

Estudo Sobre Conforto Térmico Em Uma Casa Flutuante Do Instituto Mamirauá Com Base No Resfriamento Do Telhado

Nayandra Carvalho da Silva¹

Maria Cecília Rosinski Lima Gomes²

Josivaldo Ferreira Modesto³

Resumo: Esta pesquisa teve por objetivo estudar a condição térmica de uma casa flutuante ecológica e avaliar uma tecnologia de melhoria do conforto térmico com base no resfriamento do telhado. A casa flutuante Amanã serviu de laboratório para pesquisa durante um ano onde a instalação de um sistema com sensores integrados foi feita para a medição de temperatura ambiente, velocidade do vento, radiação, temperatura do telhado e umidade relativa do ar. Os dados de percepção térmica foram adquiridos com um questionário respondido pelos usuários do flutuante. Com a coleta dos dados desse sistema, obteve-se como resultados que: **1)** a temperatura perto do telhado é em média 4°C mais elevada em relação à temperatura ambiente do sensor instalado na sala, cuja temperatura média foi 36°C **2)** a velocidade máxima do vento foi de 1 m.s⁻¹ em 46% dos registros (n=142) diários; **3)** com o aumento da umidade relativa do ar a temperatura ambiente é mais amena; isso aconteceu em eventos de chuva. Em relação à sensação térmica constatou-se que os usuários do flutuante (n=40) sentiam-se desconfortáveis em relação à temperatura ambiente, sendo que 58% (n=23) a consideraram inaceitável; **4)** 53% (n=21) dos questionários respondidos no horário entre 11h às 15h, a sensação térmica foi de “muito calor”. O estudo resultou em uma alternativa de melhoria do conforto térmico com a instalação de um sistema de resfriamento de telhado. Adaptações para ventilação e jardinagem promoveriam a diminuição da temperatura ambiente interna e promoção do conforto dos usuários desse flutuante.

Palavras-chave: Percepção Térmica, Adaptações, Ventilação, Sistema de resfriamento.

Abstract: The objective of this research was to study the thermal condition of an ecological floating house and to evaluate a thermal comfort improvement technology based on the cooling of the roof. The Amanã houseboat served as a research laboratory for a year where the installation of a system with integrated sensors was made for the measurement of ambient temperature, wind speed, radiation, roof temperature and relative humidity. The thermal perception data were acquired with a questionnaire answered by the floating users. With the data collection of this system, we obtained as results that: 1) the temperature near the roof is on average 4 ° C higher than the ambient temperature of the sensor installed in the room, whose average temperature was 36 ° C 2) the maximum wind speed was 1 ms⁻¹ in 46% of the records (n = 142) daily; 3) with increasing relative humidity of the air at room temperature is more enjoyable; This happened in rainy events. Regarding the thermal sensation, it was observed that the users of the floating (n = 40) felt uncomfortable in relation to the ambient temperature, and 58% (n = 23) considered it unacceptable; 4) 53% (n = 21) of the questionnaires answered between 11am and 3pm, the thermal sensation was "very hot". The study resulted in an alternative to improve thermal comfort with the installation of a roof cooling system. Adaptations for ventilation and gardening would promote the reduction of internal ambient temperature and promote the comfort of users of this floating.

¹ Mestranda em Clima e Ambiente no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Graduada em Matemática na Universidade do Estado do Amazonas. Email:nayandracarvalho10@gmail.com

² Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

³ Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

Key-words: Thermal Perception, Adaptations, Ventilation, Cooling System.

INTRODUÇÃO

Conforto térmico é a satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente; fazendo com que as trocas de calor entre a superfície e o ar ocorram sem maior esforço (FROTA et al., 2001).

As pesquisas sobre conforto térmico ganharam crédito após a Segunda Guerra Mundial e com a Revolução Industrial, onde especialistas de diversas áreas do conhecimento passaram a avaliar a produtividade dos trabalhadores, visto que um dos fatores que levavam os mesmos a baixa rentabilidade era falta de conforto em relação à temperatura (XAVIER, 2000).

Com isso, os estudos se voltaram para a produtividade dentro das fábricas. Para Ruas (1999) citado por Paula (2004), vários fatores influenciam na percepção térmica humana, haja vista que o ser humano é homeotérmico e precisa manter uma temperatura corpórea por volta de 37°C, contudo essa termorregulação demanda esforço extra fazendo com que a potencialidade no trabalho seja diminuída.

No Brasil, Lamberts e Xavier (2002) desenvolveram pesquisas sobre a relação da performance humana no trabalho com o desconforto causado pelo frio ou pelo calor e puderam concluir que as atividades intelectuais, manuais e perceptivas apresentam melhor rendimento quando realizadas em conforto térmico.

Embora, os estudos sobre conforto térmico tenham sido intensificados nos últimos anos, com o fenômeno das ilhas de calor nas grandes cidades, tais estudos não progrediram em áreas interioranas, uma vez que em áreas rurais o conforto é relacionado a produção animal (aviários e suínos) e ainda assim nesses espaços existe menor fluxo de pessoas e maior vegetação.

No contexto de sustentabilidade surgiram no mercado as telhas feitas de material de PET provenientes de garrafas de refrigerante recicladas e moídas. As telhas de PET apresentam maior resistência e vida útil, pesam um sexto das telhas de barro e podem chegar a 300 anos, contudo elas absorvem mais radiação quando comparadas a telhas feitas de outros tipos de material (INOVAÇÃO, 2013).

O Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) possui nove casas flutuantes no interior das Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Mamirauá e Amanã. Essas casas flutuantes ficam expostas a alta intensidade de radiação durante todo o dia, o que proporciona a elevação da temperatura interna e desconforto térmico de seus usuários.

Na RDS Amanã fica localizado o Flutuante Amanã, que tem capacidade para hospedar até 20 pessoas. Funciona com eletricidade gerada a partir de módulos fotovoltaicos e por este motivo torna-se inviável o uso de condicionadores de ar, devido a sua alta demanda energética. O flutuante Amanã funcionou como laboratório do presente estudo.

O objetivo dessa pesquisa foi investigar as condições ambientais e construtivas que influenciam no conforto térmico dos usuários do flutuante e propor medidas de melhoria do conforto, incluindo a experimentação de um sistema de resfriamento de telhado com potencial de replicação em outras casas flutuantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

Localizada na região do médio curso do rio Solimões, próximo à confluência com o rio Japurá, aproximadamente 650 km a oeste da cidade de Manaus. A RDS Amanã é uma das maiores áreas protegidas de floresta tropical da América do Sul, possui uma biodiversidade extensa, abrangendo florestas de várzea e terra firme (INSTITUTO, 2013).

Na RDS Amanã está localizada a primeira casa flutuante ecológica do IDSM, que serve de alojamento durante o trabalho de campo de pesquisadores e extensionistas. A construção apresenta componentes de menor impacto ambiental em comparação com as construções convencionais. Sua infraestrutura conta com a geração de energia sustentável, através da energia solar, coleta da água da chuva e cobertura feita de telhas de material reciclado de garrafas PET moídas, onde as mesmas possuem maior durabilidade e menor peso, demandando menos matéria prima para a infraestrutura de flutuação.

Coleta de dados

Para a coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar utilizou-se um sensor de vento, temperatura ambiente interna perto do telhado, temperatura externa, temperatura da telha e sensor de radiação, onde foi implantado um sistema de monitoramento de dados, inicialmente com um sensor Box (onde foram integrados os sensores de temperatura, velocidade do vento e medição de radiação) e armazenamento dos mesmos em um data logger programado para registrar informações a cada hora. Para melhor aproveitamento dos dados, durante a pesquisa foi instalado outro sensor para armazenamento dos mesmos (Fieldlogger). A Figura 1 mostra alguns sensores utilizados no flutuante.

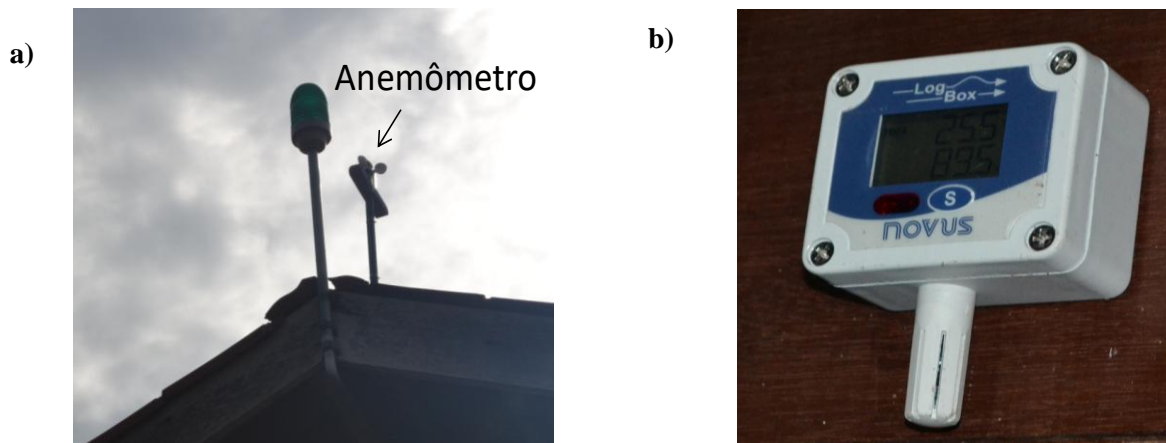


Figura 1- a) Sensor para medição da velocidade do vento no ponto mais alto do telhado, **b)** sensor de temperatura ambiente e umidade relativa do ar em uma área comum a circulação de pessoas dentro da casa.

A partir da instalação do sistema de monitoramento, os dados foram coletados a cada 15 dias, usando dois softwares instalados no computador (laptop). Os dados coletados foram importados para planilhas e posteriormente analisados.

Para verificação das condições ambientais da casa foi feita uma avaliação do local onde foram descritas as condições favoráveis e desfavoráveis do flutuante em relação ao conforto térmico como, por exemplo: tipo de telhado, se o mesmo possuía forro e se possuísse que tipo de forro era, número de usuários por quinzena, a direção do vento, quantidade e posicionamento das janelas para a circulação de ar na área comum e a vegetação do entorno.

O questionário envolvendo parâmetros de conforto térmico e sensação térmica referente ao flutuante Amanã foi elaborado a partir de um roteiro publicado pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (LABEEE, 2013). Os questionários foram respondidos voluntariamente pelos usuários do flutuante de janeiro a julho/2014, e depois de respondidos foram depositados em uma urna disposta no local. O questionário foi composto por perguntas objetivas onde os usuários responderam sobre sua sensação térmica no momento, o que preferiam estar sentindo (mais aquecido, assim mesmo, mais resfriado), o que achavam da temperatura do flutuante, qual local do flutuante consideram fazer mais calor, se existia conforto térmico no mesmo, e quando estavam lá em que local passavam a maior parte do tempo. Responderam ainda se estavam perto de janelas com abertura externa, sobre o tipo de roupa usada no momento em que respondiam o questionário e por fim assinalaram qual o nível de atividade que estavam desenvolvendo no momento.

Depois de identificadas as condições de desconforto do flutuante, o sistema de resfriamento de telhado foi instalado na cumeeira da casa, com tubulação de PVC de diâmetro $\frac{3}{4}$ e para aspersão foram usados caps (tubos) perfurados. Para o funcionamento do sistema foi retirada água do lago, através da

tubulação, com auxílio de uma bomba periférica de potência 0,5 CV e tensão 110 V. Com o intuito de evitar esvaziamento da bomba foi usada uma válvula de retenção.

O sistema funcionou da seguinte forma: ligado a partir das 10h a cada meia hora, onde o mesmo permanecia ligado por dez minutos, esse processo aconteceu durante todo o dia até às 17h. O horário de uso do sistema de resfriamento foi escolhido considerando as maiores intensidades de radiação durante o dia, que ocorrem das 10h às 17h, segundo dados do monitoramento realizado.

Para melhor funcionamento do sistema de resfriamento foi feito um laboratório de teste no IDSM perto da Biblioteca Henry Walter Bates. Para o teste utilizamos uma bomba similar a que foi deixada no flutuante, caps perfurados (diferente do que foi utilizado no sistema) e tubos de menor diâmetro (1/2”).

Com o laboratório de teste foi possível identificar os problemas que enfrentados na instalação do sistema no flutuante; sendo que com o mesmo verificou-se também qual seria o melhor tipo de cap perfurado para colocar na cumeeira da casa para que os mesmos atingissem a maior área no momento da aspersão do telhado.



Figura 2- Laboratório de Teste do Sistema de resfriamento por aspersão montado no flutuante

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do monitoramento das condições de conforto térmico estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1-Resultados gerais do monitoramento da casa flutuante

| Variável | Valores | Período (mês) | | | | | | | |
|--|---------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | nov-13 | dez-13 | jan-14 | fev-14 | mar-14 | abr-14 | mai-14 | jun-14 |
| Temperatura da telha (°C) | N | 552 | 713 | 690 | 644 | 713 | 632 | 713 | 296 |
| | Média | 33,1 | 32,7 | 31,5 | 32,0 | 32,1 | 33,5 | 32,4 | 34,1 |
| | Mínimo | 23,0 | 24,0 | 23,0 | 24,0 | 23,0 | 22,4 | 23,4 | 24,3 |
| | Máximo | 67,0 | 62,0 | 66,0 | 62,0 | 66,0 | 70 | 67,5 | 66,2 |
| Temperatura ambiente próximo a telha (°C) | N | 552 | 713 | 690 | 644 | 713 | 656 | 713 | 296 |
| | Média | 29,2 | 29,4 | 28,7 | 28,6 | 28,4 | 29,0 | 28,4 | 29,6 |
| | Mínimo | 25 | 25 | 24 | 25 | 25 | 23,5 | 24,3 | 24,9 |
| | Máximo | 37 | 37 | 36 | 35 | 36 | 39,1 | 40,1 | 39,3 |
| Temperatura interna (sala) (°C) | N | 552 | 713 | 713 | 644 | 713 | 290 | - | - |
| | Média | 28,6 | 28,8 | 28,1 | 28,0 | 27,6 | 28,8 | - | - |
| | Mínimo | 24,3 | 25 | 24 | 24,8 | 24,4 | 24,2 | - | - |
| | Máximo | 36 | 35 | 34,4 | 34,5 | 34,1 | 34,6 | - | - |
| Radiação global acumulada diária (W/m ² .dia) | N | 552 | 713 | 712 | 644 | 713 | 656 | 713 | 296 |
| | Média | 4222 | 3868 | 3695 | 3956 | 3813 | 4306 | 4151 | 4729 |
| | Mínimo | 1127 | 1738 | 878 | 2036 | 1125 | 882 | 729 | 2742 |
| | Máximo | 5693 | 5058 | 5624 | 5339 | 6367 | 6677 | 7020 | 5851 |
| Umidade relativa do ar (sala) (%) | N | 552 | 713 | 713 | 644 | 713 | 266 | - | - |
| | Média | 82,7 | 83,9 | 83,9 | 85,1 | 86,5 | 83,2 | - | - |
| | Mínimo | 53,6 | 59,8 | 57,3 | 61,3 | 60,2 | 55,1 | - | - |
| | Máximo | 93,5 | 94,5 | 94,3 | 94,1 | 95,9 | 94 | - | - |
| Velocidade máxima do vento diária (m/s) | N | 23 | 31 | 31 | 28 | 31 | 12 | - | - |
| | Média | 1,7 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | - | - |
| | Mínimo | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| | Máximo | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | - | - |
| Temperatura externa (°C) | N | - | - | - | - | - | 390 | 713 | 296 |
| | Média | - | - | - | - | - | 27,3 | 27,2 | 28,3 |
| | Mínimo | - | - | - | - | - | 23,3 | 23,8 | 24,6 |
| | Máximo | - | - | - | - | - | 34 | 34,5 | 33,7 |

Obs.: A temperatura externa foi medida somente a partir de abril/14; não foi possível coletar alguns dados a partir de maio devido a problemas no equipamento e software.

Os valores destacados na Tabela 1 mostram as máximas de temperatura, umidade e radiação; com os valores observou-se que boa parte do ano as temperaturas da casa são altas, com o monitoramento da temperatura externa e comparando com a interna, pode-se perceber a variação da temperatura nesses locais. Assim, fica evidente que dentro da casa os valores são mais elevados, uma vez que o telhado influencia na temperatura ambiente. Por comunicação pessoal com os usuários das casas flutuantes do IDSM os mesmos afirmaram sentir mais calor nas casas cuja construção é de telha de PET.

A Figura 3 mostra o monitoramento dos sensores de temperatura e umidade relativa do ar colocados no flutuante ao longo de seis meses.

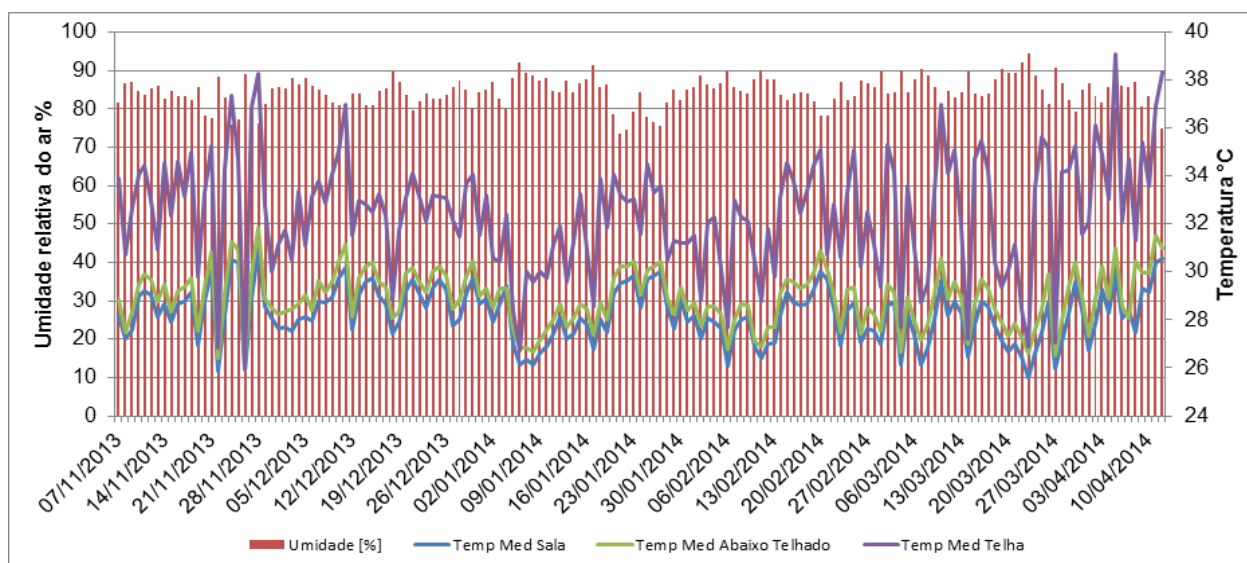


Figura 3- Variação de umidade e temperatura no período de seis meses

Na figura acima observou-se que o aumento da temperatura da telha durante o dia é influenciada pela radiação que resulta no aumento de temperatura ambiente.

Comparando a Tabela 1 com a Figura 3 verificou-se que a temperatura interna do flutuante está diretamente relacionada a temperatura que a telha alcança durante o dia. Nas épocas do ano onde a intensidade de radiação é mais elevada a temperatura da telha é aumentada, por conseguinte, a temperatura ambiente interna próximo ao telhado também acresce resultando na sensação de desconforto térmico no interior da casa.

Obteve-se como resultado que: nas horas do dia onde a radiação não é tão elevada a temperatura ambiente tende a amenizar, e a temperatura da telha chega a ser menor que a ambiente. Nos dias ensolarados onde a temperatura da casa é alta a temperatura dentro do flutuante é conservada (temperatura próximo ao telhado de 30°C) até a madrugada o que resultada no desconforto térmico dentro da casa; isso acontece ainda devido a ventilação insuficiente dos cômodos haja vista que com o sensor de velocidade do vento foi ratificado que na maior parte do tempo a velocidade do vento foi de no máximo 1 m.s^{-1} em 46% dos registros ($n=142$) diários.

A temperatura interna diminui nas primeiras horas da madrugada. Quando os índices de radiação são elevados, a temperatura dentro da edificação é mais elevada – isso pôde ser refutado com os dados de monitoramento e do questionário – a temperatura dentro da casa flutuante Amanã chega a ser em média de 37°C em dias de calor intenso.

Segundo Freitas (2014), o clima que prevalece na região onde a casa esta localizada é equatorial úmido característico pela sua elevada temperatura e grande volume de chuvas durante todo o ano, contudo característico por invernos mais secos e verões mais chuvosos, resultado de um sistema de monções da região Amazônica.

A umidade relativa do ar permanece na maior parte do dia alta, em média de 84% (dado do monitoramento com o sensor de umidade relativa e temperatura ambiente instalado no flutuante), e comparado com esses dados o índice de calor humano chega a ser de 56°C, sendo mais uma das causas de desconforto térmico dos usuários do flutuante.

Com os questionários de sensação térmica (n=40), foi possível verificar que os usuários do flutuante sentem-se desconfortáveis em relação à temperatura ambiente, sendo que em 58% (n=23) dos questionários respondidos a consideraram inaceitável. Em 63% (n=10) dos questionários respondidos no horário entre 11h às 15h, a sensação térmica foi de “muito calor”. Foi verificado ainda nesse horário que em 88% (n=14) dos questionários respondidos os usuários do flutuante afirmaram não haver conforto térmico no mesmo, esse resultado confirma, que a alta temperatura que permanece na casa em dias de intensa radiação (o período em que a pesquisa foi realizada), causa o desconforto dos usuários. Os dados de radiação e temperatura podem ser vistos na Figura 4 e a comparação entre as variáveis na Figura 5.

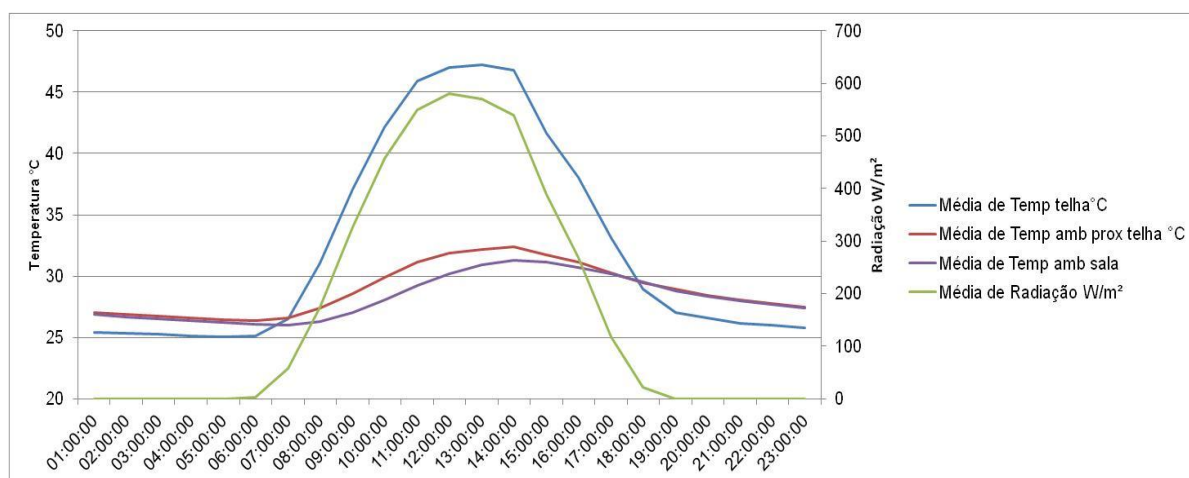


Figura 4- Médias de temperatura e radiação no período de seis meses de monitoramento

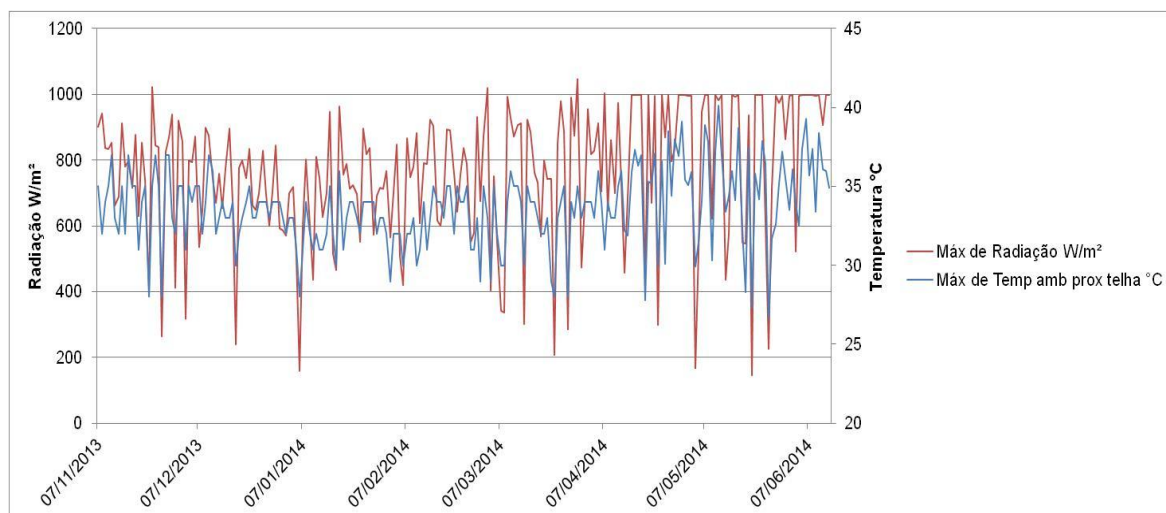


Figura 5- Comparação de temperatura ambiente e radiação no período de oito meses

Os resultados dos questionários foram compatíveis com as condições ambientais e estruturais do flutuante observadas. Estudos similares revelam que sensação de calor é maior quando as condições ambientais da edificação são desfavoráveis ao conforto térmico (SILVA, 2012).

Com os dados da apresentados na Figura 4 observou-se que a radiação influencia na temperatura ambiente, uma vez que o calor é passado do telhado para o ambiente interno, isso resulta na sensação de calor alta dentro da casa. Na Figura 5 é possível observar que a radiação máxima influenciou na temperatura ambiente próximo ao telhado e com os dados do monitoramento constatou-se que essa temperatura não é diferente na sala.

Outro fator analisado foi as condições estruturais da casa flutuante, cuja edificação está localizada na porção final do lago Amanã e a vegetação fica distante do flutuante, o que agrava a sensação de desconforto dos usuários dentro da casa. Silva Jr. (2012) afirma que a vegetação do entorno influencia no processo de sensação de conforto em relação à temperatura, sendo que em áreas vegetadas a temperatura ambiente tende a ser mais amena pelo fato da vegetação interceptar os raios solares impedindo que os mesmos atinjam a superfície reduzindo o aquecimento do local.

Ainda sobre a vegetação do entorno, Nascimento (2005) descreve que a mesma contribui na umidificação e resfriamento do ambiente, contribuindo no processo de evapotranspiração dos seres vivos.

Em relação a direção predominante do vento constatou-se com a avaliação inicial que é no sentido Leste-Oeste, o que favorece somente a circulação de ar na sala e cozinha. Além disso, nestas áreas existem três janelas, que influenciam na melhor condição de ventilação. É importante lembrar que a fachada do flutuante está ao norte, onde existe maior incidência de radiação.

Com os dados dos sensores a temperatura abaixo do telhado é maior que a temperatura da sala, e quando a umidade relativa do ar é mais elevada a temperatura ambiente é mais amena, isso se dá

com a ocorrência de chuvas. Silva Jr. (2012), relata que quando a umidade relativa é alta e a temperatura também, os entrevistados demonstraram a insatisfação quanto ao conforto térmico, já que o mesmo afirma que a perda de calor é menos eficiente nessas condições ambientais.

Em média, a temperatura abaixo do telhado é 4°C mais elevada em comparação com a temperatura ambiente do sensor instalado na sala e a mesma influencia na sensação de calor dentro da casa. Novaes (2014) afirma que cerca de 93% do calor que entra na edificação é proveniente do telhado, sendo uma das principais causas de desconforto dos moradores das casas. Assim, com os dados do monitoramento foi possível ratificar que tal fato acontece na casa Flutuante Amanã.

Sistema de resfriamento de telhado por aspersão

Os dados do resfriamento estão expostos na Figura 6.

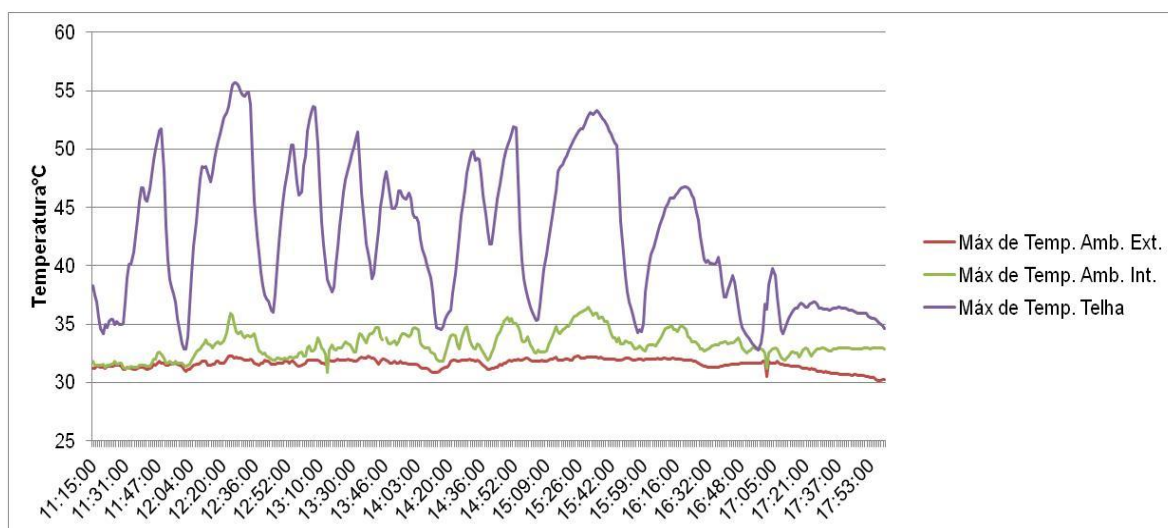


Figura 6- Dados de variação de temperatura no dia em que o sistema de resfriamento de telhado foi instalado no flutuante

Com a instalação do sistema de resfriamento de telhado no flutuante verificamos que a temperatura da telha cai rapidamente, porém, logo após a aspersão volta a aquecer-se com facilidade. A partir da instalação do sistema, foi identificado que quando estava ligado o calor retido na telha (que a literatura chama de calor sensível), se transforma em calor latente, e a evaporação da água do telhado promove a perda de temperatura local, ou seja, a telha perde calor, amenizando a temperatura ambiente.

Nascimento (2005) em seus resultados com um experimento de gotejamento de água em telhas de barro e de fibrocimento percebeu que nos intervalos em que o gotejamento era feito a temperatura da telha tendia a diminuir, contudo subia facilmente, indicando que a radiação influencia nesse processo de elevação de temperatura do telhado.

O resultado do experimento por aspersão foi de que a temperatura da telha se estabiliza com certo grau, provavelmente até a evaporação da água do telhado, e a absorção do calor transforma-se em vapor.

O processo de refrigeração evaporativa consiste em retirar calor do ambiente através da evaporação da água. O sistema no flutuante visou expressivamente essa perda de calor do telhado e amenização da temperatura interna da casa flutuante. Os dados estão apresentados na Figura 7.

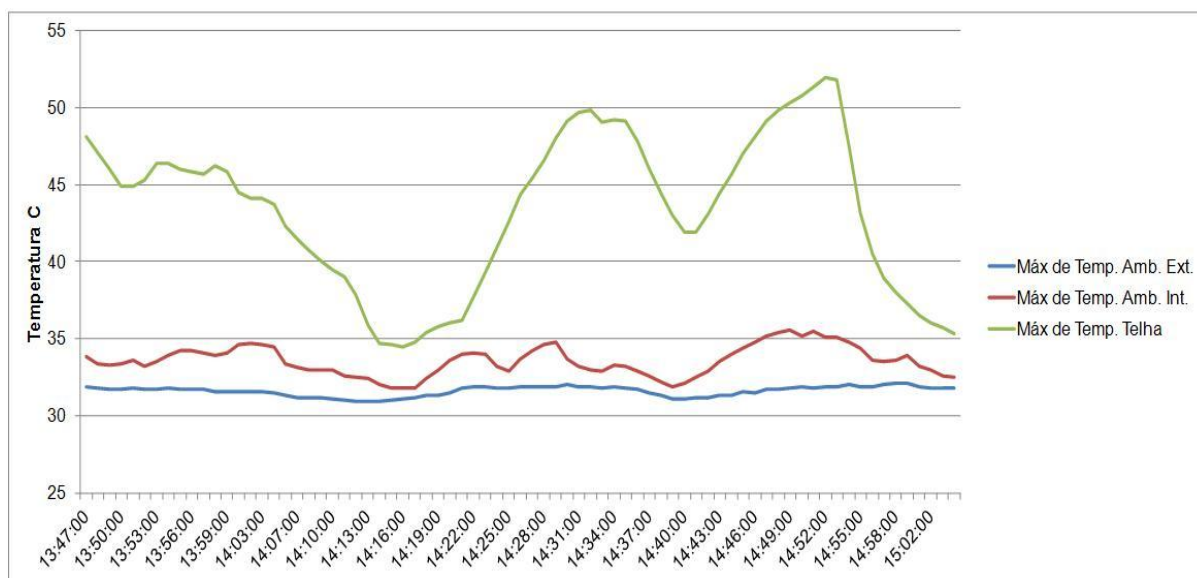


Figura 7- Variação das máximas de temperatura com o sistema de resfriamento nos horários de maior radiação.

Com a instalação do sistema de resfriamento houve amenização da temperatura interna, uma vez que o sistema foi ligado durante todo o dia, com isso percebeu-se que dentro da casa houve a diminuição da temperatura. Diante disso, o sistema foi eficiente e é possível de ser instalado nas demais casas flutuantes do Instituto Mamirauá.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos nos questionários foram compatíveis com os resultados do monitoramento de variáveis ambientais de temperatura no flutuante, sendo que as condições ambientais e de conforto térmico foram desfavoráveis aos usuários do flutuante. Verificou-se que a temperatura média ambiente dos sensores deixados no flutuante é de 37°C, sendo a causa do desconforto dos usuários do mesmo.

Foi constatado que a umidade relativa do ar e a temperatura ambiente permanecem na maior parte do dia altas, isso causa um índice de calor maior que 51°C. Também um dos motivos de desconforto no flutuante.

Com o sistema de resfriamento de telhado percebeu-se que a evaporação da água do telhado influenciou na temperatura interna, cuja diminuição da temperatura da telha foi observada, e a temperatura ambiente acompanhou a mesma.

Recomenda-se com a pesquisa formas de melhorar as condições ambientais dos flutuantes, bem como a abertura de uma janela para entrada do vento, ou o uso de um sistema de exaustão, assim como a alteração da posição do flutuante cuja fachada é ao norte e onde a incidência de radiação é maior. Recomenda-se ainda colocar o flutuante mais perto da vegetação, isso seria uma das maneiras de amenizar a temperatura interna do mesmo. Recomenda-se também a continuação do estudo na época de “verão amazônico” para fazer uma comparação com os dados coletados na época do ano onde as temperaturas estão mais amenas, bem como, verificar a eficácia do sistema de resfriamento que foi apresentado no trabalho.

De tudo que foi exposto, podemos concluir que o sistema de resfriamento de telhado foi uma alternativa de conforto térmico para os usuários da casa flutuante ecológica Amanã e o mesmo é possível de ser utilizado em demais casas flutuantes da região.

Para próximas pesquisas, recomenda-se a variação do tempo de aspersão, buscando otimização do uso da bomba e do resfriamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FREITAS, Eduardo. **A vegetação e o clima da região norte**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/brasil/a-vegetacao-clima-regiao-norte.htm>>. Acesso em: 09/07/2014.

FROTA, Anésia Barros e Schiffer, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Casa flutuante ecológica servirá como laboratório na Amazônia**. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=casa-flutuante-ecologica-servira-como-laboratorio-amazonia&id=010125090701>>. Acesso em: 22/11/13.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ. **Amanã: reserva de desenvolvimento sustentável**. Tefé, AM: IDSM, 2013. Disponível em: <<http://www.mamiraua.org.br/pt-br/reservas/amana/>>. Acesso em: 21/11/2013.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Roteiro para o Trabalho de Conforto Térmico**. Florianópolis: UFSC, [S.d.]. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Roteiro%20para%20o%20trabalho%20de%20conforto.pdf>>. Acesso em: 10/12/2013.

LAMBERTS, Roberto e XAVIER, Antônio Augusto de Paula. **Conforto Térmico e Stress Térmico**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. 109p. Disponível em: <<http://dec.ufms.br/lade/docs/cft/ap-labeee.pdf>>. Acesso em: 22/11/13.

NASCIMENTO, Gustavo Rosas. **Refrigeração evaporativa de telhados por meio de gotejamento de água: experimento em bancada de testes**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). UFSCar, 2005.

NOVAES, Miriam Morata. **Ecotelhado**. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/ecotelhado>>. Acesso em: 08/08/14.

PAULA, Roberta Zakia Rigitano de. **A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído**. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2004. 100p. Tese (Mestrado).

PERROTA, Antonio N. **Conforto Térmico em Edificações Sustentáveis: Estudo de Caso do Prédio Central e Laboratórios da Ampliação do Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello – CENPES/ PETROBRAS**. Rio de Janeiro. 2011. 156 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, programa de engenharia urbana.

RUAS, Álvaro César. **Avaliação de conforto térmico contribuição à aplicação prática das normas internacionais**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

SILVA Jr., João de Athaydes et al. **Análise da Distribuição Espacial do Conforto Térmico na Cidade de Belém, PA no Período Menos Chuvoso**. Revista Brasileira de Geografia Física. V.2. p. 218-232, 2012.

_____. **Relações entre as percepções térmicas e índices de conforto térmico dos habitantes de uma cidade tropical na Amazônia Oriental**. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, p. 395-407, 2012.

XAVIER, Antonio Augusto de Paula. **Predição de Conforto Térmico em ambientes internos com atividades sedentárias- Teoria física aliada a estudos de campo**. Florianópolis, 2000. 251p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.