



ESTUDO DE INSOLAÇÃO PARA TOMADA DE DECISÕES PROJETUAIS EM FACHADAS VERDES

Área temática: Gestão Ambiental e Sustentabilidade

Maria Alejandra Rico Perez

mariaalejandra@id.uff.br

Ana Lúcia Torres Seroa da Motta

mariaalejandra@id.uff.br

Resumo: *As grandes cidades, são caracterizadas pela concentração veicular e a substituição de áreas verdes por superfícies impermeabilizadas. As áreas centrais destas cidades tendem a sofrer um aquecimento superior quando comparado com as temperaturas das zonas de periferia. Portanto, identificou-se oportunidades cada vez mais presentes de uso de fachadas verdes no ambiente construído. Elas surgem neste cenário como uma das tecnologias arquitetônicas que estabelece consonância com o ambiente natural, além de oferecer benefícios tanto na escala das edificações quanto na escala urbana. Assim sendo, procurou-se entender os conceitos básicos de parede e/ou fachada verde, para posteriormente, realizar um estudo de insolação in loco, visando abranger a os sistemas passivos na arquitetura, assim como, o emprego de vegetação, as contribuições estéticas e ambientais, além do auxílio na tomada de decisões projetuais. Irão ser realizadas quantificações da influência da radiação solar sobre a superfície estudada, i.e. a fachada verde das edificações, implantadas no clima tropical quente e úmido. Foram levados em consideração conceitos de sistemas passivos na arquitetura, informações geo espaciais próprias do local de estudo, assim como, o apoio dos softwares do Laboratório de Eficiência Energética nas Edificações (LABEE): (i) Analysis SOL-AR e (ii) Luz do Sol. Mesmo com as decisões projetuais para o prédio da Escola de Engenharia da UFF, estejam adaptadas às estratégias de PA, quanto a diminuir a exposição nas fachadas leste e oeste, a sua forma retangular, alongada no sentido leste – oeste, no sentido a incidência da luz do sol continua sendo elevada, principalmente na fachada estudada.*

Palavras-chaves: *Fachadas verdes, Estudo de insolação, Arquitetura passiva, Estudo de insolação.*

1 Introdução

De acordo com Minke (2005), as grandes cidades, são caracterizadas pela concentração veicular e a substituição de áreas verdes por superfícies impermeabilizadas. As áreas centrais destas cidades tendem a sofrer um aquecimento superior quando comparado com as temperaturas das zonas de periferia. Nas grandes cidades, de acordo com o mesmo autor, podem-se alcançar temperaturas do ar entre 4° e 11°C mais altas quando comparadas com os subúrbios ou periferias.

A região metropolitana do Rio de Janeiro é, atualmente, o segundo polo de concentração demográfica e de atividades econômicas do Brasil, contendo um grande volume de atividades e fluxos, oferta de bens e serviços mais especializados e uma alta taxa de urbanização (IBGE, 2013).

Portanto, identificou-se oportunidades cada vez mais presentes de uso de fachadas verdes no ambiente construído. Elas surgem neste cenário como uma das tecnologias arquitetônicas que estabelece consonância com o ambiente natural, além de oferecer benefícios tanto na escala das edificações quanto na escala urbana (ARANTES, 2007).

Para Labaki (2011) sempre que possível, devem-se revestir as superfícies do ambiente construído com elementos vegetais em vez de qualquer outro tipo de revestimento. Isto se aplica principalmente em cidades tropicais, pois ajudam a compensar a cobertura vegetal natural do terreno, minorando as temperaturas extremas e estabilizando as condições climáticas locais.

Para esta pesquisa a superfície a ser estudada é a fachada norte. Este é um plano do ambiente construído que, devido à trajetória solar no hemisfério sul, é o mais passível de implantação de sistemas modulares integrados a vegetação. A pesquisa justifica-se pela contribuição às temáticas sustentáveis dentro do contexto brasileiro com foco central no ambiente construído. Trata-se de um estudo que procura métodos para minimizar os desafios das cidades contemporâneas, associado ao fato de tornar o ambiente urbano mais integrado com a natureza.



Uma vez que a sustentabilidade das paredes verdes está diretamente relacionada com a incidência da luz do sol e as características do local, foi realizado um estudo da insolação e do sombreamento presentes no prédio de Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense (UFF). As superfícies (exterior e interior) foram analisadas para determinar a influencia das paredes verdes, de diminuïrem a incidência da luz do sol, e sua capacidade de diminuir os ganhos de calor.

2 Objetivo

O objetivo geral da presente pesquisa é procurar estratégias dirigidas ao fortalecimento da fase de concepção dos projetos arquitetônicos sustentáveis, a fim de possibilitar a implantação das superfícies verdes modulares no ambiente construído brasileiro. Assim sendo, procurou-se entender os conceitos básicos de parede e/ou fachada verde, para posteriormente, realizar um estudo de insolação *in loco*, visando abranger a os sistemas passivos na arquitetura, assim como, o emprego de vegetação, as contribuições estéticas e ambientais, além do auxilio na tomada de decisões projetuais.

3 Metodologia

A pesquisa pode ser classificada quanto a natureza como aplicada, conforme (GIL, 2008), tendo como propósito a geração de conhecimento que venham a ter um destino prático colaborando para a solução de problemas, que cercam interesses locais, assim, quanto aos procedimentos, procura-se refazer as condições de um fato a ser estudado, para observá-lo sob controle. Para tal, é realizado um estudo aplicado num local determinado, fazendo uso de ferramentas computacionais e instrumentos de precisão, a fim de demonstrar o modo ou as causas pelas quais um fato é produzido, proporcionando assim, o estudo de suas causas e seus efeitos.

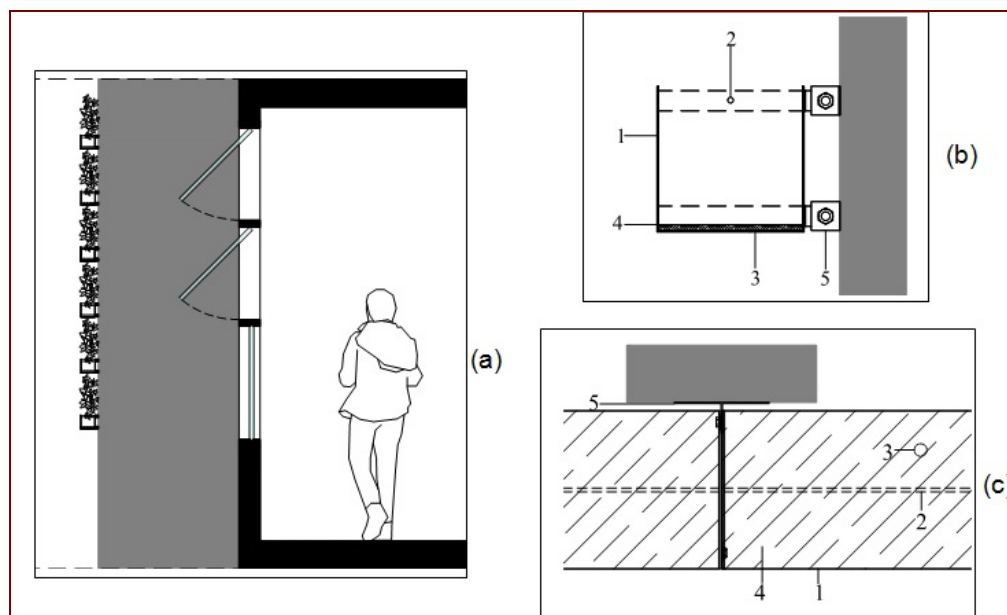
De acordo com Gil (1991) a pesquisa torna-se também bibliográfica quanto aos procedimentos, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais de acordo com as características do clima tropical quente úmido



Finalmente foram realizadas quantificações da influência da radiação solar sobre a superfície estudada, i.e. a fachada verde das edificações, implantadas no clima tropical quente e úmido. Foram levados em consideração conceitos de sistemas passivos na arquitetura, informações geo-espaciais próprias do local de estudo, assim como, o apoio dos softwares do Laboratório de Eficiência Energética nas Edificações (LABEE): (i) Analysis SOL-AR e (ii) Luz do Sol.

4 Paredes verdes no ambiente construído

Segundo Seabra (2013), as paredes ou fachadas verdes podem ser classificadas em sistemas integrados e sistemas separados, conforme estejam agregados ou afastados da superfície construída. Na presente pesquisa, o sistema de parede verde estudado foi o separado, isto é aquele que não fica em contato direto com a superfície construída, como está exemplificado na figura 1, seguinte. Segundo Ottelé (2011), estes sistemas são constituídos por painéis modulares pré-fabricados, cada qual contendo seu próprio substrato (solo ou outro meio artificial de crescimento, como espuma, feltro, lã mineral, etc.). A parede verde modular investigada é construída com aço carbônico galvanizado, fixada nos brises verticais de concreto armado já existentes no prédio, como apresentado na Figura 1.



Legenda:

- 1- Perfil tipo “U” (200 X 200 mm) de aço carbonico galvanizado (55% Al-Zn)
- 2- Tuberia de irrigação



- 3- Abertura circular para drenagem
- 4- Tecido filtrante
- 5- Ponto de fixação. Platina de aço carbônico galvanizado

Figura 1. Detalhamento da parede verde analisada.

4.1 Caracterização do clima no local de estudo

Segundo EMBRAPA (1988), a parte do litoral do Rio de Janeiro, corresponde segundo a classificação Köppen-Geiger, ao Clima tropical úmido ou super úmido (Af), sem estação seca, sendo a temperatura média do mês mais quente superior a 18°C.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006) classifica em 14 subtipos climáticos regionais a região sudeste do Brasil, baseando-se nas temperaturas medias e o regime pluviométrico. Como se pode observar na figura a seguir, a região metropolitana do Rio de Janeiro encontra-se dentro do grupo caracterizado por climas quentes úmidos apresentando um a tres meses secos como pode ser evidenciado na Figura 2.

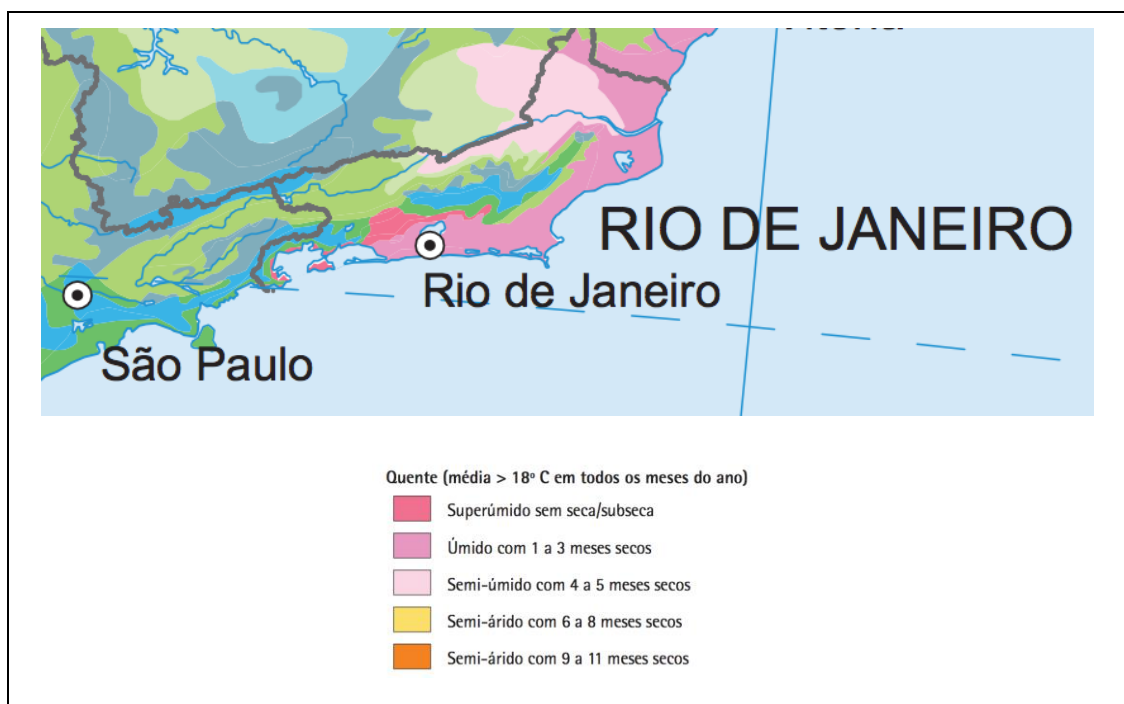


Figura 2. tipos climáticos da região sudeste.
Fonte: www.Ibge.com.br, (2006)

A região sudeste de Brasil localiza-se quase em sua totalidade, na região tropical, excetuando-se uma pequena faixa no sul do estado de São Paulo. Estende-se entre as latitudes 14° e 25° sul. Abrangendo uma vasta área de aproximadamente um milhão de quilômetros

quadrados. Ao analisar em detalhe a região do Rio de Janeiro, mais especificamente em Niterói, pode-se classificar dentro do clima quente – úmido com cor amarelo claro no mapa da figura 2.

4.2 Sistemas passivos na arquitetura

Para Zaki *et al.*, 2007, a Arquitetura Passiva (PA “*Passive Architecture*”) é um termo cunhado para descrever os prédios concebidos para serem responsáveis pelas condições climáticas que trazem o conforto no seu interior. Estas condições são naturalmente instituídas o maior tempo possível.

A terminologia se expressa, segundo Zaki *et al.*, 2008, como ‘passiva’ com o objetivo de destacar a abordagem defensiva e protetora de um prédio frente aos elementos climáticos. Nos USA, a *Uniform Building Law* designa esta responsabilidade aos arquitetos, tornando-os principal responsáveis e obrigando-os, portanto, a desenhar boas concepções de projeto.

Fundamentalmente, em climas tropicais, quentes e úmidos, as estratégias de PA estão voltadas para: evitar o ganho de calor do sol; promover ventilação cruzada natural priorizando o vento predominante e também gerir a entrada de luz natural no prédio. Cabe citar como exemplo tradicional moradias vernaculares da Malásia que apresentam as seguintes características físicas (implantação sobre palafitas, janelas tipo persiana, e beirais maiores) que dão o efeito desejado de conforto, propagado pelas estratégias da PA (Figura 3).



Figura 3. Casa tradicional na Malásia

Fonte: *Social and behavior Science, Environmental Prospective of Passive Architecture Design Strategies in Terrace Houses*

No entanto, as casas modernas estão cada vez menos adequadas ao clima, diferentemente das vernaculares. Muitos especialistas têm discutido e estabelecido as estratégias críticas para o a implantação de PA (MASCARO (2009), MOTTA (1987), THOMAS E GRAHAM (2007), KONYA et al. (2010)), entre outros.

4.2.1 Orientação

Para Thomas e Gramham (2007) a orientação dos prédios é o primeiro e mais importante passo para desenvolver empreendimentos com estratégias de PA. Posteriormente, o projeto deverá levar em consideração os fatores de insolação, a direção e a intensidade dos ventos dominantes (Figura 4)

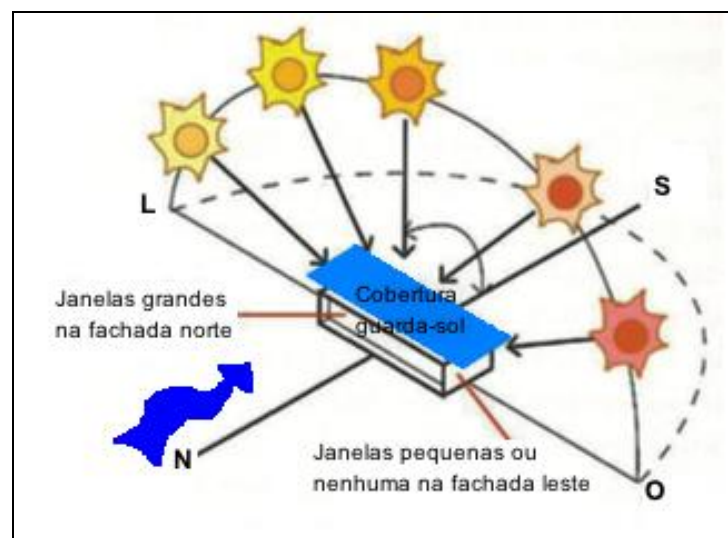


Figura 4. Estratégias de PA para a concepção de habitações nos trópicos
Fonte: Adaptada e traduzida de Zaki, *et al.*, (2010)

4.2.2 Forma

Segundo Konya (1980), em prédios e construções nos trópicos, onde é recomendável limitar ou diminuir a exposição nas fachadas leste e oeste, a forma mais recomendável é retangular, alongada no sentido leste – oeste, como exemplifica a Figura 4. Para Tombazis e Preuss (2001), como consequência desta forma, além de obter-se resultados mais favoráveis ao diminuir-se a insolação nas paredes leste e oeste, se reduz a distancia entre as paredes norte e sul favorecendo a ventilação cruzada.

4.2.3 Abertura de janelas para ventilação

Para Konya (1980), a dimensão das janelas nos climas quentes e úmidos, deve ser ampliada, com o intuito de captar os ventos dominantes. Os dormitórios devem ser dispostos em um único agrupamento para favorecer a ventilação cruzada. Adicionalmente, segundo



Kock-Nielson (2007), as aberturas pequenas, localizadas próximas ao teto, podem garantir o mínimo de trocas de ar em uma habitação, sem aumentar consideravelmente os ganhos de calor.

4.2.4 Dispositivos para controle de luz solar

Segundo Koch-Nielson (2007), os dispositivos para controle da luz do sol devem estar orientados de acordo com a trajetória solar. Nos países tropicais, o tipo mais indicado e o posicionamento de brise-soleil na parte superior das janelas voltadas para o norte.

4.2.5 Insolação de paredes e coberturas

Konya (1980) destaca a importância do isolamento térmico nas coberturas, porque o maior ganho de calor nos trópicos é na parte superior do empreendimento.

4.3 Características geo espaciais

A orientação e a forma da edificação, assim como a dimensão das aberturas, os dispositivos para controle das janelas, e a insolação de paredes e coberturas são, por si só, insuficientes para determinar os efeitos do sol sobre uma estrutura específica. A latitude e o azimute do terreno são fatores essenciais para saber como os raios solares vão incidir em um edifício e o quanto estes vão penetrar através das janelas, o quanto vão sombrear determinadas áreas e irradiar outras, como projetar uma utilização eficaz da luz natural, que irá reduzir o uso de iluminação artificial, quanta carga térmica o ar condicionado terá que neutralizar.

Para estes projetos são necessárias as seguintes informações:

1. O ângulo do Sol acima do horizonte (Altitude).
2. A trajetória (Azimute) do Sol, ou a sua direção.
3. O ângulo de incidência do Sol em relação à superfície a ser considerada.

Estes ângulos devem ser determinados a priori, para as superfícies estudadas, durante os 365 dias do ano.



5 Resultados

Este estudo focou-se em quantificar, através de simulações computacionais, a influência da radiação solar sobre superfícies verdes em edificações, localizadas em clima tropical quente e úmido. Mais especificamente, para uma área localizadas na latitude $22^{\circ}52'59.12''S$ e longitude $43^{\circ} 7'44.59''W$, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Para estas simulações utilizou-se os softwares LUZ DO SOL 1.1 e Analysis SOL-AR 6.2

O software Luz do Sol versão 1.1 é um programa para estimar o Calor e a luz provenientes do sol e foi desenvolvido através de linguagem Microsoft Visual Basic, versão 2.0. Já o software Analysis SOL-AR 6.2 é um programa gráfico que permite a obtenção da carta solar da latitude especificada, auxiliando no projeto de proteções solares através da visualização gráfica dos ângulos de projeção desejados sobre transferidor de ângulos, que pode variar segundo a normal da superfície estudada (LABEE, 2014).

Para entender a figura seguinte, obtida com o software Analysis SOL-AR, considere-se a Terra fixa e o Sol percorrendo a trajetória diária da abóbada celeste, variando de caminho em função da época do ano. Nela, observam-se os limites da trajetória anual que consistem nos solstícios de inverno de verão, enquanto os horários estão marcados nas linhas verticais. Em verde, destaca-se o transferidor que leva em consideração a posição do prédio analisado. Na figura 5a o prédio estudado está marcado. Já na figura 5b apresenta-se somente o gráfico da trajetória solar.

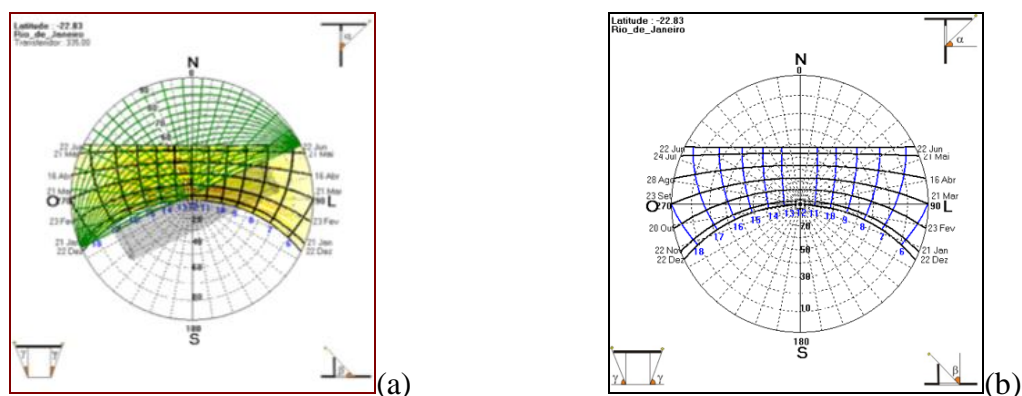


Figura 5. Carta Solar para o local de estudo.

O Quadro 1 apresentada os dados de radiação incidente sobre as superfícies do prédio para o solstício de verão e de inverno. No caso em tela, a fachada que foi escolhida para a implantação da superfície verde, apresentou no estudo da insolação e das sombras sua



perpendicular orientada a $335,45^\circ$ - fachada norte. Sendo que no hemisfério sul o solstício de verão ocorre em dezembro 21 e o solstício de inverno ocorre em 21 e junho. Os dados do quadro 1 foram obtidos com o programa LUZ DO SOL, que calcula a radiação solar média (Wh/m^2), no plano verde, que no caso, é a fachada norte.

Quadro 1. Radiação incidente nas superfícies analisadas (Wh/m^2). Para o dia 21 de Junho

	335,45	65,45	155,45	245,45	COB	TOTAL
06,69	0	0	0	0	0	0
07,20	32	279	13	13	55	392
07,70	79	459	22	22	139	720
08,21	138	567	28	28	236	996
08,71	203	622	33	33	334	1224
09,22	271	635	37	37	426	1406
09,72	339	616	40	40	507	1544
10,23	406	572	43	43	575	1639
10,74	469	509	45	45	627	1694
11,24	526	432	46	46	661	1712
11,75	577	345	47	47	679	1694
12,25	619	252	47	47	679	1644
12,76	652	156	46	46	661	1562
13,26	673	61	45	45	627	1450
13,77	681	43	43	115	575	1457
14,28	671	40	40	192	507	1452
14,78	642	37	37	252	426	1395
15,29	589	33	33	290	334	1280
15,79	507	28	28	298	236	1097
16,30	390	22	22	264	139	836
16,80	226	13	13	173	55	481
17,31	0	0	0	0	0	0
TOTAL	8689	5722	708	2076	8480	25675

Levando em consideração que no solstício de inverno a trajetória solar tem seu ponto mais baixo, incide mais sobre a superfície ou fachada estudada, obtendo-se um valor de radiação ainda maior do que o da cobertura, representando 34% do total da carga térmica do prédio, caso contrario acontece no solstício de verão, sendo que, com o grau de altitude mais elevado na trajetória solar, a cobertura é a superfície com a maior carga térmica do prédio, como pode-se observar no quadro seguinte.

Quadro 2. Radiação incidente nas superfícies analisadas (Wh/m^2). Para o dia 21 de Dezembro

	335,45	65,45	155,45	245,45	COB	TOTAL
05,31	0	0	0	0	0	0
05,81	13	194	210	13	56	486
06,30	22	340	339	22	145	868
06,80	29	443	412	29	254	1167
07,29	35	510	444	35	372	1396
07,79	40	545	447	40	490	1561
08,28	44	550	428	44	603	1669
08,78	47	531	394	47	706	1726
09,27	50	493	351	50	797	1742
09,77	53	438	303	53	877	1724
10,27	55	370	252	55	946	1678
10,76	57	291	199	57	1003	1606
11,26	58	201	148	58	1043	1508
11,75	59	103	97	59	1065	1383
12,25	67	59	59	117	1065	1366
12,74	108	58	58	219	1043	1486
13,24	140	57	57	318	1003	1574
13,73	165	55	55	410	946	1631
14,23	180	53	53	494	877	1658
14,73	188	50	50	567	797	1653
15,22	186	47	47	627	706	1613
15,72	175	44	44	666	603	1532
16,21	155	40	40	678	490	1403
16,71	126	35	35	656	372	1223
17,20	91	29	29	590	254	993
17,70	54	22	22	470	145	713
18,19	21	13	13	280	56	383
18,69	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2219	5722	4588	6654	16711	35744



Ao analisar o quadro 2, evidencia-se, que a cobertura é a superfície que mais radiação incidente apresenta, com 46% do total da carga térmica do prédio, já na fachada estudada, a radiação incidente diminui e representa um 6% do total de todas as superfícies. Os gráficos seguintes, apresentam os dados obtidos para a radiação solar incidente, mais especificamente para a fachada estudada, com o intuito de detalhar a análise de uma forma mais gráfica.

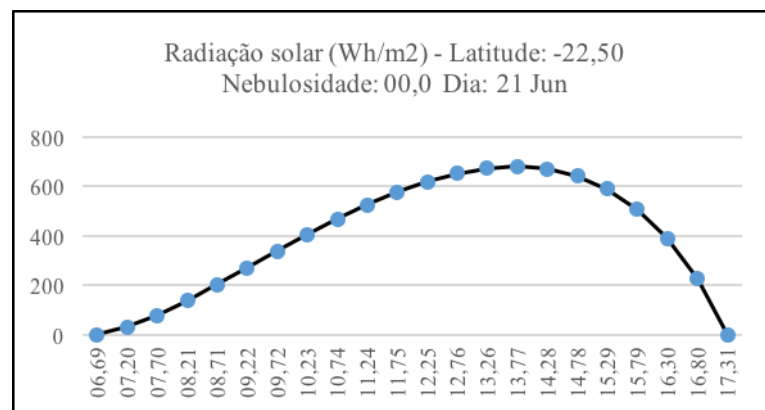


Figura 6: radiação solar na superfície estudada para o dia 21 de Junho. Radiação vs. hora

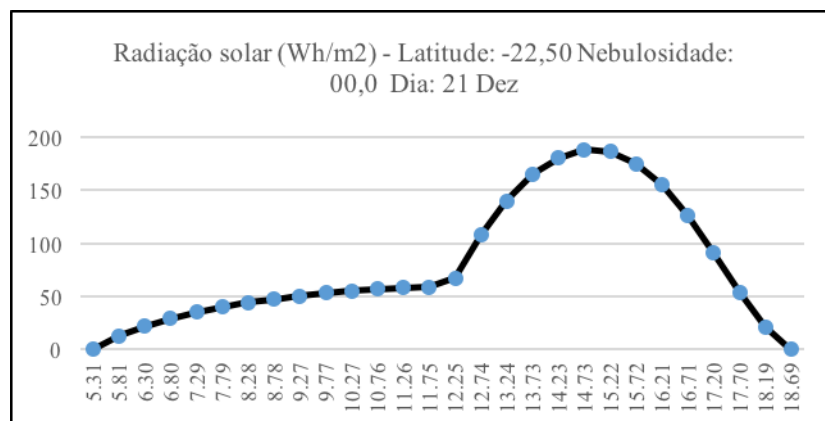


Figura 7: radiação solar na superfície estudada para o dia 21 de Dezembro. Radiação vs. hora

A figura seguinte, apresenta uma sequência da luz solar direta que entra pela Janela do espaço estudado. No caso em tela, com medidas de 1,0 metro x 1,0 metro de abertura de janela. Assim foi possível estabelecer a incidência solar direta por m^2 , para o dia 21 de junho, na superfície estudada (335°).

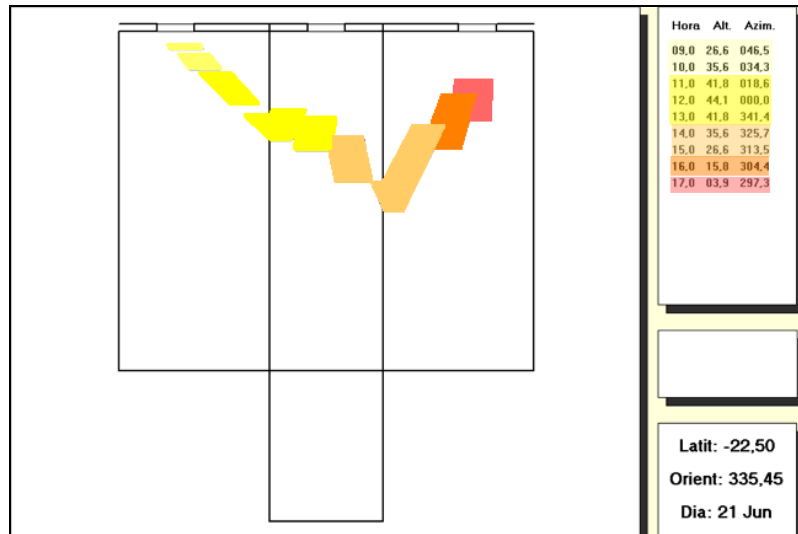


Figura 8. Luz direta – recopilação de horários 9 – 17hr

Pode-se observar através da figura acima que o sistema tem um potencial de receber luz solar direta, no plano fachada, oito (8) horas diárias, sendo que o período esta compreendido das 9:00 até as 17:00. A figura 8, apresenta a distribuição da radiação solar difusa, para um espaço interior do prédio estudado, objetivando entender as características dos espaços interiores, em contato com a fachada analisada, com relação a incidência da luz do sol.

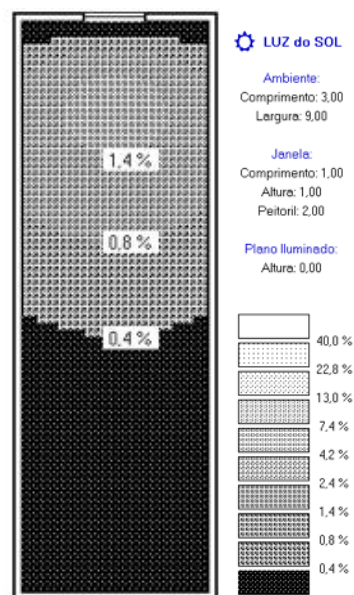


Figura 9: Distribuição da radiação difusa na área estudada.



Finalmente foi observado o volume do edifício no local de estudo, junto com os volumes mais próximos para saber o impacto das sombras sobre a fachada estudada. O prédio em estudo não recebe a sombra de nenhuma edificação adjacente. Por sua localização, ele constitui-se numa barreira solar para as outras edificações da UFF, conforme se verifica na figura 8.

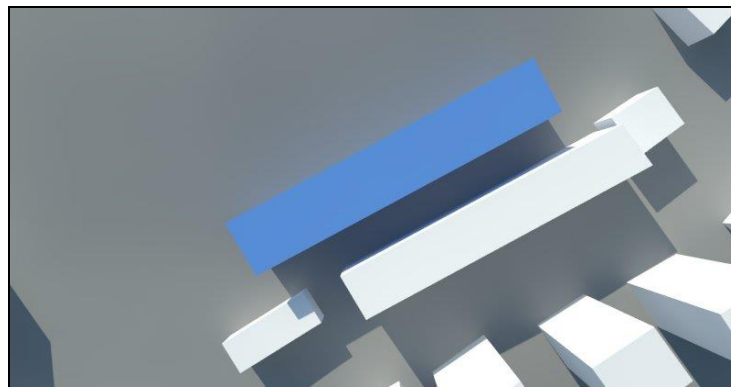


Figura 10. Sombra projetada no dia 21 de Junho, 15:00

6 Conclusões

Estas simulações comprovaram quando e como o emprego da vegetação se justifica em determinado contexto, uma vez que os requisitos para a concepção de uma edificação sustentável variam de acordo com as características do local.

Mesmo com as decisões projetuais para o prédio da Escola de Engenharia da UFF, estejam adaptadas às estratégias de PA, quanto a diminuir a exposição nas fachadas leste e oeste, a sua forma retangular, alongada no sentido leste – oeste, no sentido a incidência da luz do sol continua sendo elevada, a radiação incidente na fachada estudada continua sendo elevada, representado até um 46% do total da carga térmica no solstício de inverno, com um potencial de redução de carga térmica da fachada verde estudada de até 8689 Wh/m², diminuindo a demanda do sistema de ar condicionado.

Adicionalmente, devido a ventilação cruzada, a parede ou fachada verde, traz vantagens ambientais, ao filtrar o ar melhorando a sua qualidade, além de melhorar o conforto nos espaços interiores ao diminuir a temperatura atuando como um *brise-soleil*.

As análises feitas como relação à cobertura constataram as premissas das estratégias de arquitetura passiva para os trópicos, as quais indicam esta superfície como a que recebe



CONGRESSO NACIONAL DE
EXCELÊNCIA EM GESTÃO

ISSN 1984-9354



XII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO
& III INOVARSE – RESPONSABILIDADE SOCIAL APLICADA.

29 e 30 de setembro de 2016.

mais radiação solar, tornando-a uma excelente opção para a implantação de superfícies verdes, principalmente no verão.

Bibliografia

- ARANTES, D. **Análise do comportamento térmico de uma cobertura verde leve (CVL) e diferentes sistemas de cobertura.** Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2007.
- EMBRAPA; **Clima.** Disponível em: <
<http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>>. Acesso em: 22-01-2016
- GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa.** 1ra e 4ta edição São Paulo: Atlas, 1991 e 2008.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse preliminar de senso demográfico,** Diretoria de geociências, 2006.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010.** Disponível em: <
http://www.ibge.gov.br/webcart/tabelas.php#v_sinopse_censo2010j>. Acesso em: 25-11-2014
- KOCH-NIELSEN, H. **Stay cool: A design guide for the built environment in hot climates.** London. The Cromwell Press. 2007.
- KONYA, A. **Design primer for hot climates.** London: The Architectural Press, 1980.
- LABAKI, L., C, et al. **Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos.** Mudanças climáticas e o impacto das cidades, v.4, n.1, 2011
- LABEE. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Descrição dos softwares Analysis SOL-AR e Luz do Sol.** Disponível em: <
<http://www.labee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>>. Assim como: <
<http://www.labee.ufsc.br/downloads/softwares/luz-do-sol> Acesso em: 20-01-2014
- MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Ambiência urbana.** 3a ed. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2009.
- MINKE, G. **Techos verdes: sencillo y eficaz.** Planificación, ejecución, consejos prácticos. España: EcoHabitar, 2005.
- MOTTA, A. L. T. S. **Como Quantificar Os Efeitos de Sistemas Passivos de Refrigeração na Temperatura Ambiente.** ANAIS DA CONFERENCIA SOBRE: SISTEMAS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM GRANDES EDIFÍCIOS, v. 1, p. 23-33, 1987.
- MOTTA, A. L. T. S. **Sistemas de Refrigeração Passivos e Solar.** CADERNOS DE ARQUITETURA, UFRJ, v. 25, p. 1-65, 1984.
- OTTELÉ, M. **The Green Building Envelope: Vertical Greening.** Tese (Doutorado) - Delft University of Technology. Delft, 2011. 261p.



SEABRA, J. E.; **A vegetação no projeto de arquitetura: reflexões sobre seu uso em clima tropical quente e úmido.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ, 2013.

Social and behavior Science

THOMAS, R. & GARNHAM, T. **The environments of architecture: Environmental design in context.** Great Britain: Taylor & Francis. (2007).

TOMBAZIS A.N, PREUSS, S. A. **Design of passive solar buildings in urban areas.** Journal of Solar Energy, 2001, 70(3), 311-318.

ZAKI, W. R. M., NAWAWI A. H. & Sh. AHMAD, S. (2008). **Energy savings benefit from passive architecture,** Journal of Canada Centre of Science Education, 3, 51-63.

ZAKI, W. R. M., NAWAWI, A. H. & Sh. AHMAD, S. (2007). **Case study in passive architecture: energy savings benefit in a detached house in Malaysia,** Proceedings in the 24th Conference on Passive and Low Energy Architecture, University of Singapore.