. Observa-se que a partir das 13 horas a porcentagem de sombreamento da arquibancada vai gradativamente diminuindo até às 17h30min quando não há mais luz direta sobre as arquibancadas devido ao poente nessa época do ano.



¹ HORA [NÚMERO FILEIRAS SOMBREADAS] PORCENTAGEM FILEIRAS SOMBREADAS

Figura 8 - Corte da *Arquibancada Leste* reformada com porcentagem sombreada em intervalos de 30min.

Com base no movimento solar adotou-se três intervalos do dia 01 de Julho: às 9, 12 e 17h, horário local para a geração das Figuras 9, 10 e 11 respectivamente. Para o horário das 9h00min pôde-se constatar

que o ângulo de sombreamento vertical de $32,9^\circ$, no sentido oeste-leste, permite que o Estádio tenha aproximadamente metade da arquibancada oeste (cerca de 30 fileiras) e toda a arquibancada leste sombreadas (Figuras 9 e 12). Nesse mesmo horário, o campo de futebol se encontra aproximadamente 40% sombreado no seu lado leste.

Ao meio dia o ângulo de sombreamento vertical é de $83,4^\circ$ o que propicia um sombreamento superior para os espectadores, com cobertura quase total das arquibancadas leste e oeste (Figura 10 e 13). Não há sombreamento no campo de futebol nesse horário. A altitude solar nesse horário, no entanto, é o mais alto do dia (cerca de 50°), comprometendo a prática esportiva.

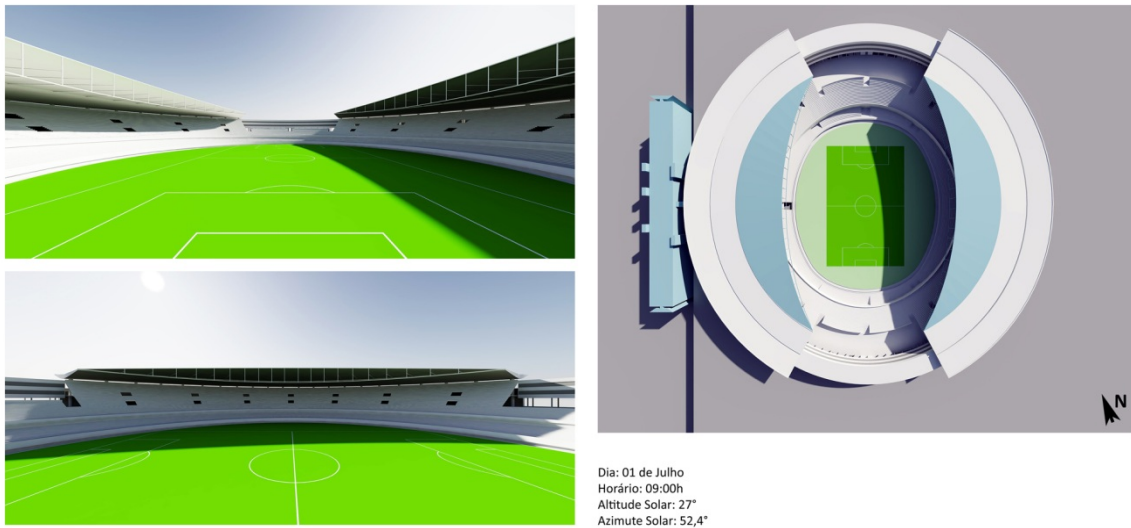


Figura 9 - Vista superior e perspectiva interna às 09h00min.

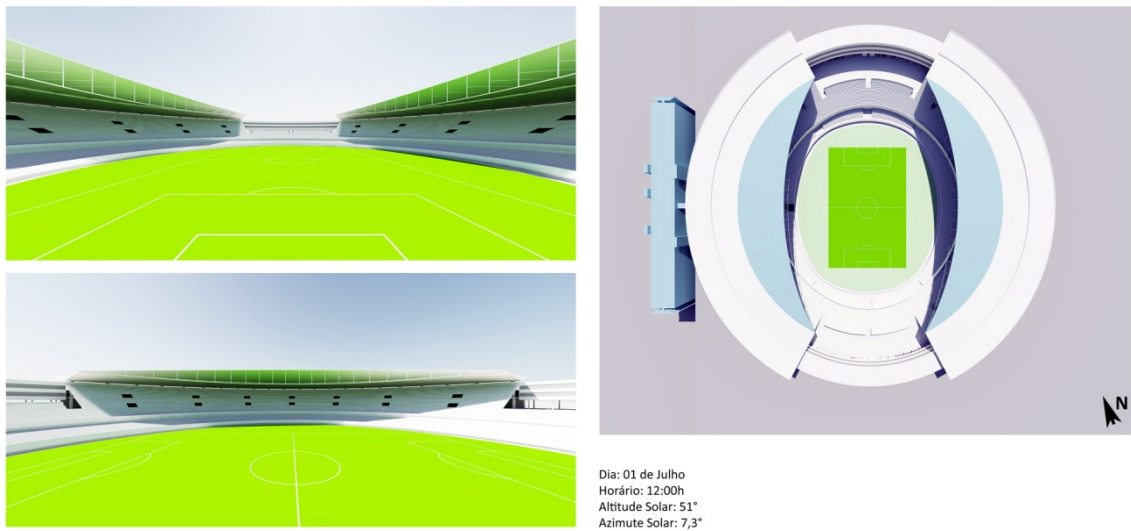


Figura 10 - Vista superior e perspectiva interna às 12h00min.

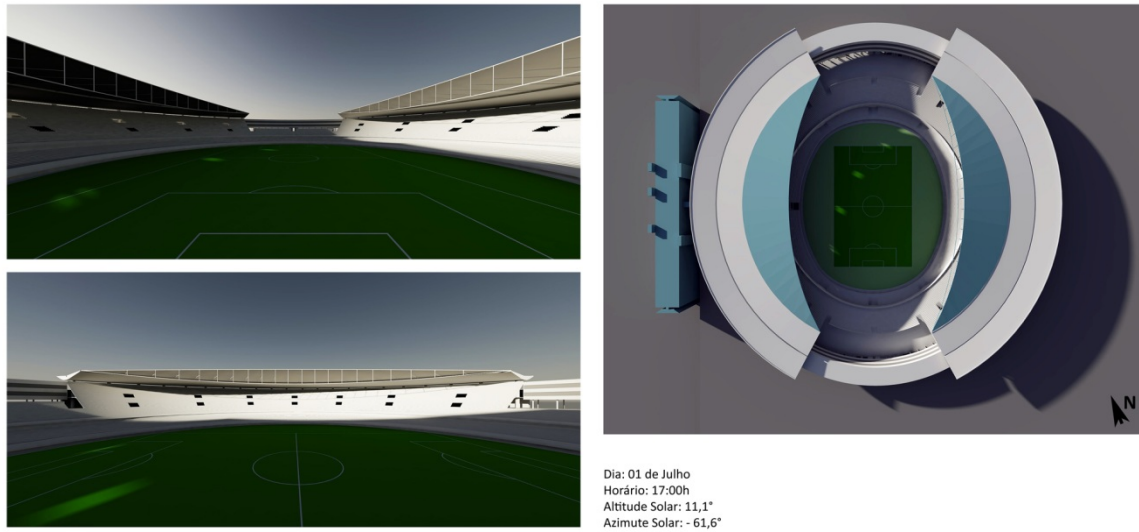
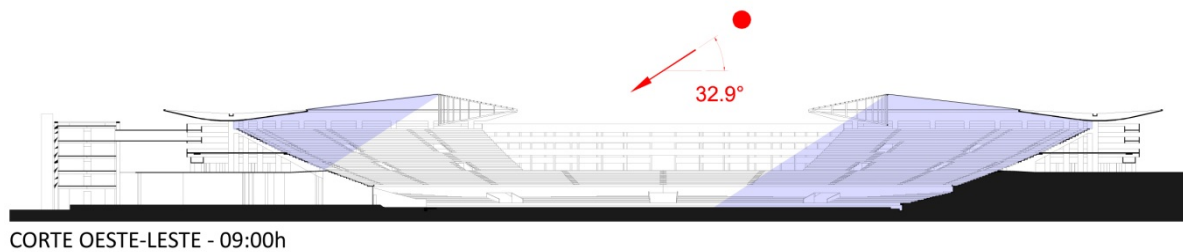
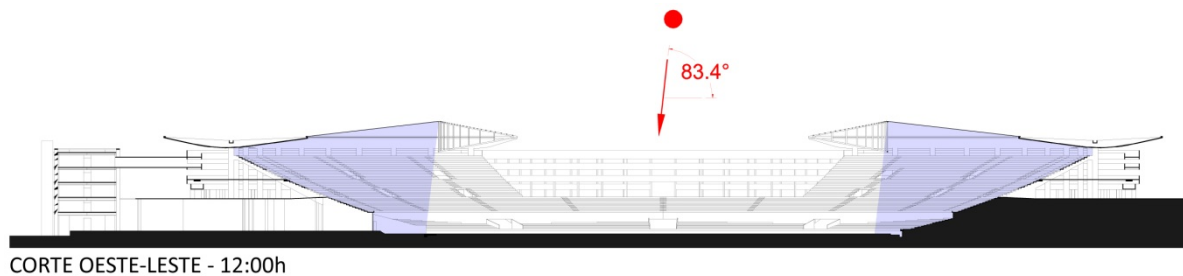


Figura 11 - Vista superior e perspectiva interna às 17h00min.



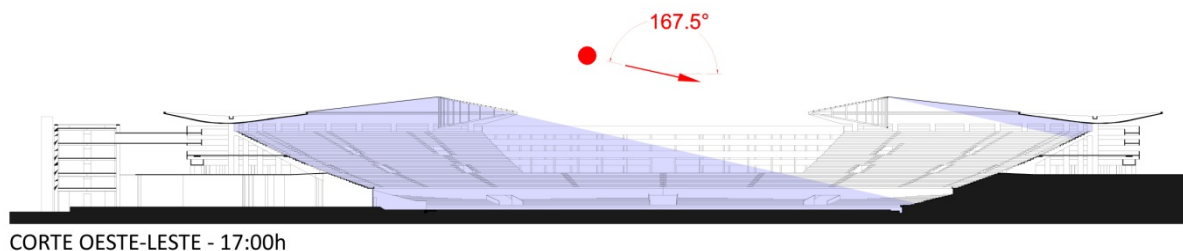
CORTE OESTE-LESTE - 09:00h

Figura 12 - Corte Oeste-Leste às 09h00min.



CORTE OESTE-LESTE - 12:00h

Figura 13 - Corte Oeste-Leste às 12h00min.



CORTE OESTE-LESTE - 17:00h

Figura 14 - Corte Oeste-Leste às 17h00min.

No cenário das 17h00min, já perto do pôr-do-sol, o ângulo de sombreamento vertical é de $167,5^\circ$ e a incidência solar é quase completa na arquibancada leste. Em contrapartida, a arquibancada oeste e todo o campo de futebol estão completamente sombreados (Figuras 11 e 14).

4.2. Porcentagem de sombreamento de acordo com o movimento solar

Conforme mencionado na metodologia, inicialmente foram calculados os ASH e ASV (Tabela 2) para se analisar a porcentagem de sombreamento da arquibancada. Nestes dados pode-se observar que o horário de 12h ficou caracterizado como se fosse manhã devido à diferença entre a hora solar e a oficial.

Tabela 2 – Resultados do cálculo do ângulo solar horizontal (ASH) e vertical (ASV) para as *Arquibancadas Leste e Oeste*.

| Data | Hora | Arquibancada Leste (Orientação -90°) | | Arquibancada Oeste (Orientação 90°) | |
|-------|------|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
| | | ASH (°) | ASV (°) | ASH (°) | ASV (°) |
| 21/03 | 9 | 167,4 | -37,87 | -12,6 | 37,87 |
| | 12 | 110,7 | -83,72 | -69,3 | 83,72 |
| | 17 | 6 | 20,30 | -174 | -20,30 |
| 21/06 | 9 | 141,8 | -33,18 | -38,2 | 33,18 |
| | 12 | 96,6 | -84,45 | -83,4 | 84,45 |
| | 17 | 28,5 | 11,91 | -151,5 | -11,91 |
| 21/12 | 9 | 196,9 | -45,16 | 16,9 | 45,16 |
| | 12 | 244,1 | -86,58 | 64,1 | 86,58 |
| | 17 | -19 | 24,49 | -199 | -24,49 |

As porcentagens sombreadas, por sua vez, estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente para a *Arquibancada Leste* e *Oeste*. A porcentagem não foi analisada para os horários de 9 e 12 horas na *Arquibancada Leste*, devido a essa parte da edificação estar protegida da insolação pelo fechamento atrás dos espectadores. O mesmo acontece na análise da *Arquibancada Oeste* para o horário de 17 horas e está simbolizado por NA (não analisado) nas tabelas. Observa-se que a proposta da reforma propiciou um ganho na porcentagem de sombreamento das arquibancadas tendo um aumento em relação ao projeto original de 23 a 37% para a *Arquibancada Leste* que recebe mais o sol da manhã e de 43 a 70% para a *Arquibancada Oeste* que recebe mais o sol da tarde. No caso dessa última, constata-se que a nova cobertura é pouco eficiente na época de realização dos jogos da Copa com apenas 43% de sombreamento dos espectadores.

Na *Arquibancada Oeste* constatou-se que a porcentagem de sombreamento ultrapassou os 100% às 12 horas em todas as datas analisadas. Isso indica que a sombra da cobertura ultrapassou os limites da arquibancada dado que a proporção estabelecida foi em função da dimensão total da mesma. Assim os cálculos apontam que parte do campo de futebol também foi sombreado.

Tabela 3 – Porcentagem de sombreamento de acordo com o movimento solar para a *Arquibancada Leste* nos 2 cenários.

| Data | Às 9 horas | | Às 12 horas | | Às 17 horas | |
|-------|------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| | Original | Reforma | Original | Reforma | Original | Reforma |
| 21/03 | NA | NA | NA | NA | 27% | 60% |
| 21/06 | NA | NA | NA | NA | 20% | 43% |
| 21/12 | NA | NA | NA | NA | 30% | 67% |

Tabela 4 – Porcentagem de sombreamento de acordo com o movimento solar para a *Arquibancada Oeste* nos 2 cenários.

| Data | Às 9 horas | | Às 12 horas | | Às 17 horas | |
|-------|------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| | Original | Reforma | Original | Reforma | Original | Reforma |
| 21/03 | 38% | 84% | 56% | 125% | NA | NA |
| 21/06 | 36% | 79% | 57% | 125% | NA | NA |
| 21/12 | 41% | 92% | 58% | 127% | NA | NA |

5. CONCLUSÕES

A análise da presente proposta dos arquitetos para a cobertura do Estádio mostra que apesar de conseguir cobrir horizontalmente cerca de 85% da área das arquibancadas, ela somente consegue proteger parcialmente a platéia da insolação fora do intervalo 11h00min às 13h00min. O mês de julho, inverno na

região centro-oeste, é o período em que a altitude solar apresenta a menor inclinação do ano, comprometendo a visibilidade da platéia na maior parte do dia, por *ofuscamento fisiológico*, à exceção da platéia localizada na parte norte do Estádio. Recomenda-se o aumento da área de cobertura nas partes leste e oeste e a inclusão de elementos de proteção para as arquibancadas das áreas norte e sul. Dentre as possibilidades de projeto, pode-se citar mecanismos de redirecionamento de iluminação natural assim como sensores capazes de acompanhar a geometria solar (ROSA, 2006).

Além dos altos índices de radiação solar incidente diretamente nos espectadores, o Estádio ainda conta com materiais altamente absorptivos, por sua composição em concreto (Romero, 2001). Finalmente, a longa exposição dos espectadores à radiação solar os condiciona a altos índices ultravioleta tipo B (Índice UV-B), danoso à epiderme. Segundo o INPE, em Goiânia, o Índice UV-B em julho varia de 7,0 a 8,2 – considerado muito alto (CORRÊA, 2003).

Quanto às condições de conforto lumínico, constata-se que os altos índices de iluminância do céu claro de julho provoca alto contraste no campo de futebol. Segundo as recomendações técnicas projetuais da FIFA (2011), o sombreamento parcial do campo de futebol compromete a transmissão de jogos pela televisão, o desempenho dos atletas e a visão dos espectadores devido ao alto nível de contraste dentro do campo visual: *“Diagram 1d: Solution for avoiding shadow on playing area during the match - Not acceptable situation for players, spectators and cameras”* (*“O diagrama 1d propõe uma solução para evitar sombreamento no campo de futebol durante a partida, que não é uma situação aceitável para espectadores, jogadores e câmeras de televisão”*). O desconforto causado por contraste é mais claro em análises de espaços internos. Teixeira (2007) relata que valores acima de 4.000 lux geram desconforto em função do aumento da claridade, da produção do ofuscamento, das reflexões indesejadas e do ganho de calor. Contrastes acima de 10:1 causam desconforto visual (LAM, 1986), no entanto, o olho humano pode adaptar-se rapidamente a esses contrastes, principalmente em espaços abertos (REA, 2000).

Como recomendação futura, sugere-se a análise dos dados relativos à proteção solar dos outros estádios brasileiros que irão sediar o mundial de 2014. Através de simulações e análises comparativas, podem-se identificar os aspectos positivos e negativos de como vem sendo utilizada a iluminação natural nessas edificações assim como o desenvolvimento de estratégias e ações para melhorar seu desempenho ambiental.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, C. N. D. **Diagrama Morfológico parte I: instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural**. Revista Paranoá, Vol. 4, Ed. UnB. 2002.
- ARTIGAS, R. (org.). **Paulo Mendes da Rocha, Projetos 1957-1999**, Ed. Cosac&Naify, 3ª Edição, 2000.
- BAKER, N. **Daylighting in Architecture: A European Reference Book**. London: James & James, 1993.
- CORRÊA, Marcelo, **Índice Ultravioleta: Avaliações e Aplicações**. Tese de Doutorado em Ciências, Universidade de São Paulo, SP, 2003.
- FIFA. **Football Stadiums Technical recommendations and requirements**, 5th edition, 2011.
- Gráficos Climatológicos de Goiânia, 1961-1990, INMET, disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php>, acessado em 02/04/2011.
- HOPKINSON, R. G. **Daylighting**. London: Heinemann, 1966.
- JOTA, Fabiano; PORTO, Cláudia. **Evolução das estruturas de membrana**. Revista Paranoá, Vol. 6, Ed. UnB, 2002.
- Laboratório de Ozônio do INPE, disponível em: <http://www.dge.inpe.br/ozonio/calendaruvb.htm>, acessado em 03/04/2011.
- LAM, William. **Sunlighting as Formgiver for Architecture**. New York: Van Nostrand Reinhold Company Limited, 1986.
- LECHNER, N. **Heating, Cooling, Lighting: Design Methods for Architects**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001.
- REA, Mark S. **The IESNA Lighting Handbook**. 9th Ed., New York: Illuminating Engineering Society of North America, 2000.
- ROSA, Érico N. **The evaluation of daylight guide systems and their impact on building design**. Doctoral Thesis, Harvard University, Cambridge, 2006.
- ROMERO, Marta. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. Editora UnB, Brasília, DF, 2001.
- TEIXEIRA, M. A. **A influência da iluminação natural no desempenho ambiental de edificações aeroportuárias**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, DF, 2007.
- VIANNA, Nelson S.; GONÇALVES, Joana C. S. **Iluminação e Arquitetura**. Ed. Virtus, São Paulo, 2001.