



XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído

JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

FERRAMENTAS DIGITAIS PARA O ENSINO DA ARQUITETURA E URBANISMO ORIENTADOS PELO CLIMA

Nathália Mara Lorenzetti Lima (1); Pedro Renan Debiazi (2)

(1) Mestre, Docente do ensino superior, Arquiteta e Urbanista, nathalia.lorenzetti@gmail.com, Faculdade Estácio de Carapicuíba, Rua Maria Leonete da Silva Nobrega, 207, São Paulo, 014981705665.

(2) Mestre, Coordenador do ensino superior, Arquiteto e Urbanista, pedro.debiazi@estacio.br, Faculdade Estácio de Carapicuíba, Rua Avanhandava, 40, apto 406, São Paulo, 017997913199.

RESUMO

Este artigo destina-se a docentes, estudantes e arquitetos interessados em ampliar seu repertório técnico e científico a respeito das plataformas digitais livres para simulação e desenvolvimento de bases para projetos orientados pelo clima. O objetivo deste trabalho, portanto, é reunir apontamentos bibliográficos, evidenciar e contextualizar as diferentes plataformas disponíveis para pesquisa e ensino do clima e conforto ambiental em edificações e espaços abertos. Para isso, foram realizados levantamentos bibliográficos para averiguação a respeito das principais variáveis climáticas e diretrizes projetuais levadas em consideração na elaboração de projetos arquitetônicos e urbanísticos, que posteriormente foram cruzados com dados sobre as plataformas popularmente conhecidas e disponíveis livremente na internet, por fim, quadros sínteses foram desenvolvidos para apresentação e discussão dos resultados. Acredita-se que o presente artigo contribui para difundir e ampliar o conhecimento sobre conforto ambiental, auxiliando o ensino a partir da aplicação das ferramentas digitais para melhora no desempenho térmico das edificações e espaços abertos, de modo a favorecer o desenvolvimento sustentável e a melhora na qualidade de vida dos usuários.

Palavras-chave: conforto ambiental, ferramentas digitais, conforto térmico, rayman, projeteee, energyplus.

ABSTRACT

This article is intended for teachers, students and architects interested in expanding their technical and academic repertory about free digital platforms for simulation and development of basis for projects oriented by climate. The purpose of this work, therefore, is to collect bibliography appointments, evidencing and contexting different systems available for research and teaching of climate and environmental comfort on buildings and open spaces. For that, bibliographic researches were done to indicate the main climate variables and design guidelines taken in consideration in projects of architecture and urbanism which were, afterwards, crossed with the most popular digital systems that are available on internet, lastly, synthesis graphics were developed to show and discuss the results. It is believed that this article will contribute to disseminate and magnify the knowledge about environmental comfort, helping and supporting the teaching process from the application of these digital instruments for improving thermal performances in building and open space, in order to favor the sustainable development and quality of life by users.

Keywords: environmental comfort, digital system for thermal comfort, rayman, projeteee, energyplus.

1. INTRODUÇÃO

Num cenário global majoritariamente urbano no qual dados apontam que, atualmente, mais de 55% das pessoas vivem em cidades (UNITED NATIONS, 2015), os estudos a respeito do conforto ambiental em espaços urbanos e abertos tornam-se essenciais para garantir a qualidade de vida da população. Isto porque, segundo Carfan e Galvani (2012) e Gómez, Higuera e Escalona (2014), os elevados índices de estresse térmico que podem ser experimentados pelos usuários dos espaços abertos e públicos nas cidades, causam efeitos nocivos à saúde humana. Neste aspecto, Cohen, Potchter e Matzarakis (2013), relatam que à grande diversidade morfológica das cidades podem desencadear diversos problemas sociais, submetendo os usuários dos espaços abertos urbanos a diferentes microclimas e episódio de estresse térmico durante um mesmo período, agravando o desconforto ambiental.

Abreu-harbach, Labaki e Matzarakis (2015) reforçam que as geometrias dos arranjos arquitetônicos e paisagísticos das cidades interferem no regime de entrada e saída de energia, afetando conseqüentemente as trocas térmicas entre os elementos da paisagem. Segundo Oke (1973), a forma construtiva altera o ambiente microclimático das cidades, pois, podem influenciar a temperatura do ar no nível do solo, alterando também o regime, a direção e a velocidade dos ventos, que afeta conseqüentemente o balanço energético urbano.

Não somente o conforto térmico pode afetar a qualidade de vida nas cidades, mas também a exposição a níveis indesejados de ruído pode causar efeitos prejudiciais ao bem-estar físico, emocional e psíquico dos usuários, podendo causar fadiga auditiva e até mesmo perda definitiva da audição (MAGIOLI e TORRES, 2018). Ampliando a discussão Da Silveira Hirashima e Assis (2017), explicam que a percepção humana é multissensorial, isto é, não acontece de maneira isolada e inclui outras formas de estímulo sensorial, perpassando os aspectos acústicos, incluindo iluminação, térmica e ventilação.

No contexto da arquitetura e urbanismo, em específico do seu ensino por meio das práticas pedagógicas relacionadas ao ambiente construído e seu impacto social para transformação e desenvolvimento sustentável, normalmente, a abordagem climática está mais próxima e íntima dos ateliês de projeto arquitetônico e das disciplinas específicas de conforto ambiental, enquanto a exploração técnica dos recursos e estudos relacionados a contribuição relativa dos parâmetros urbanísticos sobre o clima urbano pouco se aproximam das disciplinas de planejamento urbano e regional, ou mesmo, das próprias disciplinas de ateliê de urbanismo. Tal distanciamento pode contribuir para a consolidação de modelos de ocupação altamente concentradores, preocupados apenas com os parâmetros do conforto ambiental dentro das edificações e condescendentes com os prejuízos causados pelo cenário delineado.

Os conceitos de planejamento climaticamente orientado e o aparato tecnológico da arquitetura da informação para gestão das cidades podem corroborar para mitigar as mudanças climáticas e minimizar os impactos desencadeados pelo desequilíbrio do balanço energético nos espaços abertos. Há também notório conjunto de informações e plataformas digitais disponíveis para auxílio do projeto arquitetônico e planejamento urbano bioclimático, ferramentas que facilitam e contextualizam os conteúdos teóricos do ensino do conforto ambiental e das práticas de ateliê nos cursos de arquitetura.

O planejamento urbano orientado pelo clima busca minimizar os efeitos prejudiciais à saúde, causados pelo estresse térmico, por meio do controle dos parâmetros urbanísticos associados à morfologia, geometria e atributos da paisagem urbana, nesse sentido Debiazi e De Souza (2017) utilizaram inteligência artificial de redes neurais artificiais para avaliar a contribuição relativa de determinados parâmetros urbanísticos e desenvolveram modelos adequados para previsão da temperatura do ar no período diurno, estes estudos corroboram para a criação de métodos e ferramentas para previsão de cenários futuros decorrentes dos processos de urbanização.

A grande quantidade de informações disponibilizadas na rede de computadores, são muitas vezes conjuntos de conhecimentos pulverizados ou com baixo alcance acadêmico, mas que possuem grande potencial para auxílio dos professores em suas atividades, por essa razão essa pesquisa tem como justificativa a necessidade de reunir essas informações para divulgar e propagar o uso dessas ferramentas digitais, contribuindo para a melhora da qualidade do ensino nas disciplinas de conforto ambiental e projeto arquitetônico.

2. OBJETIVO

Essa pesquisa surgiu a partir de discussões entre os autores a fim de ampliar o conhecimento acadêmico sobre abordagens climáticas na formação de arquitetos e urbanistas. Sendo assim, o objetivo principal desse trabalho é reunir, apresentar e contextualizar diferentes ferramentas que podem atuar como aporte digital no ensino do clima, demonstrando o estado da arte das ferramentas tecnológicas como estratégias de mitigação

das mudanças climáticas e dos efeitos nocivos do desconforto ambiental. Como objetivo secundário, visa aproximar os profissionais à prática da investigação climática para obtenção de projetos adequados ao contexto climático em que estão inseridos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para analisar o contexto proposto e atingir objetivo da pesquisa, *websites*, plataformas e programas computacionais de uso livre²² foram reunidos e suas funcionalidades testadas e listadas para contextualizar o emprego dessas tecnologias no aporte ao ensino do conforto ambiental em edificações e espaços abertos.

Os dados coletados dizem respeito ao nome das plataformas, seus requisitos de sistema, o tipo de ferramenta, *website* ou *software*, o meio de divulgação e disponibilidade, e, a descrição de suas funcionalidades. Desta maneira, foram elencadas as seguintes ferramentas digitais:

1. SunEarthTools
2. Windfinder
3. Projeteee
4. Analysis SOL-AR
5. Energyplus
6. Rayman

4. RESULTADOS

De acordo com o método utilizado para reunir e organizar os dados coletados, as informações foram distribuídas e discutidas nos quadros de 1 a 6 apresentados a seguir.

Ao analisar as questões relacionadas ao conforto térmico, um primeiro aspecto é relacionado à radiação solar, diretamente correspondente à posição relativa do sol, ao período do ano e à hora do dia, contribuindo com diferentes níveis de radiação solar direta. Essas informações são reunidas e visualizadas também através da carta solar gerada para uma determinada coordenada.

Nome: SunEarthTools	Requisitos: Navegador com acesso a internet
Tipo: Website	Disponível em: https://www.sunearthtools.com




Figura 1a: Carta solar gerada para cidade de São Paulo

Data	07/04/2019 GMT-3	
coordenar	-23.5627669, -46.6539084	
local	-23.56287000, -46.65469000	
Hora	Elevação	Azimuth
06:17:06	-0.833°	82.96°
7:00:00	8.86°	78.54°
8:00:00	22.14°	71.51°
9:00:00	34.6°	62.54°
10:00:00	46.25°	49.94°
11:00:00	56.24°	31.01°
12:00:00	59.46°	4.31°
13:00:00	57.08°	336.13°
14:00:00	49.18°	314.89°
15:00:00	39.27°	300.77°
16:00:00	25.98°	290.98°
17:00:00	12.74°	283.53°
18:00:00	-0.79°	277.26°
18:00:11	-0.833°	277.24°

Figura 1b: Elevação solar para cidade de São Paulo

O *website* SunEarthTools é uma plataforma gratuita para designers e usuários de energia solar que disponibiliza diversas ferramentas interessantes, primordiais para o projeto arquitetônico e para o planejamento urbano orientado pelo clima. É possível gerar cartas solares para qualquer coordenada, além de cálculo de elevação solar, com possibilidade de exportação para *softwares* de planilhas digitais.

Quadro 1: Website SunEarthTools

Maestre López-salazar (2016) destaca que há grande variedade de informação a respeito das cartas

²² Programa computacional que pode ser executado, copiado, modificado ou redistribuído gratuitamente.


solares em livros e artigos científicos, contudo é na internet que se encontram, atualmente, a maior quantidade e facilidade para obter informações e imagens a respeito do assunto. O autor também cita outras fontes para cálculo e obtenção das cartas solares, mencionando a dificuldade em ensinar a leitura das cartas para aplicação prática nos projetos de arquitetura e frisa a importância da utilização deste instrumento para a concepção arquitetônica, contribuindo para a construção de métodos pedagógicos práticos de simulação da luz solar com uso de maquetes.

O projeto de arquitetura envolve diversas variáveis, dentre elas a combinação dos conhecimentos associados ao programa arquitetônico, aos aspectos estéticos, legais, urbanísticos e culturais, e ainda aos custos, tecnologias construtivas e a outras circunstâncias funcionais. Entretanto, muitas vezes, as questões a respeito do conforto ambiental e do clima são negligenciadas ou abordadas de maneira trivial dentro do processo do projeto (BOGO, PEIXER, e KOBALL, 2016).

Para ajudar arquitetos, professores e estudantes, a Plataforma Projeteee (Quadro 2) foi desenvolvida com intuito de reunir informações a respeito do clima, das estratégias bioclimáticas e dos componentes construtivos para aplicação nos projetos de arquitetura, e objetiva-se em facilitar o acesso à informação e a compreensão das diretrizes descritas nas normas brasileiras de desempenho das edificações.

Nome: Projeteee **Requisitos:** Navegador com acesso a internet

Tipo: Website **Disponível em:** <http://projeteee.mma.gov.br>



CONDIÇÕES DE CONFORTO

63% 22% 15%


% da área em desconforto por frio % da área em desconforto por calor % da área em desconforto por calor

ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

INÉRCIA TÉRMICA PARA AQUECIMENTO VENTILAÇÃO NATURAL AQUECIMENTO SOLAR PASSIVO


O Projeteee é uma plataforma pública, inicialmente desenvolvida pelo PROCEL/Eletróbrás em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, hoje mantida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). O *website* oferece ferramentas de apoio didático para estudantes e professores de arquitetura. Reúne dados climáticos de mais de 400 cidades brasileiras e conta com biblioteca de estratégias bioclimáticas, calculadora de componentes e equipamentos de sistemas de climatização e geração de energia solar, tudo de acordo com as normas brasileiras de desempenho (NBR 15.220 e NBR 15.575).

Figura 2a: Biblioteca de estratégias bioclimáticas



CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Argamassa 2,5	0,025
2	Tijolo cerâmico maciço 10x6x22 cm 10	0,104
3	Gesso interno 2	0,029

ADICIONAR CAMADA NA BASE



SEU MATERIAL

Resistência Térmica Total: **0,33**

Atraso Térmico ϕ (horas): **4,1**

Capacidade Térmica (kJ/m²K): **223,3**

Transmissão Térmica (W/m²K): **3,0**

Figura 2b: Calculadora do desempenho térmico de componentes construtivos

Quadro 2: Plataforma Projeteee

Muitas vezes tratada com descaso, o uso adequado da ventilação natural nas edificações pode contribuir para a redução da necessidade de utilização de sistemas de climatização, auxiliando também na melhora da qualidade do ar (SIMÕES, 2016). Desta maneira, além do dimensionamento correto das aberturas é necessário que sua distribuição no projeto se encontrem satisfatoriamente direcionadas às fachadas com maior ocorrência de ventos. Portanto, é preciso que se identifique, de acordo com o clima local, a direção predominante das correntes de ventilação natural. O *website* WindFinder pode ajudar na concepção arquitetônica ao oferecer análises estatísticas baseadas em estações meteorológicas distribuídas ao redor do planeta e conectadas via internet.

Nome: WindFinder

Requisitos: Navegador com acesso a internet

Tipo: Website

Disponível em: <https://pt.windfinder.com/>

O *website* WindFinder reúne dados de mais de vinte mil estações meteorológicas ao redor do mundo e disponibiliza gratuitamente análises estatísticas e previsão climática em tempo real. Por meio da plataforma é possível obter, por exemplo, gráficos a respeito da distribuição, direção e regime dos ventos (Figura 3^a), disponibilizando também mapas interativos e em tempo real para previsão climática sobre a velocidade e regime dos ventos, temperatura do ar e precipitação (Figura 3b). O *site* também conta com calculadora para conversão e classificação da velocidade do vento e seus impactos em terra e mar.

Distribuição da direção do vento em %

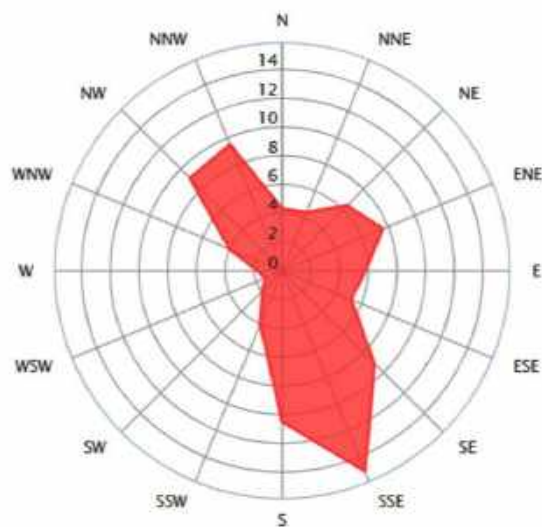


Figura 3a: Rosa dos ventos para cidade de São Paulo – Aeroporto de Congonhas

É possível utilizar os recursos fornecidos para dimensionamento e posicionamento das aberturas para ventilação nos projetos arquitetônicos, melhorando o desempenho térmico nas edificações e evitando a criação de túneis de vento nos espaços abertos, que podem causar incômodo e desconforto térmico.

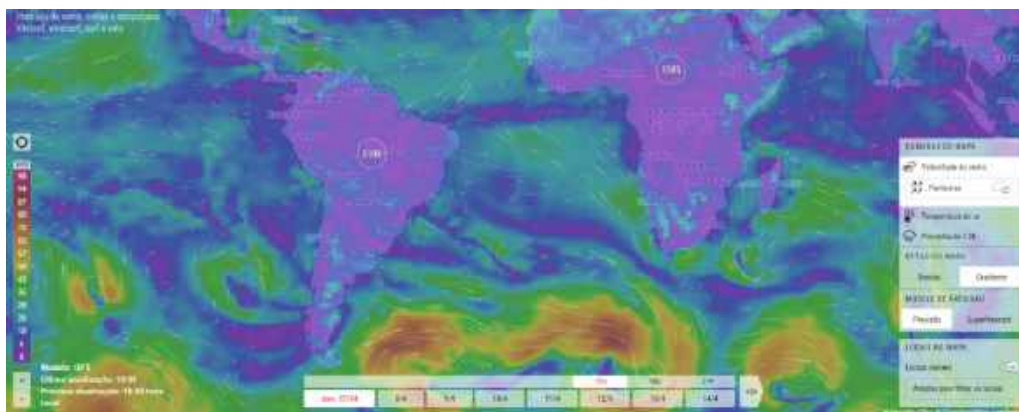


Figura 3b: Mapa climático interativo

Quadro 3: Website WindFinder

O ganho de calor nas edificações, que gera consequente aquecimento dos ambientes interiores, está relacionada a intensidade e incidência da radiação solar sobre as fachadas e seus materiais, é preciso considerar também o aquecimento ocasionado pela incidência de radiação solar no interior das edificações através das aberturas para ventilação e iluminação, fato que torna a proteção dessas aberturas desafios emblemáticos do projeto arquitetônico.

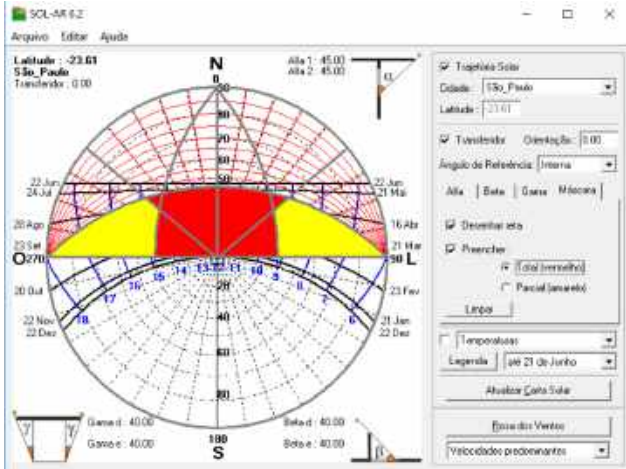
As proteções solares são indispensáveis em determinados climas para garantir o conforto ambiental, pois podem garantir a entrada de iluminação sem interferir na ventilação natural, barrando a incidência direta de radiação solar no interior das edificações. Townsend e Vieira (2016), apontam que para o bom e correto dimensionamento deste dispositivo de sombreamento é necessário que se conheçam as trajetórias aparentes do sol, diante disso, Leitzke et al. (2017), explicam que o tipo de proteção solar adotada, seja ela fixa ou móvel, depende da orientação de cada fachada.

Caldas (2016), reforça que proteções solares mal dimensionadas podem obstruir a entrada da radiação solar direta, necessária em alguns climas, bem como impedir a entrada da radiação difusa do céu, bastante desejada para a iluminação natural. A autora esclarece ainda que a morfologia do entorno urbano também pode atuar como barreira para a insolação das fachadas, reforçando a necessidade desta avaliação no momento do projeto.

Tendo em vista a importância do tema, para facilitar a concepção e dimensionamento dos elementos de sombreamento, o programa computacional Analysis SOL-AR pode auxiliar arquitetos no cálculo das máscaras solares, tal procedimento fornece os dados a respeito dos ângulos de incidência da radiação solar para aplicação direta no projeto das proteções solares.

Nome: Analysis SOL-AR	Requisitos: Sistema operacional Windows
Tipo: Software livre	Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar

O programa computacional Analysis SOL-AR permite gerar gráficos a respeito da carta solar para as principais cidades brasileiras, é possível também alimentar seu banco de dados e gerar carta solares estereográficas para qualquer coordenada do globo terrestre. Além disso, o programa permite visualizar os intervalos térmicos anuais de algumas cidades disponíveis em sua base de dados. Porém, a maior contribuição do *software* está na possibilidade de gerar máscaras de sombreamento a partir da visualização dos ângulos de proteção solar, para alfa (α), gama (γ) e beta (β).



The screenshot shows the Analysis SOL-AR software interface. It features a central solar chart (sun path diagram) with a grid of lines representing solar angles. The chart is titled 'SOL-AR 6.2' and includes a menu bar with 'Arquivo', 'Editar', and 'Ajuda'. On the right side, there are several control panels: 'Tabela Solar' with fields for 'Cidade' (São Paulo), 'Latitude' (-23.61), and 'Longitude' (-46.63); 'Temperaturas' with a 'Lenda' (Legend) for '16/21 de Junho'; and 'Velocidade predominante'. The chart itself shows a sun path with shaded areas in red and yellow, indicating specific solar angles and times of day. The chart is labeled with 'N' (North) at the top and 'S' (South) at the bottom, and includes a scale for 'Alfa' (Alpha) and 'Beta' (Beta) angles.

Figura 4a: Cálculo das máscaras de sombreamento

Quadro 4: Software Analysis SOL-AR

Além das proteções solares, também há uma série de outros fatores que contribuem para o ganho de calor pelas edificações. Estão também relacionados aos materiais utilizados, seja na superfície externa dos edifícios bem como nos ambientes internos, como materiais construtivos, acabamentos e até mesmo a pintura e as respectivas espessuras. Isso tudo é resultado das diferentes características térmicas dos materiais, como transmitância, condutibilidade, densidade, calor específico, coeficiente de absorção de radiação solar, emissividade, entre outros.

Entender quais superfícies e aberturas recebem radiação solar ao longo do dia e em quais horários isso ocorre é fundamental, mas também importante é compreender como as superfícies – opacas ou translúcidas – reagem à radiação, permitindo a entrada de calor nos espaços internos em diferentes quantidades. Além dessa fonte de aquecimento dos ambientes internos, também há o calor interno gerado tanto pelos equipamentos em funcionamento e pelos usuários e as atividades que exercem. Associando todas essas influências sobre os ambientes projetados, o *software* Energyplus fornece dados resultantes de simulações, como temperatura, radiação solar, temperatura superficial, temperatura interna (por zona criada), ou seja, determinantes para

entender o balanço térmico das edificações.

Além disso, esse software possibilita a inserção de dados a respeito de sistema de condicionamento de ar (SPLIT) e de consumo energético da edificação (inclusive lâmpadas e equipamentos), o que garante a possibilidade de simular diferentes implantações e materiais, comparando assim os diferentes resultados de consumo quando alternativas artificiais de resfriamento se fizerem necessárias, fornecendo subsídios necessários para que se obtenha a melhor opção de projeto quanto à eficiência energética. O Energyplus também permite integrar essas informações à diferentes fontes de energia, como por exemplo a fotovoltaica.

Nome: Energyplus

Requisitos: Sistema operacional Windows

Tipo: Software livre

Disponível em: <https://energyplus.net/>

O *software* Energyplus permite a modelagem das edificações a serem estudadas bem como seu entorno a fim de reproduzir a situação real de implantação do projeto e, conseqüentemente, gerar resultados de balanço térmico muito próximos ao que ocorrerá quando consolidado. Ele fornece resultados numéricos que podem ser facilmente transformados em formulários e convertidos em planilhas e gráficos para análises dos dados e comparações entre diferentes resultados.

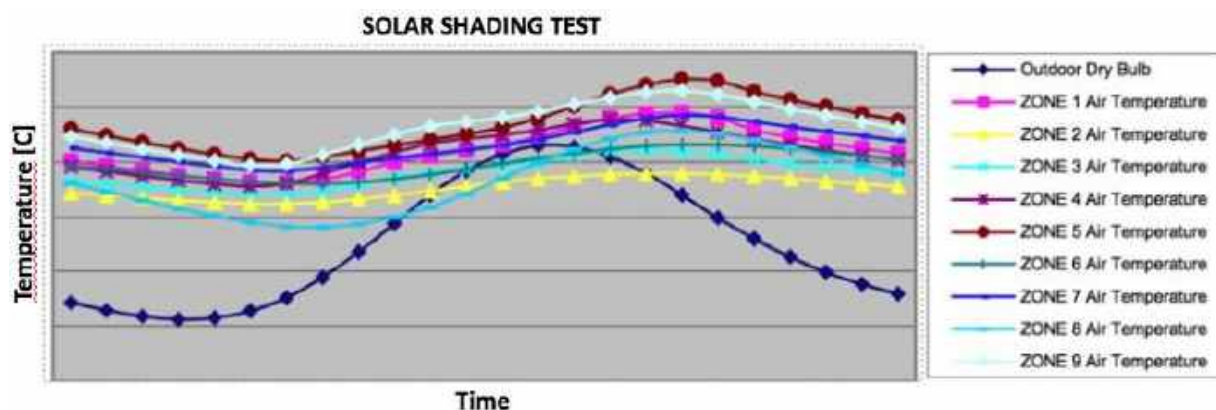


Figura 5a: Gráfico de teste para sombreamento

Fonte: https://energyplus.net/sites/all/modules/custom/nrel_custom/pdfs/pdfs_v9.1.0/OutputDetailsAndExamples.pdf

Quadro 5: *Software* Energyplus

A maneira com que o usuário sente e percebe o ambiente térmico está diretamente relacionado aos índices de conforto ambiental, tais como temperatura e umidade relativa do ar e velocidade do vento, mas também e, segundo Zaninovic e Matzarakis (2009), ainda mais determinante é a temperatura radiante média, que permite determinar o balanço energético humano. Este índice contribui para a obtenção de valores acerca da Temperatura Fisiológica Equivalente (Physiologically Equivalent Temperature), ou simplesmente PET, que representa a sensação térmica no corpo humano numa escala de sete pontos, distribuídos entre muito frio, frio, pouco de frio, sensação neutra, pouco quente, quente e muito quente. Para isso, há também outros fatores que devem ser considerados, como o albedo, a vegetação, a geometria e materiais do entorno, que, na maioria das simulações são desprezados e considerados apenas as condições de clima do local, conseqüentemente, afastando tal resultado das condições reais geradas por um local com densidade edificada e vegetação.

Tendo em vista essas influências tanto do microclima quanto das condições físicas locais, o programa computacional RayMan auxilia no fornecimento de valores de PET a cada hora do ano, garantindo estudos de conforto ambiental tanto em espaços internos quanto externos. Nele é possível indicar posição e geometria dos edifícios e valores de medições *in loco*, além de inserir dados a respeito da vegetação, tais como tipo de árvore (decídua ou conífera, por exemplo) e suas dimensões de copa, inserir fotografias de olho de peixe para determinação de fator de céu visível, entre outros dados.

Nome: RayMan

Requisitos: Sistema operacional Windows

Tipo: Software livre

Disponível em: <https://www.urbanclimate.net/rayman/>

O *software* RayMan fornece dados para o entendimento de sensações térmicas (PET) para espaços internos ou externos, inserindo dados climáticos e referentes ao usuário (sexo, idade, altura, peso, atividade exercida, entre outros). Também é possível, além de indicar posição e geometria dos edifícios, também fornecer dados da vegetação, inserir fotografias de olho de peixe para determinação de fator de céu visível, entre outros dados.

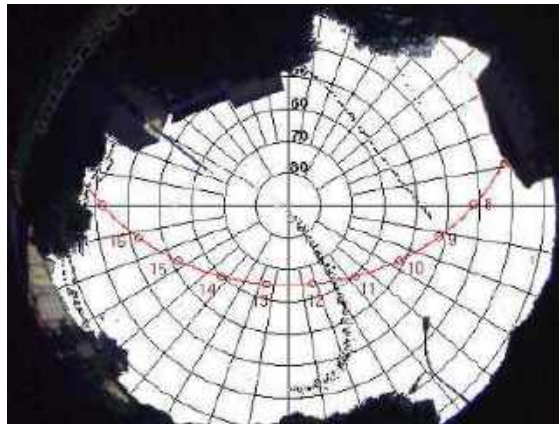


Figura 6a: Diagrama de fator de céu visível

```
RayMan 1.2 © 2000
Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany
place: 1st location - erster Ort
Horizon limitation: 0.0% sky view factor: 1.000
geogr. longitude: 7°51' latitude: 48°0' timezone: UTC +1.0 h
personal data: height: 1.75 m weight: 75.0 kg age: 35 a sex: m clothing: 0.9 clo activity: 80.0 W
```

date	year	day of	time	sun	sun	Gact	Sact	Dact	Ts	Ta	Thrt	PMV	PET	SET*
		year	h:mm	rise	set	W/m2	W/m2	W/m2	°C	°C	°C		°C	°C
28.12.2000		363	10:01	8:25	16:38	192	111	81	22.7	20.0	27.8	-0.2	19.7	18.0

Figura 6b: Quadro com valores obtidos

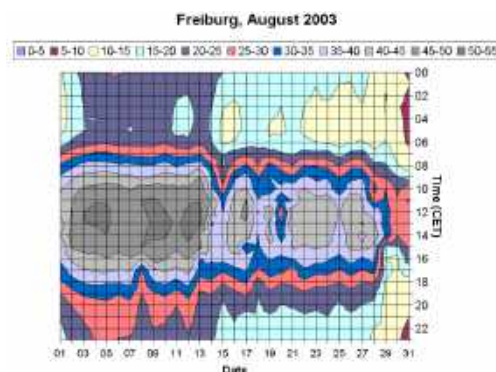


Figura 6c: Resultado hora/dia com valores de PET para o mês de agosto de 2003 na cidade de Freiburg

Fonte: Amelung B., Blazejczyk K., Matzarakis A., Climate Change and Tourism – Assessment and Coping Strategies. 2007.

Quadro 6: *Software* RayMan

5. CONCLUSÕES

Os espaços estão sempre sofrendo com as consequências climáticas, seja em ambientes internos ou externos, e esse reflexo é influenciado pela arquitetura. Muito priorizado é o estudo do conforto térmico no interior das edificações, que é instigado no ensino através das disciplinas de ateliê, a fim de se garantir conforto ao mesmo tempo de alcançar maior sustentabilidade nas edificações – objetivo explorado atualmente tanto na

vida acadêmica quanto profissional. No entanto, seus reflexos no espaço urbano ainda são bastante negligenciados, o que pode contribuir para ampliar os problemas relacionados às ilhas de calor e no conforto térmico dos pedestres de modo geral, por exemplo.

A fim de auxiliar o estudo e o entendimento das consequências das propostas de projeto, algumas plataformas digitais livres foram estudadas e exploradas a fim de inseri-las num contexto de pesquisa e exploração de possibilidades no que tange implantação do projeto, disposição de aberturas, tipos de proteções solares, materiais, acabamentos, entre tantos outros, permitindo obter resultados tanto em relação aos espaços projetados internamente à edificação quanto no reflexo dela no meio externo, nas áreas de entorno ao projeto.

O uso de tais ferramentas pode contribuir para o melhor entendimento dos aspectos relacionados ao conforto ambiental, entendendo o movimento aparente do sol, a influência da velocidade do vento e como os edifícios reagem à todas essas influências em concordância com a geometria do entorno, sendo possível relacionar conteúdo de ensino com reações testadas em plataformas digitais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Influence of Different Urban Configurations on Human Thermal Conditions in a Typical Subtropical Coast City: case of Santos, São Paulo. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE JOINTLY**. 2015.
- AMELUNG Bas, BLAZEJCZYK, Krzysztof, MATZARAKIS, Andreas. **Climate Change and Tourism – Assessment and Coping Strategies**. Maastricht – Warsaw – Freiburg, 2007.
- LABEEE – LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Analysis SOL-AR**. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>. Acessado em: 04/04/2019.
- BOGO, Amílcar José; PEIXER, Keila Ticyana; KOBALL, Daniela. Ensino de projeto arquitetônico com enfoque ambiental: a experiência de uma disciplina de projeto integrado de arquitetura e conforto térmico. **Hábitat Sustentable**, Chile, 2016. P. 80-87.
- CALDAS, Giuliano Bezerra. **Edifício multifuncional Holanda: diversidade e qualidade ambiental em edificações verticais**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- CARFAN, A. C.; GALVANI, E.; N. J. T. Study of the Microclimate Effect in the Urban Vertical Structure in Ourinhos, São Paulo State. **Acta Scientiarum**. Maringá, v.34, n. 3, p.313-320, jul./set. 2012.
- COHEN, Pninit; POTCHTER, Oded; MATZARAKIS, Andreas. Human thermal perception of Coastal Mediterranean outdoor urban environments. **Applied Geography**, v. 37, p. 1-10, 2013.
- DA SILVEIRA HIRASHIMA, Simone Queiroz; DE ASSIS, Eleonora Sad. Percepção sonora e conforto acústico em espaços urbanos do município de Belo Horizonte, MG. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 1, p. 7-22, 2017.
- DEBIAZI, Pedro Renan; DE SOUZA, Léa Cristina Lucas. Contribuição de parâmetros do entorno urbano sobre o ambiente térmico de um campus universitário. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 4, p. 215-232, 2017.
- ENERGYPLUS. U.S. Department of Energy's (DOE) Building Technologies Office (BTO). Disponível em <https://energyplus.net/>. Acessado em: 04/04/2019.
- GÓMEZ, N.; HIGUERAS, E.; ESCALONA, M. Técnica Estadística de Evaluación de Sostenibilidad del Microespacio entre Edificaciones um Clima Cálido Húmedo. In: **CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL**, Lisboa. 2014.
- LEITZKE, R. K., DA CUNHA, E. G., DA SILVA, O. M., DA SILVA, A. C. S. B., BELTRAME, C. M. Avaliação de dispositivos de proteção solar fixos e automatizados para edifício residencial. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 8, n. 1, p. 59-72, 2017.
- MAGIOLI, Flavia Benevides; TORRES, Julio Cesar Boscher. Influência das transformações urbanas no conforto acústico: estudo-piloto da cidade universitária da UFRJ. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 2, p. 400-413, 2018.
- MAESTRE LÓPEZ-SALAZAR, Ramón. **Instrumento didáctico para comprender las órbitas del sol alrededor de cualquier punto de la Tierra: um carta solar tridimensional universal**. 2016.
- OKE, Tim R. City size and the urban heat island. **Atmospheric Environment (1967)**, v. 7, n. 8, p. 769-779, 1973.
- PROJETEEE. **Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**. Disponível em: <http://projeteee.mma.gov.br>. Acessado em 04/04/2019.
- RAYMAN. Meteorological Institute, University Freiburg. 2019. Disponível em: <https://www.urbanclimate.net/rayman/>. Acessado em: 04/04/2019.
- SIMÕES, Gonçalo Nunes. **Análise de desempenho de um sistema de ventilação natural de uma creche**. Tese (Mestrado integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente) – Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, 2016.
- SUN EARTH TOOLS. **Ferramentas para designers e consumidores de energia solar**. Disponível em: <https://www.sunearthtools.com>. Acessado em: 04/04/2019.
- TOWNSEND, Mariana; VIEIRA, Liése Basso. **Solução formal e funcional para proteção solar em projetos arquitetônicos**. *Disciplinarum Scientia - Artes, Letras e Comunicação*, v. 14, n. 1, p. 79-88, 2016.
- UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospect: the 2014 revision final report**. 2015. Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>. Acessado em: 04/04/2019.
- WINDFINDER. **Previsões de vento, velocidade de vento, tempo e mapa de vento**. Disponível em: <https://pt.windfinder.com>. Acessado em 04/04/2019.
- ZANINOVIĆ, Ksenija; MATZARAKIS, Andreas. The bioclimatological leaflet as a means conveying climatological information to tourists and the tourism industry. **International journal of biometeorology**, v. 53, n. 4, p. 369-374, 2009.