XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Comparação do Conforto Térmico entre os dois Terminais do Aeroporto Santos Dumont - RJ: Uma análise da insolação nos brises modernos

Comparación del confort térmico entre las dos terminales del aeropuerto Santos Dumont – RJ: Un análisis de la luz solar en los parasoles modernos

Comparison of Thermal Comfort between the two Terminals at Santos Dumont Airport – RJ: An analysis of sunlight in modern solar shadings

Conforto térmico / confort térmico / thermal comfort

Ramos, Rafael Maia
Graduando em Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro, Niterói, Brasil, rafaelm.ramos@soulasalle.com.br

Mattos, Ana Beatriz da Costa
Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro, Niterói, Brasil, anamattos@soulasalle.com.br

Flemming, Liane
Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, liane.arq@gmail.com

Caetano, Diego Souza
Doutor em Arquitetura e Urbanismo, Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro, Niterói, Brasil, diego.caetano@lasalle.org.br

Resumo

O artigo aborda o conforto térmico em terminais aeroportuários, com foco nos terminais de embarque e desembarque do Aeroporto Santos Dumont/RJ, comparando o mais antigo com o mais recente a partir de análises computacionais. A metodologia incluiu o uso da carta solar e do transferidor de ângulos. A análise revelou que o terminal projetado pelos Irmãos Roberto, no final da década de 30, apresenta melhor desempenho térmico, no que se trata a insolação incidente nas fachadas, enquanto o novo terminal de 2007, projetado por Sérgio Jardim, não apresenta os mesmos resultados. A pesquisa pretende destacar a importância do conforto ambiental em relação à experiência dos passageiros e ao operacional do aeroporto, visando melhorias e práticas sustentáveis na aviação.

Palavras-chave: Terminais de passageiros aeroportuários. Conforto térmico. Carta Solar. Desempenho térmico.

Resumen

El artículo aborda el confort térmico en las terminales aeroportuarias, centrándose en las terminales de salida y llegada del Aeropuerto Santos Dumont/RJ, comparando las más antiguas con las más recientes a partir de análisis computacionales. La metodología incluyó el uso de la carta solar y el traslado de adjuntos. Un análisis reveló que la terminal diseñada por los hermanos Roberto, a finales de los años 1930, presenta mejores prestaciones térmicas, en términos de insolación incidente en las fachadas, mientras que la nueva terminal de 2007, diseñada por Sérgio Jardim, no presenta los mismos resultados. La investigación tiene como objetivo resaltar la importancia del confort ambiental en relación con la experiencia de los pasajeros y las operaciones aeroportuarias, las mejoras y las prácticas sostenibles en la aviación.

Palabras clave: Terminales de pasajeros del aeropuerto. Confort térmico. Carta solar. Rendimiento térmico.

Abstract

The article addresses thermal comfort in airport terminals, focusing on the arrival and departure terminals of Santos Dumont Airport/RJ, comparing the oldest with the most recent based on computational analyses. The methodology included the use of the solar chart and the transfer of annexes. An analysis revealed that the terminal designed by the Roberto brothers, in the late 1930s, presents better thermal performance, in terms of sunlight incident on the facades, while the new terminal from 2007, designed by Sérgio Jardim, does not present the same results. The research aims to highlight the importance of environmental comfort in relation to the passenger experience and airport operations, improvements and sustainable practices in aviation.

Keywords: Airport passenger terminals. Thermal comfort. Solar Chart. Thermal performance.

Introdução

A aviação comercial, um marco do século XX, revolucionou as viagens ao oferecer maior rapidez e eficiência (SMITH, 2002). Os primeiros aeroportos do mundo, incluindo o Aeroporto Santos Dumont, surgiram entre as décadas de 1910 e 1940, geralmente construídos em áreas aterradas para atender pousos e decolagens terrestres e aquáticos. No entanto, nessa época, apesar da existência desses aeroportos, ainda não havia terminais de passageiros (WOOD, 1940). Os terminais de passageiros aeroportuários são espaços em que a experiência dos passageiros começa, e onde os funcionários desempenham suas funções. Nas primeiras décadas da aviação (1920), esses edifícios, chamados de terminais de unidades simples, consistiam em recintos únicos com infraestrutura básica para o processamento de passageiros e bagagens, além de abrigar a administração e o controle do tráfego aéreo (YOUNG; WELLS, 2014). Nesse período, a prioridade era a operação eficiente, sem considerar o conforto dos usuários.

No entanto, o movimento modernista, que se lança paralelamente na década de 1920, traz consigo um arcabouço de soluções de proteção solar para atenuar os impactos da insolação em edifícios, na direção do racionalismo moderno, sobretudo no que tange a habitação (SEGAWA, 2003), mas também em edifícios institucionais, sobretudo no Rio de Janeiro, como o Palácio Gustavo Capanema, a Associação Brasileira de Imprensa (ABI) e o Museu de Arte Moderna (MAM), marcos da arquitetura moderna do período. Posteriormente, será o escritório dos arquitetos modernistas Marcelo e Milton Roberto que realizará o primeiro terminal de passageiros aeroportuário do Rio de Janeiro, o Santos Dumont, objeto de estudo deste artigo. No pós-guerra (1950-1970), a aviação obteve um crescimento significativo, resultando em uma modernização dos terminais, se tornando centros comerciais (MAMEDE, 2022). Dessa forma, estratégias como pensar em áreas de espera confortáveis, locais de alimentação e entretenimento passaram a ser implementadas. Seguindo as tendências do século XX, onde houve uma conscientização ambiental, a preocupação com o impacto ambiental dos aeroportos passou-se a ser considerada (TEIXEIRA; AMORIM, 2005). Dessa forma, tecnologias foram incorporadas, como o controle do ambiente em relação à temperatura e iluminação, entre outros. Essa discussão intensificou-se na construção civil do século XXI, e devido à elevada demanda e dimensão, a indústria da aviação teve que lidar com as altas emissões de carbono e o elevado consumo de energia. Portanto, terminais projetados corretamente buscam, atualmente, um

equilíbrio entre necessidades operacionais, conforto dos passageiros e as preocupações ambientais (YOUNG; WELLS, 2014).

Este artigo estuda o aeroporto Santos Dumont no Rio de Janeiro, que se localiza no centro da cidade, e é utilizado para voos nacionais, principalmente, mas também para a aviação privada e helicópteros. O Aeroporto Santos Dumont-RJ funciona atualmente com dois terminais de passageiros para a aviação comercial, além de hangares e suporte para a aviação privada. O terminal de desembarque - primeiro edifício, que foi projetado pelo escritório Irmãos Roberto, possui características modernistas, como um volume simples e brises na fachada frontal (oeste), que controlam a entrada de insolação. Com o aumento da demanda no aeroporto, foi necessária a divisão do fluxo, sendo criado em 2007, um novo edifício para o embarque. Em 2006, o arquiteto Sérgio Jardim se tornou o responsável pelo projeto, concebendo um prédio revestido de vidro e um anexo para a sala de embarque em forma arredondada, também revestido em vidro. Assim, com a obra iniciando em 2006 e finalizando em 2007, atualmente o aeroporto possui um terminal antigo tombado e modernizado, para desembarque, e um mais novo, com características mais contemporâneas, para embarque.

Objetivo

O objetivo desta pesquisa é o levantamento de dados e posterior comparação da incidência solar nas fachadas dos dois terminais de passageiros (TPS) do Aeroporto Santos Dumont, localizados no Rio de Janeiro. Pretende-se analisar, a partir da história do aeroporto em questão, os aspectos térmicos dos dois terminais pelo método da carta solar e transferidor de ângulos, para uma posterior avaliação de qual deles apresentou o melhor resultado.

Metodologia

Para a verificação da qualidade do conforto térmico, o processo foi dividido em 3 etapas: 1) Levantamento arquitetônico das fachadas dos dois terminais; 2) A utilização da carta solar, com análise das fachadas e das suas proteções solares, desenvolvendo as máscaras de sombra com transferidor de ângulos, de forma a averiguar a eficiência dos elementos de proteção existentes nos dois terminais de passageiros; 3) Análise comparativa dos resultados entre os terminais.

O Aeroporto Santos Dumont-RJ

O Aeroporto Santos Dumont desempenha um papel importante como terminal aéreo nacional. No ano de 1937, o governo de Getúlio Vargas propôs um concurso para selecionar um projeto para uma estação central de passageiros, que seria implantado na então Capital do Brasil, Rio de Janeiro, em uma área aterrada a partir da Ponta do Calabouço, sob a Baía de Guanabara, após o desmonte do Morro do Castelo (MOTA, 2015). Os irmãos Marcelo e Milton Roberto venceram o concurso. A ideia era um projeto que houvesse modernização, assim, o aeroporto representaria a modernidade da época, buscando uma tendência funcional e contemporânea (MOTA, 2015).

O projeto do Terminal de Passageiros mais antigo (TPS1), proposto pelos irmãos Roberto, possui as fachadas mais longas em mármore branco e vidro, os quais originalmente não eram espelhados (Figura 1). A fachada Oeste possui uma grelha em concreto que funciona como brises horizontais e verticais (Figura 1), que serão analisados. Ainda, a envoltória direcionada para o pátio dos aviões (Leste), não possui nenhum elemento de proteção. As outras duas fachadas menores possuem brises verticais com uma distância pequena entre eles. A fachada lateral direita, atualmente, está bloqueada pelo volume de conexão entre os terminais, e a lateral esquerda, fica exposta ao sol.

Figura 1: Brises da fachada no ano da construção e brises na fachada atual, após remoção

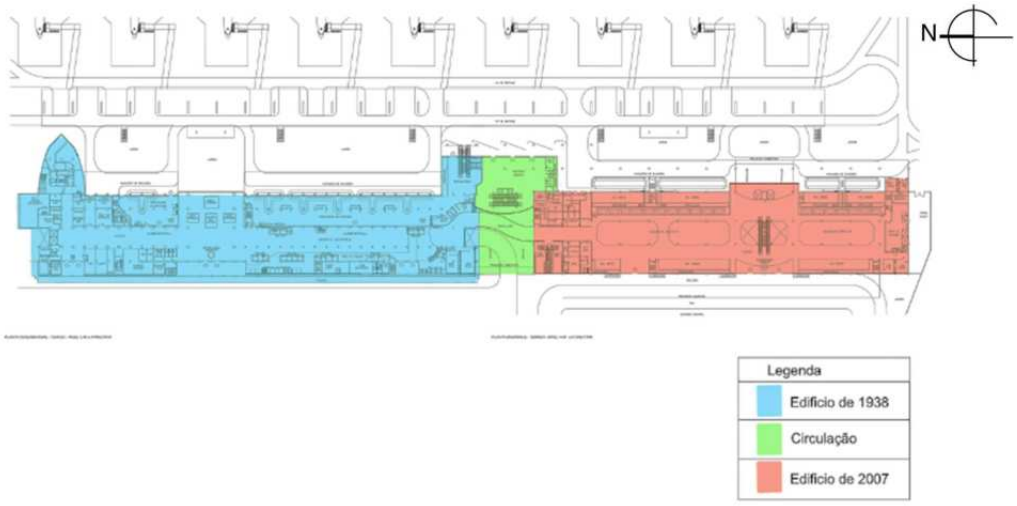


Fonte: À esquerda, adaptado de Fracalossi (2013). À direita, dos Autores.

As obras se iniciaram no ano de 1938, mas devido às consequências da II Guerra Mundial, foram suspensas. Em 1944 a construção foi retomada, sendo finalizada no final da década (BARBOSA, 1985). O edifício tem grande valor na arquitetura moderna brasileira, tendo pontos marcantes do

modernismo, os pilares marcados e ritmados, espaços generosos que ligam o exterior e o interior, murais, a marquise em concreto e os brises. O aeroporto sofreu desgastes naturais com o tempo, entretanto, no ano de 1998, aconteceu um incêndio que destruiu parte da construção. Pretendendo recuperar o edifício, foi realizada uma reforma. O caso serviu como alerta para o reconhecimento do aeroporto como patrimônio histórico-cultural, que foi tombado pelo INEPAC (FAJARDO, 2014). No entanto, o hangar Caquot foi destombado em 2017, a partir de uma ordem do STF, que entendeu que o tombamento de um imóvel federal não poderia ser feito sem consulta ao Estado (STF, 2017). Em 2004, iniciaram-se as obras de ampliação do terminal, para atender a mais passageiros. O projeto foi assinado pelo arquiteto Sérgio Jardim e a obra foi finalizada no ano de 2007 (MATTOS, 2007), a Figura 2 mostra a planta baixa do conjunto. Junto a isso, ocorreu a modernização do edifício de 1938, o que impulsionou uma série de intervenções internas.

Figura 2: Ampliação do Aeroporto



Fonte: Os Autores (2024)

O novo terminal tem como proposta manter uma neutralidade com relação ao antigo, a partir da manutenção de um mesmo volume, tendo as duas fachadas mais longas, também revestidas em vidro, o que faz os passageiros terem o privilégio da vista para a cidade, mas diferente do outro edifício, as únicas proteções solares são as duas marquises (Figura 3), uma cobrindo a calçada, e

a outra menor no 3º andar. Em paralelo ao terminal de passageiros, foi criado outro volume em vidro, com forma curva, onde se localiza a sala de embarque. O vidro utilizado é azul, tornando o ambiente azulado, e recebendo insolação boa parte do dia. Foi necessária a instalação de uma mangueira para a aspersão de água, possivelmente com o intuito de reduzir a temperatura do vidro e, consequentemente, a transmissão de calor através dele (Figura 3).

Figura 3: Terminal de passageiros de 2007 e tubulação instalada para distribuição de água na sala de embarque



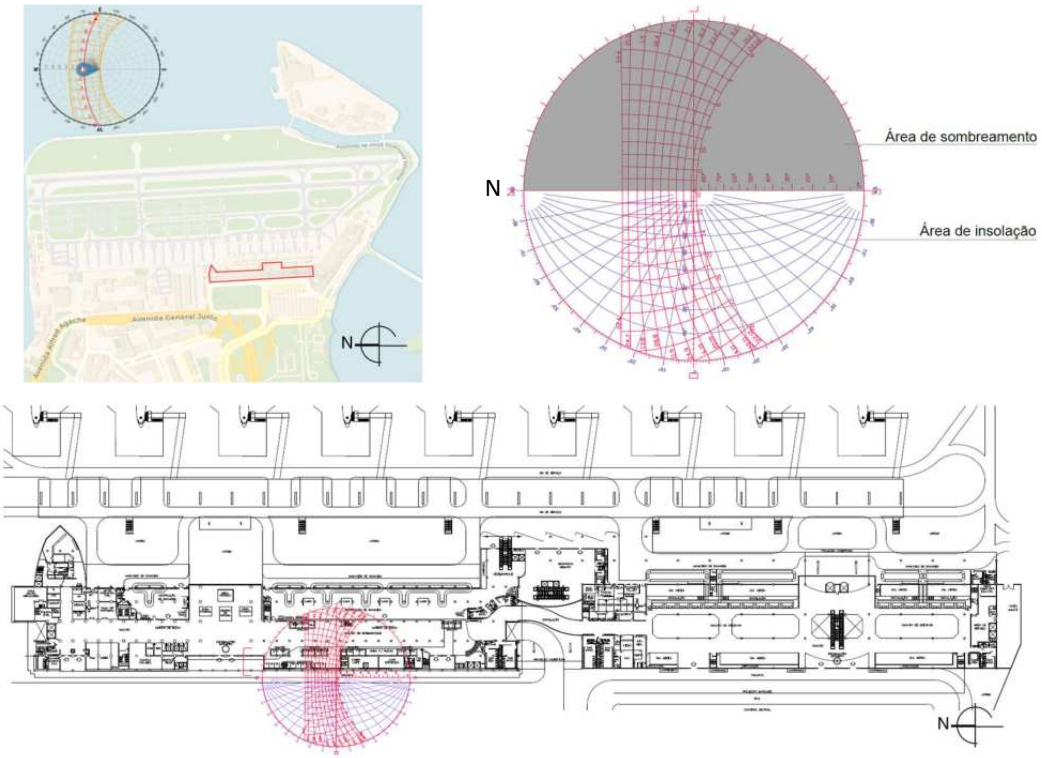
Fonte: Sygic Travel, 2013

Como últimas modificações severas, em 2011, de modo a adequar às novas demandas, foi instalado no terminal antigo, um plano de vidro na entrada principal, e dutos de ar-condicionado no hall principal. Dessa forma, alterou-se de modo definitivo, a proposta inicial do projeto, quando o hall principal e todo o térreo era em sua maior parte livre.

Resultados: Análise de insolação dos terminais

O primeiro passo para a aplicação dos instrumentos de análise, é a averiguação do posicionamento do projeto em relação ao Norte. O aeroporto possui o Norte direcionado para o eixo mais horizontal dos terminais (Figura 4). Sendo assim, a carta na fachada também ficará posicionada nessa direção, conforme instruções descritas em BITTENCOURT (2004). A Figura 4 mostra a planta baixa do térreo com a carta posicionada na fachada Oeste, voltada para a cidade. A carta solar indica que o sol incide das 12 às 18 horas na fachada Oeste (358º).

Figura 4: Norte do projeto e posicionamento da Carta Solar na fachada frontal dos terminais



Fonte: Os Autores (2025)

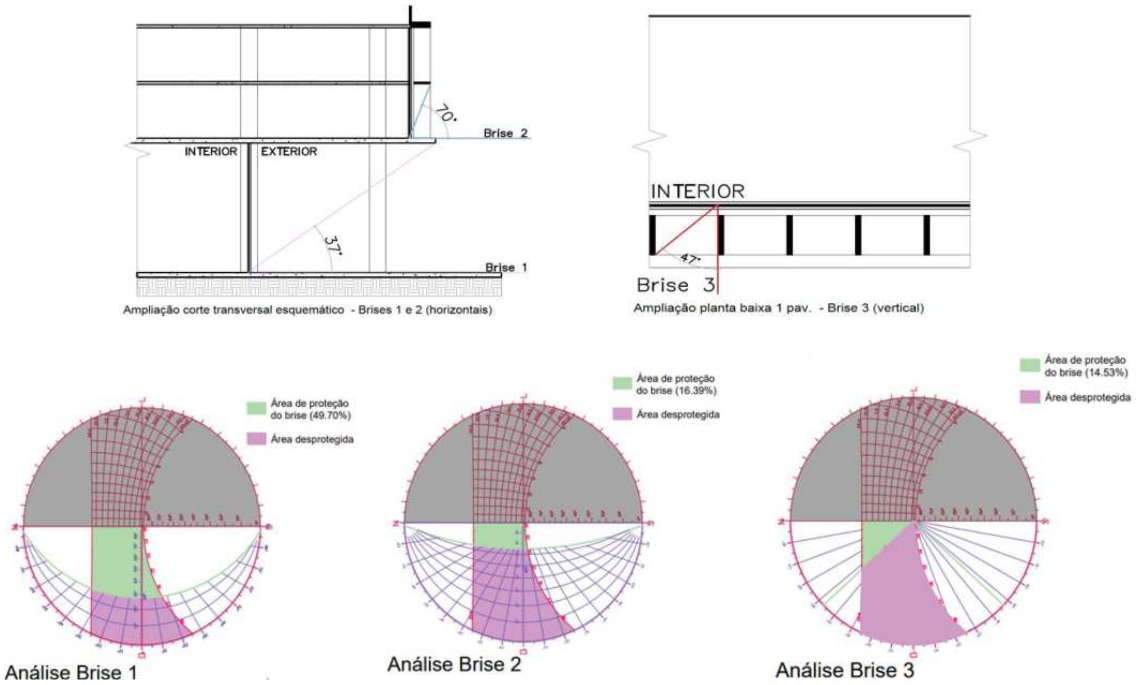
A comparação da insolação entre os terminais revela uma disparidade. Enquanto o edifício de 1938 é dotado de brises, o de 2007 conta apenas com uma marquise no térreo, e outra no último andar, que protege poucas esquadrias. Adicionalmente, o edifício de Sergio Jardim incorpora três amplas claraboias recebendo radiação solar sem obstrução, aumentando a sensação térmica e, consequentemente, causando desconforto por calor.

Terminal de passageiros de 1938

O edifício possui brises horizontais e verticais. Dessa forma, três tipos de proteção serão analisados: o brise horizontal (marquise) proveniente da moldura das janelas em fita, que protege o térreo; Os brises horizontais das esquadrias superiores; E os verticais superiores. Conforme analisado na Figura 5, verifica-se por meio da carta solar, e do transferidor de ângulos, métodos

descritos em BITTENCOURT (2004), que os brises do terminal operam de maneira complementar. O Brise 1, a marquise, foi analisado com base no maior plano envidraçado, a entrada principal, resultando em uma angulação de 37°. O transferidor de ângulos, mediu uma eficiência de bloqueio solar de 39,68%. Esse percentual, embora moderado, é considerado eficiente, pois assegura uma proteção solar nos períodos mais críticos do dia, entre 12h e 16h. Ao analisar o Brise 2, a proteção horizontal nos andares superiores, ressalta-se a relevância de combinar diferentes tipos de bloqueios solares. A eficácia do sistema é potencializada pelo Brise 3, as proteções verticais, que ampliam o período de sombra em duas horas adicionais. Especificamente, o Brise 2 protege de 12,87% da área total de insolação, no intervalo entre 12h e 13h, o que é insuficiente. Em contrapartida, o Brise 3 o complementa ao bloquear 14,53% da incidência nas mesmas janelas, abrangendo parcela do período entre 12h e 15h. A sobreposição das máscaras de sombra (Brise 2 + Brise 3) ampliou a proteção do brise para 17,94%, algo não muito expressivo para a extensão envidraçada da fachada.

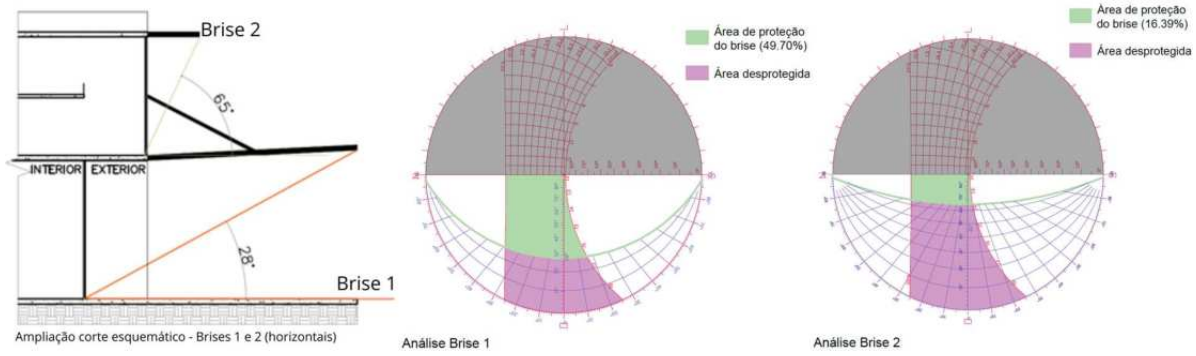
Figura 5: Análise dos brises do Edifício de 1938



Terminal de passageiros de 2007

Enquanto o edifício projetado pelos Irmãos Roberto apresenta três sistemas distintos de sombreamento, o terminal de 2007 adota apenas um tipo (horizontal). A análise do Brise 1, marquise do térreo, focou no plano de vidro com maior incidência solar, a porta de entrada principal. Conforme esperado, a marquise mostrou-se mais eficiente em relação à do terminal antigo, isso ocorre devido ao seu maior prolongamento horizontal. O Brise 1, analisado na Figura 6, apresenta um ângulo de 28°, que resulta em um bloqueio solar de 49,70%. Essa configuração proporciona sombra nas janelas do térreo até quase 17h.

Figura 6: Análise dos dois brises do Edifício de 2007



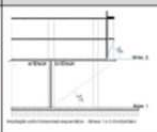
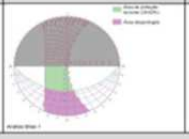
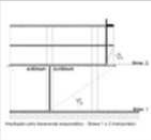
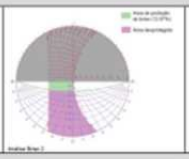
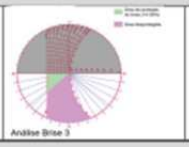
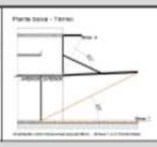
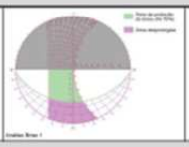
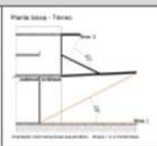
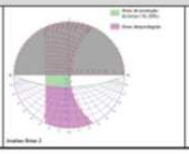
Fonte: Os Autores (2024)

Embora o Brise 1 se destaque como um eficiente bloqueador solar, é essencial avaliar também as esquadrias superiores, que dispõem de apenas uma proteção em 25m de janela, de um total de 136,74m, segundo planta baixa disponibilizada pela Infraero. Dessa forma, o Brise 2 protege apenas 18,28% das aberturas superiores. Analisado na Figura 6, ele apresentou 16,39% de área de proteção, bloqueando o sol de 12h a um pouco além de 13h. Considerando a porcentagem de esquadrias protegidas, e a baixa área de bloqueio, pode-se dizer que é um brise insuficiente.

Resumo de Resultados

Para melhor compreender o impacto dos brises no conforto térmico dos dois terminais do Aeroporto Santos Dumont-RJ, foi elaborada a tabela 1 que apresenta o resumo das análises:

Tabela 1: Resumo de resultados

Terminal	Fotografia do brise	Tipo de Brise	Descrição	Desenho técnico	Análise do Brise	Ângulo de proteção	Percentual de janelas protegidas pelo brise	Percentual de proteção do brise segundo Carta Solar
1938		Brise Vertical (Brise 1 do terminal de 1938). Proteção parcial.	Proteção solar correspondente à marquise do terminal de 1938. O brise foi analisado a partir do plano de vidro da entrada principal.			37°	100% das janelas existentes na fachada do terminal	39,68%
		Brise Horizontal (Brise 2 do terminal de 1938). Proteção Total parcialmente (conjunto com o Brise 3).	Proteção solar correspondente aos brises horizontais dos pavimentos superiores. O brise foi analisado a partir das esquadrias dos andares superiores.			70°	100% das janelas existentes na fachada do terminal	12,87%
		Brise Vertical (Brise 3 do aeroporto). Proteção Total parcialmente (conjunto com o Brise 2).	Proteção solar correspondente aos brises verticais dos pavimentos superiores. O brise foi analisado a partir das esquadrias dos andares superiores.			47°	100% das janelas existentes na fachada do terminal	14,53%
2007		Bride Horizontal (Brise 1 do aeroporto). Proteção parcial.	Proteção solar correspondente à marquise do pavimento térreo. O brise foi analisado a partir do plano de vidro da entrada principal.			28°	85.03% das janelas existentes na fachada do terminal	49,70%
		Bride Horizontal (Brise 2 do aeroporto). Proteção parcial.	Proteção solar correspondente à marquise do último pavimento. O brise foi analisado com relação as esquadrias superiores.			65°	18.28% das janelas existentes na fachada do terminal	16,39%

Fonte: Os Autores (2025)

Com a tabela pode-se observar as diferenças de desempenho entre o terminal antigo, que possui brises verticais e horizontais que cobrem toda a fachada, e o terminal novo, onde possui apenas proteções horizontais, e um dos brises protege apenas 18,28% das aberturas presentes na fachada.

Conclusão

A análise comparativa entre os terminais de passageiros do Aeroporto Santos Dumont demonstra a relevância das estratégias de sombreamento na eficiência térmica das edificações. O terminal de 1938, concebido pelos irmãos Roberto, apresenta um projeto arquitetônico que valoriza a

proteção solar por meio de brises horizontais e verticais, garantindo uma redução significativa da insolação direta ao longo do dia. Por outro lado, o terminal de 2007, embora mantenha uma estética compatível com a construção original, apresenta deficiências na proteção solar, uma vez que conta apenas com marquise e um brise de alcance reduzido. Os dados obtidos com a análise de eficiência dos brises ressaltam a superioridade do terminal mais antigo em relação ao novo, sobretudo na distribuição homogênea da sombra ao longo do dia. O projeto de 1938 equilibra diferentes tipos de bloqueios solares, criando um ambiente mais protegido da radiação intensa da tarde, ao passo que a nova estrutura apresenta deficiências notáveis, especialmente nas esquadrias superiores, onde grande parte da área envidraçada permanece exposta ao sol. Esse fator pode gerar aumento da temperatura interna e maior demanda por climatização artificial, elevando o consumo energético do edifício.

Conclui-se que os Irmãos Roberto, em 1938, integraram estratégias funcionais e estéticas, considerando as particularidades do clima local e os desafios de uma fachada principal orientada a Oeste. As soluções de proteção solar demonstram-se eficazes, abrangendo tanto o térreo quanto os andares superiores por meio de dois tipos de bloqueadores. Dessa forma, assegura-se o bom conforto térmico no terminal. Além disso, os brises reduzem o ofuscamento da luz solar direta, permitindo uma experiência visual confortável, sem comprometer a visão dos usuários.

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ).

Referências

BARBOSA, Wilson. **Aeroporto Santos Dumont, um grande portal do Rio.** Rio de Janeiro: Revista Aeronáutica, 1985.

BITTENCOURT, Leonardo. **Uso das cartas solares: Diretrizes para arquitetos.** Maceió: EDUFAL, 2004.

FAJARDO, Washington (Ed.). **Guia do patrimônio cultural carioca: bens tombados, 2014.** Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Instituto Rio Patrimônio da Humanidade, Coordenadoria de Projetos e Fiscalização, Coordenadoria de Projetos Especiais, 2014.

FRACALOSSI, Igor. **Clássicos da Arquitetura: Aeroporto Santos Dumont / Marcelo e Milton Roberto.** 2013. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-144652/classicos-da-arquitetura-aeroporto-santos-dumont-slash-marcelo-e-milton-roberto> ISSN 0719-8906. Acesso em: 10 de abr. de 2025.

MAMEDE, Filipa Gonçalves Miranda. **Sustentabilidade e Rentabilidade do Setor da Aviação Comercial.** Dissertação (Mestrado em Contabilidade e Administração) - Instituto Superior de Contabilidade e Administração de Lisboa. Lisboa, 2022.

MATTOS, Juliana Silva. **Um aeroporto, uma cidade: Um estudo sobre o aeroporto Santos Dumont. 2007.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

MOTA, Lila Ribeiro. **O aeroporto Santos Dumont como símbolo de modernidade no Brasil nos anos 1950.** 1º COLÓQUIO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA CULTURAL DA CIDADE. Porto Alegre, março, 2015.

SEGAWA, Hugo. **Clave de Sol: notas sobre a história do conforto ambiental.** Ambiente Construído, v. 3, n. 2, p. 37-46, 2003.

SMITH, Myron Jack. **The airline encyclopedia, 1909–2000.** Lanham: The Scarecrow Press, 2002.

SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL (STF). **Ministro anula processo de tombamento de hangar do aeroporto Santos Dumont para inclusão da União.** 2017. Disponível em: <http://www.noticias.stf.jus.br/postsnoticias/ministro-anula-processo-de-tombamento-de-hangar-do-aeroporto-santos-dumont-para-inclusao-da-uniao/>. Acesso em: 13 de fev. de 2025.

TEIXEIRA, Marília Alves; AMORIM, Cláudia Naves David. **A iluminação natural como parâmetro de avaliação de desempenho ambiental em edificações aeroportuárias.** VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. Alagoas, outubro, 2005.

WOOD, Jonh Walter. **Airports: Some elements of design and future development.** New York: Coward-McCann, 1940.

YOUNG, Seth; WELLS, Alexander. **Aeroportos: planejamento e gestão.** Porto Alegre: Bookman, 2014.