AVALIAÇÃO TÉRMICA DE AMBIENTES VENTILADOS NATURALMENTE

Alice de Oliveira Pinheiro (1); Juliana Dalcin Lubiana (2); Edna Aparecida Nico Rodrigues (3)

(1) Arquiteta e Urbanista, aliceopinheiro@gmail.com, Universidade Federal do Espírito Santo, Laboratório de Planejamento e Projetos, (27)4009 2581
(2) Arquiteta e Urbanista, julianalubiana01@hotmail.com, Universidade Federal do Espírito Santo, Laboratório de Planejamento e Projetos, (27)4009 2581
(3) Doutora, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação, Laboratório de Planejamento e Projetos, Universidade Federal do Espírito Santo, edna.rodrigues@ufes.br, Vitória, ES, (27)4009 2581.

RESUMO

Os gastos com energia elétrica nas edificações encontram-se cada vez maiores, ocasionados dentre outros fatores, pelo projeto arquitetônico, o qual em inúmeros casos, não considera a situação climática do sítio, resultando em edifícios ineficientes e dependentes de sistemas de climatização artificiais, elevando o consumo energético. A pesquisa teve como objetivo analisar o desempenho térmico de edificações residências ventiladas naturalmente, localizadas na mesma região climática, com tipologias de janelas diferentes. Os dados foram obtidos e registrados com auxílio de um anemômetro conectado a um computador. Foram realizadas 4 etapas metodológicas: escolha das edificações para a realização das medições; calendário de medição; seleção do anemômetro; e os critérios de avaliação das normativas. As medições determinaram que as temperaturas do ar na residência 2 (edificação multifamiliar, com abertura sem ventilação permanente) foram mais elevadas que na residência 1 (edificação unifamiliar, com abertura para ventilação permanente). Os resultados obtidos para a umidade nas 4 medições realizadas, mantiveram-se dentro do limite estabelecido. Já a velocidade do ar não atingiu o mínimo estabelecido para conforto em nenhuma medição. Os resultados afirmam a norma brasileira sobre o uso de aberturas que permitam a ventilação permanente em especial, para ambientes que ficam fechados o dia todo e por falta de renovação do ar, acabam por ter sua temperatura elevada.

Palavras-chave: Conforto térmico, Método de medição, Ventilação natural, Desempenho térmico.

ABSTRACT

Expenditures on electricity in buildings are increasing, caused, among other factors, by the architectural design, which in many cases does not consider the climatic situation of the site, resulting in inefficient buildings dependent on artificial air conditioning systems, increasing energy consumption. The research aimed to analyze the thermal performance of naturally ventilated residential buildings, located in the same climatic region, with different types of windows. Data were obtained and recorded with the aid of an anemometer connected to a computer. Four methodological steps were carried out: choice of buildings to carry out the measurements; measurement calendar; anemometer selection; and the criteria for evaluating the regulations. The measurements determined that the air temperatures in House 2 (multi-family building, with opening without permanent ventilation) were higher than in House 1 (single-family building, with opening for permanent ventilation). The results obtained for moisture in the 4 measurements carried out remained within the established limit. The air velocity did not reach the established minimum for comfort in any measurement. The results confirm the Brazilian norm on the use of openings that allow permanent ventilation, especially for environments that are closed all day and, due to a lack of air renewal, end up having their temperature elevated.

Keywords: Thermal comfort, Measurement method, Natural ventilation, Thermal performance.

1. INTRODUÇÃO

No campo da arquitetura, entende-se eficiência energética como um fator inerente ao edifício, com potencial de atribuir conforto térmico, acústico e visual aos ocupantes sem exigir um elevado consumo energético. Com isso, LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, (2014) concluem que uma edificação se torna eficiente energeticamente quando consegue proporcionar sensação de conforto a seus usuários com baixo consumo de energia.

Ressalta-se a importância do desenvolvimento de pesquisas que demostrem quais as atitudes a serem tomadas na concepção do projeto arquitetônico que auxiliem na obtenção de um edifício energeticamente eficiente, analisando também os princípios ditados pela normalização brasileira acerca do tema, sendo o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) e a NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021 - atualizações) duas das normas que tratam acerca de técnicas, parâmetros e requisitos sobre desempenho, climatização e iluminação natural. A redução do consumo de energia em edificações e os referenciais de conforto térmico em ambientes não climatizados vem sendo foco de pesquisas em muitos países, tendo como referência o conforto adaptativo.

Barbosa et al. (2019) ressaltam que a inquietação referente ao desempenho das edificações por meio do cumprimento de normas técnicas ou até mesmo pela utilização de medidas favoráveis ao conforto dos usuários, instigou o interesse no estudo de parâmetros construtivos e ambientais das edificações. Devido a isso, a análise de ambientes, mesmo que muitas vezes sejam semelhantes em seus métodos, técnicas e características construtivas, possuem divergências no modo como são ocupados por seus usuários, fazendo-se pertinente para a busca de novas soluções que atendam às demandas de eficiência e sustentabilidade.

De acordo com França, Silva e Carlo (2019) o desempenho térmico de edifícios que não utilizam energia elétrica como forma de obter conforto, também conhecido como condicionamento passivo, emprega variáveis ambientais de conforto térmico que podem ser estimadas por meio de simulações acerca do desempenho de edificações. Atualmente a discussão sobre métodos construtivos que sejam eficientes energeticamente vem crescendo, e dentre os recursos disponíveis, a ventilação natural se sobressai como importante alternativa na obtenção de condicionamento passivo.

A NBR 15.575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021, atualizações) estabelece 3 métodos para avaliação do desempenho de uma edificação, são eles, simulação, método prescritivo e medição, sendo este último adotado nesta pesquisa. O método de medição tem por finalidade a obtenção de valores afim de quantificar o desempenho da edificação de acordo com as diretrizes estabelecidas pela normativa.

O ambiente térmico humano é influenciado por quatro parâmetros ambientais internos primários (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do vento e umidade relativa do ar), além de dois parâmetros pessoais (produção de calor metabólico e isolamento de roupas) (WANH, et al., 2018). De acordo com Nico-Rodrigues et al. (2015) variáveis climáticas como velocidade do ar, umidade relativa do ar, temperatura do ar e insolação interferem no alcance do conforto térmico dos usuários. A determinação de ambientes confortáveis termicamente para o usuário é importante e pode ser alcançada com a atribuição de diretrizes que considerem o usuário com o mesmo nível de importância dado ao clima.

Para Toledo (1999), apud Monteiro (2006), existe uma diferença na importância da ventilação em estações frias e quentes. Em áreas de clima frio, somente as taxas mínimas são consideradas nos cálculos de renovação do ar, pois a ventilação é importante somente para conservar a qualidade do ar. Contudo, em áreas onde o clima é quente, as taxas de renovação do ar são altamente superiores as taxas recomendas em clima frio, isso ocorre devido a importância da ventilação para melhorar a qualidade do ar em climas com altas temperaturas.

Segundo Lamberts, Dutra, Pereira (2014) com o aumento da ventilação mecânica, a ventilação natural foi subutilizada na obtenção do conforto térmico nos ambientes de saúde, contudo esta é uma das estratégias bioclimáticas mais eficientes em regiões de clima quente e úmido. Segundo Allard (1998) apud Monteiro (2006), a edificação deve ser projetada conjuntamente com o seu sistema de ventilação natural, pois é a própria edificação com seus elementos que podem influenciar no movimento do ar agindo de forma direta no resfriamento ou aquecimento interno, ou também no controle da parcela de poluentes que entra no ambiente interno.

Corbella e Yannas (2003) destacam que em regiões tropicais, como o caso do Brasil, os edifícios devem ser permeáveis, para assim permitir a ventilação natural de seu interior, beneficiando o conforto térmico. Lamberts, Dutra e Pereira (2014) afirmam que a localização e o posicionamento das aberturas influenciam na quantidade e intensidade da ventilação cruzada no ambiente.

Em países em desenvolvimento, como o Brasil, a obtenção de conforto térmico pelo uso de aparelhos de ar condicionado não se apresenta como uma alternativa concreta para a maioria das pessoas, sendo a

ventilação natural o único método possível. Contudo, observa-se que, embora a ventilação seja uma estratégia frequentemente apontada como a mais eficiente para se obter conforto nos climas tropicais, esta não vem sendo aproveitada como forma de se obter ambientes termicamente confortáveis e com maior eficiência energética (CÂNDIDO, 2006).

D'ell Santo; Alvarez e Nico-Rodrigues (2013) concluem que com o aumento de pesquisas em ambientes ventilados naturalmente, principalmente nos países de clima tropical, tem se notado um aumento na preocupação acerca da concepção de edificações que possibilitem o uso intensificado dos métodos de ventilação natural como forma de condicionamento térmico. Segundo Schiller (1988) apud QUADROS (2008), a atuação das características do ambiente térmico nos seres humanos é estudada por meio de experimentos de campo em diversos locais desde 1980. As características do ar interno dependem diretamente da qualidade do ar no ambiente externo, mas, também, podem ser afetadas pelas atividades realizadas dentro das edificações, como fumo e a cocção de alimentos, o aquecimento de ar e água, e até mesmo os materiais de construção e mobília (QUADROS, 2008). Algumas vantagens da ventilação natural são a melhoria da qualidade do ar interno, melhoria do conforto térmico, além de diminuir os gastos com energia para resfriamento interno, portanto diminuindo o CO^2 lançado na atmosfera (GOBBI; SANTOS; ROLA, 2019).

2. OBJETIVO

A pesquisa analisou o desempenho térmico de ambientes ventilados naturalmente, em edificações residenciais, localizadas na mesma região climática, utilizando tipologias de janelas diferentes. Com intuito de registrar e comparar foram obtidos dados por meio de medições com o auxílio de um anemômetro.

3. MÉTODO

O método empregado utiliza um modelo de pesquisa baseado em dados coletados por aparelhos de medição, que visam quantificar o conforto térmico do usuário em ambientes internos ventilados naturalmente considerando a influência da rotina do usuário. As etapas da metodologia foram divididas em 4, sendo elas: escolha das edificações; seleção dos aparelhos que se enquadram-se nas características da pesquisa, sendo a principal delas a independência das medições, sem a necessidades de serem realizadas manualmente; definição do período de medição que proporcionasse comparativos entre os dois ambientes selecionados; e definição dos parâmetros definidos pela ARSHRE 55.

3.1. Escolha das edificações

Foram selecionadas duas residências em dois bairros distintos, na mesma região climática e com características espaciais e tipologias de janelas diferentes.

Residência 1: tipologia unifamiliar, localizada no município de Cariacica - ES (Figura 1A) e com detalhes do entorno (Figura 1B), com divisão espacial demonstrada na Figura 1C e características apresentada no Quadro 1.

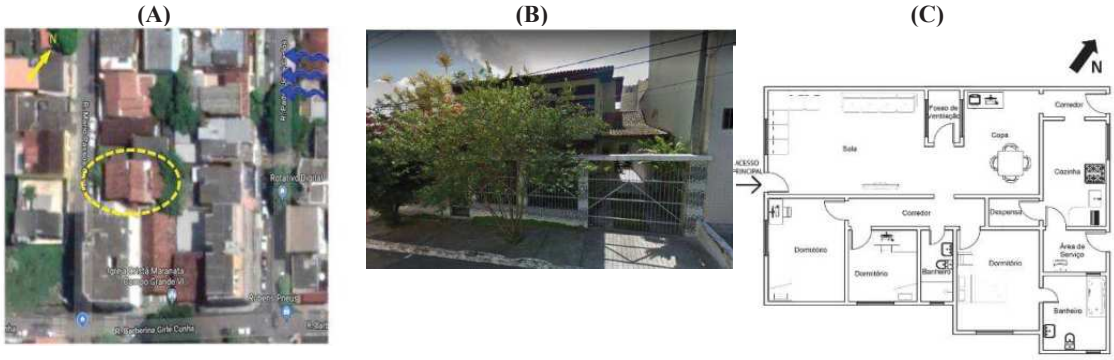


Figura 1 - (A) Entorno imediato da residência 1 (demarcado em amarelo) e as direções do vento (em azul); (B) Foto da fachada da edificação; (C) Planta da residência 1. Fonte: (A) adaptado do GOOGLE MAPS, (2019) e (B) GOOGLE STREET VIEW, (2019).

Quadro 1 – Característica da residência 1.

Localização	
Município	Cariacica - ES
Rua	Mário Passos Costa, nº 47
Bairro	Campo Grande
Região climática	Tropical Atlântico
Características	
Casa unifamiliar	Entrada orientada a sudoeste, um quarto com orientação a sudoeste e dois a sudeste, fosso de iluminação e ventilação para a copa e a sala, cozinha e área de serviço com aberturas para o quintal com orientação para nordeste
Pavimento	2 andares
Revestimento externo	Pintura de cor clara
Entorno	O terreno é bem arborizado, existe um prédio alto que faz divisa com o lote, mas no geral são casas baixas de até três pavimentos
Janelas	Janela com duas folhas em vidro moveis, duas venezianas estanques moveis e 2 venezianas estanques fixas 50% de abertura e 50% de iluminação

Residência 2: tipologia multifamiliar, localizada no município de Vitória - ES (Figura 3A) e com detalhes do entorno (Figura 2B), com divisão espacial demonstrada na Figura 2C e características apresentada no Quadro 2.



Figura 2: (A) Entorno imediato da residência 2 (demarcado em amarelo) e as direções do vento (em azul); (B) Visuais da rua; e (C) Planta da residência 2. Fonte: (A) adaptado do GOOGLE MAPS, (2019) e (B) GOOGLE STREET VIEW, (2019).

Quadro 2 – Característica da residência 2 para avaliação do desempenho térmico.

Localização	
Município	Vitória - ES
Rua	José Neves Cyprestes, nº118
Bairro	Jardim da Penha
Região Climática	Tropical Atlântico
Características	
Apartamento	Varanda orientada a oeste com entrada pela sala, dois quartos um com orientação a oeste e outro a leste, cozinha sem janelas para o exterior.
Pavimento	2º andar
Apartamentos por andar	4
Revestimento Externo	Pintura clara com detalhes em pintura escura
Entorno	Edificações com até 5 pavimentos e ruas arborizadas
Janelas	Porta sacada de correr com duas folhas de vidro 50% de abertura e 50% de iluminação

3.2. Calendário de medições

Foi previsto um período de medições para o mês de maio, junho e julho de 2019, para obtenção de dados horários de temperatura operativa, velocidade do ar e umidade relativa do ar. As medições ocorressem em semanas intercaladas, em decorrência da autonomia do aparelho e definiu-se que seriam de sábado a terça feira, pois assim teríamos dias da semana com ocupação durante maior parte do período e dias com menor ocupação. As medições começaram e terminaram sempre as 8 horas da manhã e foram feitas no ambiente sala.

No decorrer das medições, um dos aparelhos apresentou problemas técnicos e o período foi modificado. Começando no dia 18 de maio de 2019 e terminando no dia 23 de julho de 2019 (Tabela 1), as medições continuaram com as mesmas rotinas mencionadas anteriormente.

Tabela 2 – Dias das medições em cada mês.

	Medição 1	Medição 2	Medição 3	Medição 4
Meses	Maio	Junho	Julho	julho
Dias	18	1	6	27
	19	2	7	28
	20	3	8	29
	21	4	9	30

3.3. Seleção dos aparelhos e localização nos ambientes

O aparelho selecionado foi um termo-higroanemômetro com sonda externa, de nomeAK50 e possui duas formas de funcionamento. A primeira, com o aparelho de mão, registra médias manualmente de temperatura (ºC), velocidade do ar (m/s) e umidade relativa do ar (%) e a segunda, com um software que permite programar o instrumento de forma a registrar médias automaticamente, em intervalos de tempo pré-determinados, das variáveis já citadas.

As medições foram realizadas em 3 dias consecutivos com o instrumento de medição conectado a um computador. O padrão do aparelho são medições de 5 em 5 segundos, porém foi alterado para ser de 1 em 1 hora.

O aparelho foi colocado na residência 1 próximo a janela (Figura 3), na ambiente copa sobre uma bancada de altura aproximadamente de 0.75cm. O aparelho sofreu interferência da abertura e fechamento da janela, bem como a utilização do ambiente pelos moradores. Na residência 2, o aparelho foi colocado no ambiente sala (Figura 4), sobre a mesa de jantar, com altura de aproximadamente 0.75cm. Os aparelhos registraram as alterações relacionadas a temperatura do ar (ºC), umidade relativa do ar (%) e velocidade do ar (m/s) de acordo com as atitudes dos moradores.



Figura 3 – Residência 1 – aparelho próximo a janela, sobre a bancada.



Figura 4 – Residência 2 – aparelho sobre a mesa de jantar.

3.4. Critérios de Análise

Segundo Nico-Rodrigues (2015) o verão e a primavera da capital Vitória/ES apresentam temperaturas elevadas, surgindo a necessidade de propostas para mitigar o desconforto térmico causado pelas condições climáticas nas estações citadas. O gráfico de conforto adaptativo definido pela ASHRAE – 55 (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS 55, 2014) apresenta aceitabilidade entre 80%, adequado para condições médias, e 90% apropriado a condições mais elevadas de conforto térmico (Figura 5). O modelo limita a variação de temperatura operativa de acordo com a temperatura externa que deve ser entre 10ºC a 33,5ºC. Fica impossibilitada a utilização do modelo em ambientes ventilados naturalmente caso a temperatura externa saia do intervalor descrito. Para análise dos dados coletados será utilizado o intervalo entre o limite máximo e mínimo de temperatura de conforto proposto pela ASHRAE – 55 (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS 55, 2014), com aceitabilidade de 90%.

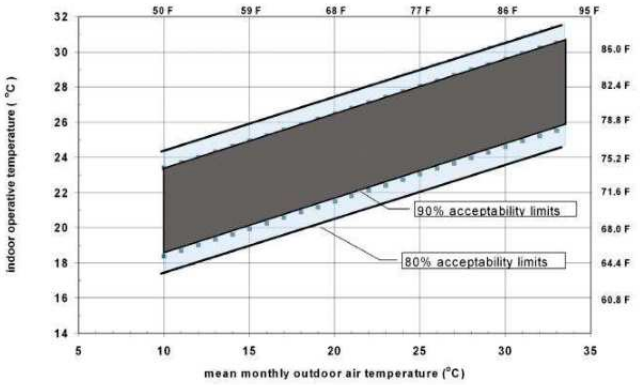


Figura 5 – Modelo de conforto adaptativo. Fonte: AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS 55, (2014).

A carta psicrométrica de Vitória demonstra que entre 50% e 80% de umidade relativa do ar é o ideal para atingir situações mínimas de conforto térmico em ambientes ventilados naturalmente (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014). A área que demonstra o conforto térmico obtido é a que corresponde a poligonal em azul claro na carta psicrométrica. Este intervalo mencionado anteriormente está relacionado a temperatura média para a cidade de Vitória e arredores (Figura 6).

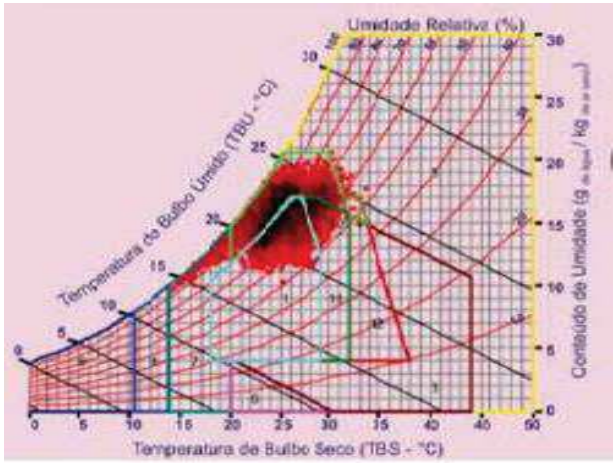


Figura 6 – Carta psicrométrica de Vitória. Fonte: Lamberts; Dutra; Pereira, (2014).

Segundo Nicol (2004) apud CÂNDIDO (2006) a velocidade máxima de ar considerada como aceitável pode variar de 0,5 a 2,5 m/s que se limita a problemas como voo de papeis e desarranjo de penteados, e não com exigências fisiológicas para conforto dos ocupantes. Contudo, Hien e Tanamas (2002) apud CÂNDIDO, (2006) para climas quentes e úmidos a velocidade do vento pode atingir até 3,0 m/s, sendo que o conforto térmico será superado pelo desconforto prático de voo de papeis. O gráfico (Figura 7) demostra como a temperatura de conforto pode ter um aumento com a entrada de ventilação natural no ambiente.

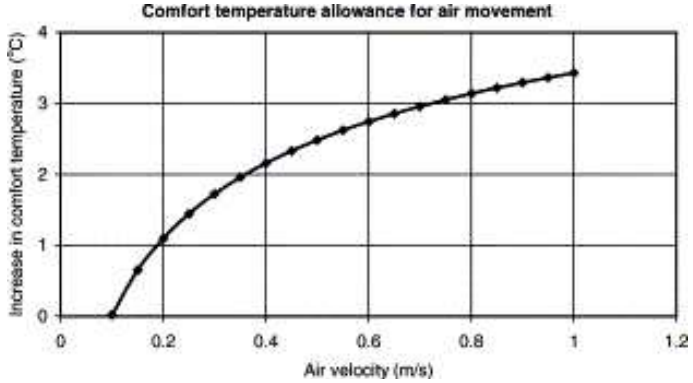


Figura 7 – Tolerância de temperatura de conforto para ventilação de ar. Fonte: Nicol, (2004).

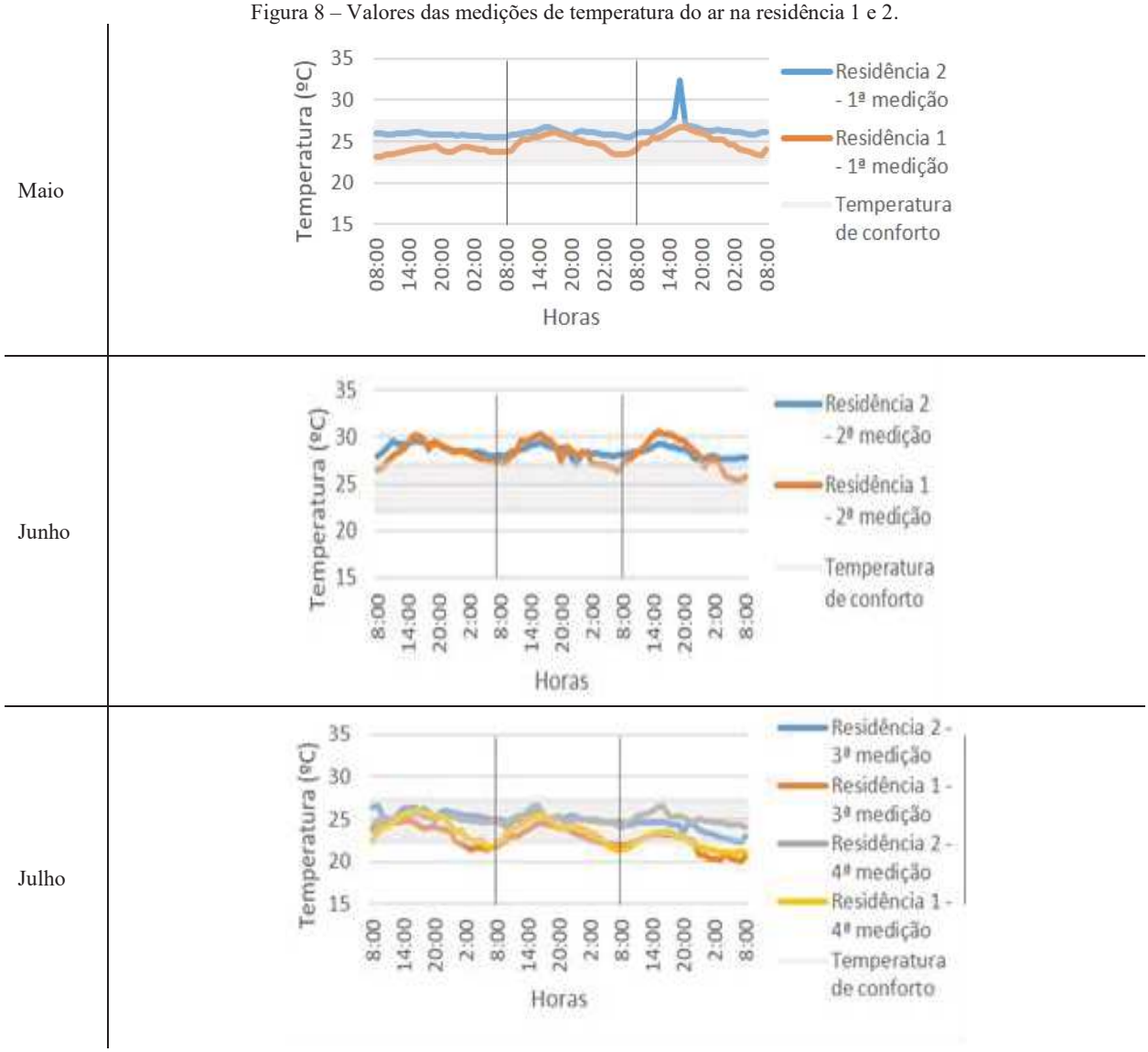
4. RESULTADOS

Os dados obtidos das 4 medições nas duas residências foram organizados em gráficos objetivando compará-los com parâmetros definidos pela AHSRAE 55, a carta psicrométrica e nos limites mínimos de ventilação. Os dados coletados referem-se ao interior das residências e para serem analisados foram separados por fatores climáticos: temperatura do ar (ºC), umidade relativa do ar (%) e velocidade do ar (m/s), organizados por mês e representando as duas edificações, objetivando a avaliação comparativa entre os dois ambientes medidos.

4.1. Temperatura do ar

De forma geral, as medições determinaram que as temperaturas do ar na residência 2 (edificação multifamiliar, com abertura sem ventilação permanente) foram mais elevadas que na residência 1 (edificação unifamiliar, com abertura para ventilação permanente) conforme demonstrado no Figura 8. As faixas de temperatura do ar nos gráficos demonstraram que na 1ª, 3ª e 4ª medições se mantiveram dentro da média estabelecida pela ARSHRAE 55, e na 2ª medição houve um leve aumento de temperatura do ar, o que pode ter causado um desconforto térmico aos ocupantes.

Figura 8 – Valores das medições de temperatura do ar na residência 1 e 2.

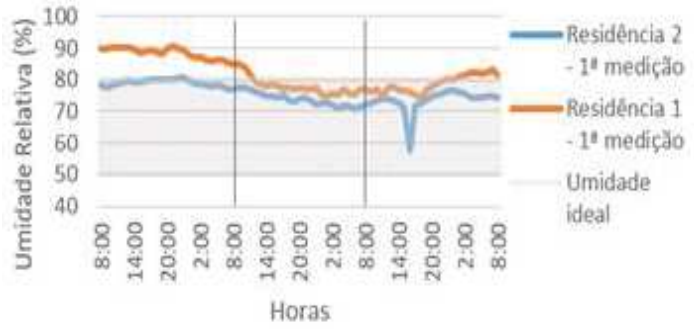
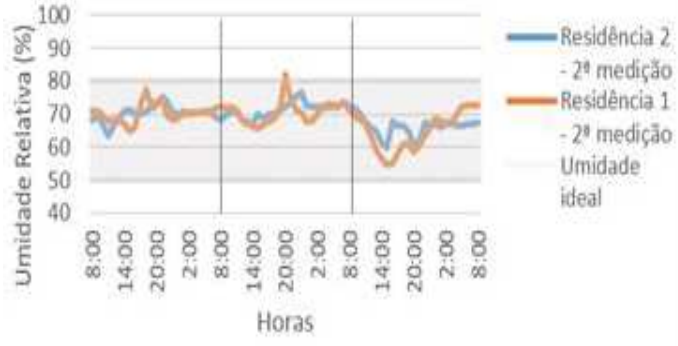
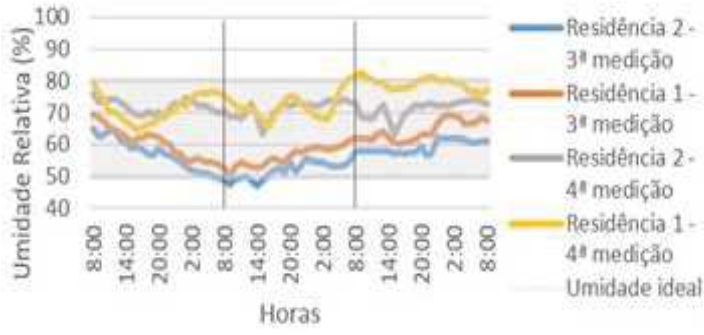


4.2. Umidade relativa do ar

Nota-se que de forma geral os resultados obtidos para a umidade relativa do ar nas 4 medições realizadas, mantiveram-se dentro do limite entre 50% e 80% estabelecido pela carta psicrométrica de Vitória - ES, na qual estaria na condição confortável (Figura 9).

A umidade relativa do ar apresentou-se maior na edificação 1 (Cariacica – ES) no mês de maio, em junho as duas edificações se igualaram e em julho a edificação 2 (Vitória – ES) teve um aumento na umidade, invertendo a situação da 1ª medição.

Figura 9 – Valores das medições de umidade na residência 1 e 2.

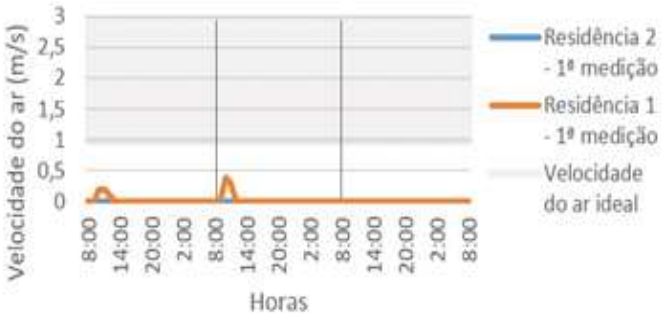
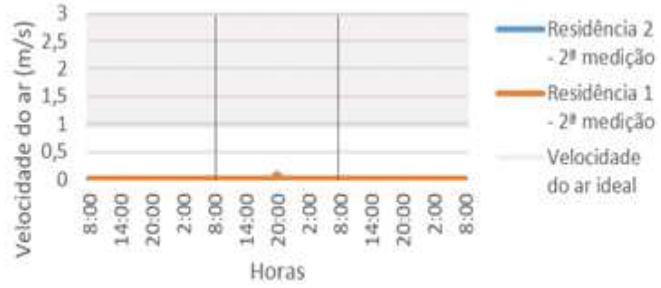
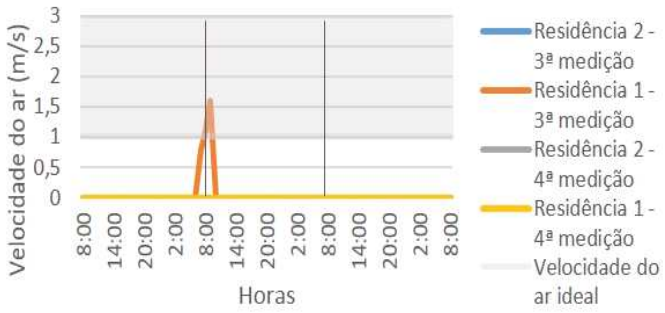
Maio	
Junho	
Julho	

4.3. Velocidade do ar

A velocidade do ar não atingiu o mínimo estabelecido para conforto em nenhuma medição (Figura 10). Uma variação súbita ocorreu na temperatura da residência 2 (Vitória – ES) na 1ª medição, porém, pode ter ocorrido falha do aparelho. Na 3ª medição, na residência 1 (Cariacica – ES) ocorre uma ventilação de 1,8 m/s e percebe-se como a ventilação influenciou na umidade relativa do ar, quando no mesmo período a umidade relativa do ar quase atinge os 50%.

A velocidade do ar é quase nula nas duas residências, pois as janelas são mantidas fechadas na maior parte do tempo. Na residência 1 o ambiente é subutilizado e recebeu-se um pouco de ventilação por meio de fosso de ventilação próximo ao ambiente escolhido que pode ser visto na figura 1. A residência 2 fica desocupada grande parte dos dias da semana, sendo mais utilizada a noite durante a semana e o dia inteiro nos fins de semana.

Figura 10 – Valores das medições de velocidade do ar na residência 1 e 2.

Maio	
Junho	
Julho	

Observou-se que a umidade relativa do ar teve valores inversos ao da temperatura do ar, para as duas edificações, e a velocidade do ar manteve-se com poucas interferências, observados principalmente no mês de maio. Destaca-se que a utilização de janelas com venezianas proporcionou melhores condições de conforto, possibilitando a renovação do ar, mesmo havendo uma pequena brisa dentro do ambiente. Isto também gerou aumento da umidade relativa do ar, melhorando assim as condições na residência 1. Na residência 2 com abertura maior, porém sem elementos que permitissem ventilação constante, foi observado valores altos de temperatura do ar e a umidade relativa do ar baixa.

5. CONCLUSÕES

As pesquisas relacionadas ao uso de condicionantes naturais são muito discutidas e afirmam a importância de sua utilização de forma a proporcionar, dentro de circunstâncias projetuais e condições climáticas favoráveis, o conforto térmico desejável e a diminuição do consumo energético.

A utilização de instrumentos que quantificam as condições internas do ambiente, demonstram e corroboram para afirmar e conscientizar profissionais envolvidos na construção civil, a produzirem edifícios que possibilitem ao usuário decidir e controlar as condicionantes ambientais, de forma a melhorar as condições de conforto individual.

A pesquisa, mesmo abrangendo um curto período confirmou, que na região da Grande Vitória é necessário o uso de aberturas que possuem elementos que permitam a ventilação natural, possibilitando maior controle da temperatura do ar no ambiente interno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais. Rio de Janeiro: 2013.

ASHRAE 55 - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **2005 ASHRAE 55 - Thermal Environmental Conditions for human Occupancy.** Atlanta, 2013

BARBOSA, E. F. T.; ALBERTIN, C. F.; BORGES, G. B. A.; CASTRO, A. P. A. S.; LABAKI, L. C. Análise da eficiênciaenergética e conforto térmico em dois edifícios públicos universitários. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 15 e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído: Mudanças climáticas,concentração urbana e novas tecnologias, 11., 2019, João Pessoa. **Anais...** João Pessoas: ENCAC, 2019.

CÂNDIDO, Christhina. **Ventilação natural e conforto térmico em climas quentes.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos.** 2a edição. Rio de janeiro: Revan, 2003.

D'ELL SANTO, A.; ALVAREZ, C. E.; NICO-RODRIGUES, E. A. Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575. **Cadernos Proarq**, Rio de Janeiro, n.20, p. 115-136, jul. 2013.

FRANÇA, T. N. F. L.; Silva, M. A.; CARLO, J. C. A análise de sensibilidade do poc em edificações naturalmente ventiladas. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 15 e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído: Mudanças climáticas, concentração urbana e novas tecnologias, 11.,2019, João Pessoa. **Anais...** João Pessoas: ENCAC, 2019.

FUGAZZA, Kátia; CALDAS, Lucas; SANTOS, Maria. A ventilação natural como forma de conforto Higrotérmico: simulação computacional de um Edifício assistencial de saúde no rio de janeiro. In: Encuentro Latinoamericano y Europeo sobre Edificaciones y Comunidades Sostenibles, 3., 2019, Argentina. **Anais...** Argentina: ANTAC, 2019. pp. 1162-1169.

GOBBI, Mirna; SANTOS, Mauro; ROLA, Sylvia. Qualidade do ar e ventilação natural no ambiente hospitalar - o exemplo do edifício Sarah Kubitschek. In: Encuentro Latinoamericano y Europeo sobre Edificaciones y Comunidades Sostenibles, 3., 2019, Agentina. **Anais...** Argentina: ANTAC, 2019. pp. 1153-1161.

LAMBERTS, Roberto.; DUTRA, Luciano.; PEREIRA, Fernando. **Eficiência energética na arquitetura. Laboratório De Eficiência Energética Em Edificações** - LabEEE, Santa Catarina. v.3. p.327.

MONTEITO, Jorge. **Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Lelé: Estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

NICO-RODRIGUES, Edna. **A. Influência da janela no desempenho térmico de ambientes ventilados naturalmente.** Tese de Doutorado, Programa de Doctorado en Arquitectura y Urbanismo da Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, da Univerdidad del Bio-Bío, Chile, 2015.

NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida; ALVAREZ, Cristina Engel de; SANTO, Amábeli Dell; PIDERIT, Maria Beatriz. Quando a janela define a condição de desempenho térmico em ambientes ventilados naturalmente: caso específico das edificações multifamiliares em Vitória, ES. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 7-23, abr./jun. 2015.

NICOL, Fergus. **Adaptive thermal comfort standards in the hot–humid tropics. Energia E Edifícios.** v.36. 2004. p.611-734, 2019.

QUADROS, Maria Eller. **Qualidade do ar em ambientes internos hospitalares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

WANG, Jingyi; WANG, Zhe; DE DEAR, Richard; LUO, Maohui; GHAHRAMANI, Ali; BORONG, Lin. **The uncertainty of subjective thermal comfort measurement. Energia e Edifícios.** v.181. 2018. 94p, 2019.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo auxílio ao desenvolvimento deste trabalho.