

VENTILAÇÃO CRUZADA: MELHORIA DO CONFORTO TÉRMICO EM RESIDÊNCIAS

Alef Bastianele Marquiori¹, Elisa Bruna Alves Rodrigues¹, Lhara Gislanny Ribeiro Teófilo¹, Glacieli da Cruz Costa²

1- Acadêmicos do Curso de Engenharia Civil

2- Engenheira Civil e de Segurança do Trabalho – Professora Multivix – Nova Venécia

RESUMO

O conforto térmico e a economia tem sido termos cada vez mais citados quando o assunto é construção civil, uma vez que, as temperaturas altas acarretam maior uso de climatizadores elétricos e conseqüentemente aumentam o consumo de energia. Ainda assim, a preocupação com estas características por parte de arquitetos e engenheiros é modesta, tanto em pequenas como em grandes construções. Tem-se também a falta de consciência de parcela da população que ainda não vê com bons olhos investimentos mais altos no início de uma obra para um retorno, mesmo com muitos benefícios, a médio e longo prazo. O presente estudo traz consigo informações sobre o emprego de artifícios que propiciam um melhor aproveitamento do vento por meio da ventilação cruzada, tornando o ambiente mais confortável térmico, sustentável e economicamente sem comprometimento da eficiência que se procura em uma residência. Por meio de revisão literária apresentou-se o emprego de técnicas como a orientação dos ventos, o posicionamento de esquadrias e a utilização de brises e claraboias evidenciando como cada uma contribui para a melhoria do ambiente.

Palavras chave: Conforto térmico, ventilação cruzada, economia.

1. INTRODUÇÃO

Pensar no conforto térmico na hora de planejar uma edificação é de suma importância, não apenas para garantir a satisfação dos futuros moradores, mas também visando o crescimento sustentável. Analisando este aspecto, unir o conforto e a redução dos custos diretos e indiretos das construções tem se tornado cada vez mais indispensável, uma vez que, a utilização de métodos construtivos alternativos aliados a uma arquitetura consciente pode impactar diretamente no desempenho térmico das edificações gerando custos com refrigeração que, por sua vez, acarretam um gasto maior de energia elétrica.

Segundo a Associação Americana dos Engenheiros de Condicionamento e Refrigeração dos Estados Unidos (ASHRAE, 2013) conforto térmico é um

estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente e descreve o estado psicológico de uma pessoa. Visto isso, para garantir o conforto térmico, deve-se pensar como é possível alcançar esse objetivo buscando alternativas sustentáveis, utilizando a menor quantidade de energia possível visando a economia para o cliente e a utilização consciente dos recursos naturais.

Para uma boa utilização da ventilação natural e renovação do ar no ambiente, deve-se realizar o posicionamento e dimensionamento correto das esquadrias contribuindo para o bom fluxo de ar no interior da residência. A ventilação cruzada se dá pelas correntes de vento que fazem a movimentação do ar no ambiente. Aberturas em locais altos como no telhado por exemplo, permitem que o ar quente, que possui menor densidade, seja levado pelas correntes de ar para fora da residência, contribuindo assim para a diminuição das temperaturas internas (COSTA, et al, 2019).

Neste contexto, o presente artigo trará um conteúdo referente a ventilação cruzada aplicada em residências demonstrando técnicas, artifícios e equipamentos utilizados para essa prática. Sua utilização se faz importante nos tempos atuais, onde enfrenta-se o aumento da temperatura global que acarreta maior uso de climatizadores elétricos e por conseguinte, o consumo de energia. Também será mostrado como o emprego da ventilação cruzada contribui para o aproveitamento dos recursos naturais existentes diminuindo significativamente o uso de equipamentos elétricos gerando economia.

Este trabalho traz em seu primeiro capítulo a fundamentação teórica utilizada para embasamento das informações descritas. Em seu segundo capítulo, tem-se a descrição da metodologia utilizada na pesquisa seguida pelo terceiro capítulo, que apresenta os resultados alcançados bem como as discussões pertinentes. No penúltimo capítulo temos as conclusões obtidas através da pesquisa realizada e em seguida, o último capítulo que traz todas as referências utilizadas para a composição do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. IDENTIFICAÇÃO DA DIREÇÃO DO VENTO

Diferente de outras grandezas, o vento se caracteriza pelo seu movimento horizontal, pela velocidade e direção em que se encontra (MARIN, F.R.; ASSAD, E.D.; PILAU, F.G., 2008). O vento possui intervenção contínua no clima e no tempo, independente da sua proximidade à superfície terrestre quanto aos níveis mais elevados, tendo como característica principal a capacidade de ser variável em relação a meteorologia (ROMERO, 2002).

A massa de ar não possui velocidade e direção constante, mesmo que em um pequeno espaço de tempo, pelo fato dos diferentes aspectos que cada local possui. Significa que em regiões urbanas o vento possuirá deslocamentos rotacionais e não rotacionais, podendo ser ascendentes e descendentes, onde tais mobilidades são de difícil reprodução (ROMERO, 2002).

Tendo a direção e velocidade de movimentação totalmente ligada às características da localidade do terreno, o seu curso pode perder energia por atrito. Ou seja, o solo que possui rugosidade alta, maior será o atrito e em contrapartida a sua velocidade será menor, situação que acontece nos centros urbanos. Em zonas rurais e em capôs abertos, as massas de ar possuem livre acesso e mobilidade, podendo atingir velocidades maiores e atritos quase que zero (DE SOUZA, 2006).

Há diversos estudos e dados estatísticos que contabilizam a velocidade e direção do vento em diversas regiões. Este estudo é conhecido como Regime do Vento, uma espécie de Atlas Eólico, que dispõe de informações predominantes das massas de ar, juntamente com sua velocidade e direção decorrente ao longo dos anos (MORENO, 1961). Um exemplo é o Atlas Eólico do Rio Grande do Sul, que cita a velocidade média anual entre 19,8 km/h a 23,4 km/h (ATLAS EÓLICO, 2002).

Diversas áreas de estudos possuem como base o estudo da variação do vento para cada região, como é o caso da engenharia, arquitetura, agricultura e meio ambiente. Isso pelas necessidades de dados reais e concretos para o dimensionamento correto de qualquer projeto, evitando problemas futuros. O posicionamento das edificações residenciais, e principalmente industriais também são realizadas a partir do estudo do vento, onde requer a preocupação

do transporte dos poluentes (DUARTE, H.S.B; SOARES, W.G; ALENCAR, M.L.A; GURVITZ, H.; PIRES, Z.S.; SOUTO, C.R.R; SHIMIZU, M. 1978). Cidades que não foram construídas com base em uma programação, sofrem atualmente com as ações do vento, pois a situação do fluxo das massas de ar apresenta alterações no decorrer dos anos (TOMASINI, 2011).

A posição dos ventos no Brasil é denominada a partir dos seis centros de ações, podendo citar o anticiclone dos açores, anticiclone da Amazônia e a depressão do Chaco, presentes na altitude dos 30° de latitude sul e o anticiclone migratório polar, na região subpolar do Pacífico Sul. Segundo O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001) pode haver variações nas diferentes superfícies, geometria e altitude do terreno, como a vegetação e distribuição de água e terra por toda a superfície (ATLAS EÓLICO, 2002).

A medição do vento também pode ser adquirida a partir de alguns instrumentos, como o anemômetro de canecas, catavento tipo Wild e o anemógrafo universal. Desta forma é possível localizar a direção em que o vento sopra (MEDIDAS DO VENTO, acesso em 19 set. 2021).

2.1.1. INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO DE VENTO

O Anemômetro de canecas, mostrado na figura 1, é um instrumento que possui três ou quatro conchais em torno de uma haste central e vertical, e possui funcionamento semelhante ao de um catavento. Com ele é possível obter uma medição precisa da velocidade horizontal das massas de ar. O vento irá girar as canecas, e a partir da sequência de giros será produzido corrente elétrica, calibrada para unidades de velocidade, que é indicado no mostrador (MEDIDAS DO VENTO, acesso em 19 set. 2021).

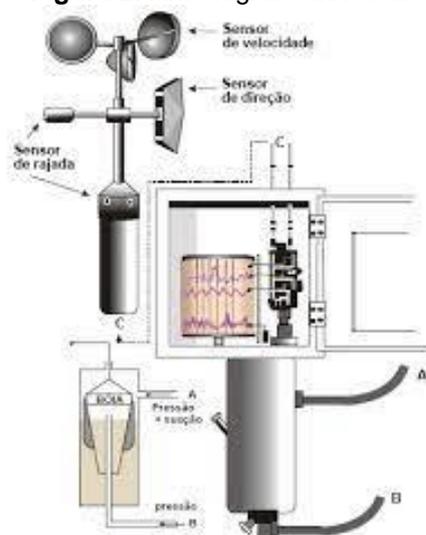
Figura 1: Anemômetro de Caneca



Fonte: Mundo clima

Responsável em obter a velocidade, o anemógrafo universal, apresentado na figura 2, gera resultados de direção e distância de deslocamento do vento. São instalados na parte Sul, com uma altura mínima de dez metros, com a unidade registradora em um abrigo a um metro e meio de altura. Os dados são gerados e transferidos para gráficos, em unidades universais (DE OLIVEIRA, 2020).

Figura 2: Anemógrafo universal

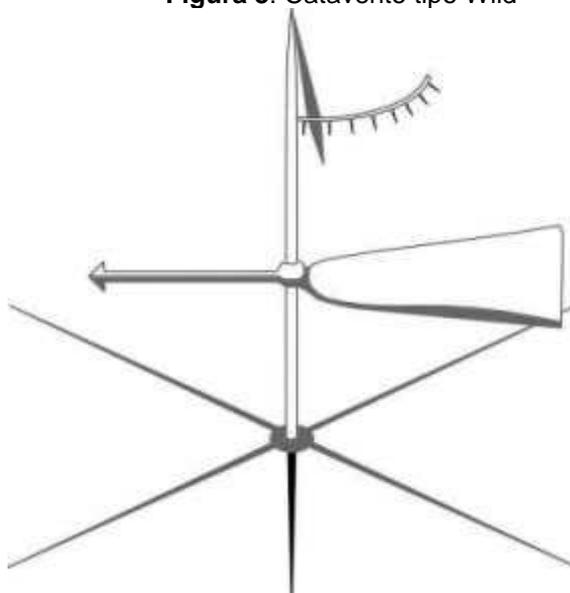


Fonte: Docplayer (2017)

Na figura 3 têm-se o catavento tipo Wild, muito utilizado para obter as medidas de velocidade e direção do vento. Possui uma haste fina na horizontal

orientada por um par de aletas em relação as hastes responsáveis por indicar os pontos cardeais, que iram direcionar de onde o vento está soprando. Para a obtenção da velocidade ocorre a flexão sob a ação do vento, de uma placa retangular que se encontra móvel em relação á vertical. Geralmente são posicionados a uma altura média de seis metros. Os dados são obtidos a partir de uma escala de sete pinos fixados sobre um arco de metal, localizado na parte superior da haste. Essas informações são convertidas por uma tabela (DE OLIVEIRA, 2020).

Figura 3: Catavento tipo Wild



Fonte: Universidade Federal do Paraná

2.2. VENTILAÇÃO NATURAL

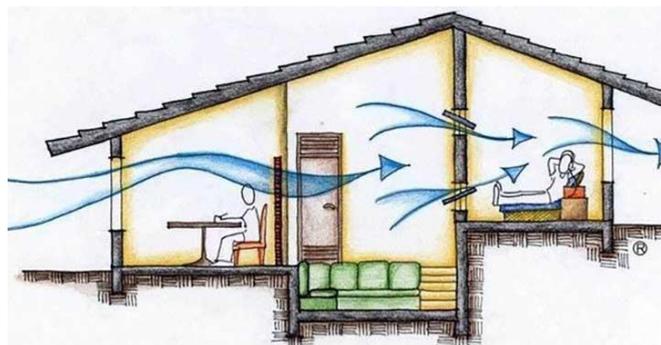
A ventilação natural é um fator muito importante a ser considerado na construção e em reformas de edificações, pois através dela garante-se o conforto térmico e mantem-se os ambientes internos frescos e bem ventilados sem a necessidade de utilizar ferramentas artificiais (ENDEPRO, 2016, acesso em 19 de set. 2021). Aplicando este método é possível diminuir consideravelmente os gastos com energia elétrica proveniente de aparelhos de ar-condicionado, por exemplo, que de acordo com a PROCEL (2021) pode consumir aproximadamente 200 kW/h mensais dependendo de sua potência. É importante

ressaltar que uma boa circulação do ar natural internamente elimina muitos transtornos que poderiam surgir como alergias e problemas respiratórios, bem como a presença de gases tóxicos no ambiente (ENDEPRO, 2016, acesso em 19 de set. 2021).

A utilização de técnicas que favorecem a ventilação natural como a ventilação cruzada, por meio do posicionamento correto de esquadrias e utilização de brises e clarabóias, faz com que o ambiente receba uma boa ventilação proporcionando resfriamento e deixando o ambiente mais agradável (ANDREASI, DE SOUZA VERSAGE, 2007). Com a ventilação natural pode-se conseguir uma redução considerável na carga térmica existente no ambiente (RUPP, GHISI, 2013).

Inicialmente, após identificar a direção predominante do vento no local em que se deseja construir, é necessário planejar a posição das portas e janelas justamente na direção em que esse vento corre. A utilização dessas aberturas em lugares estratégicos da casa, como no teto ou na parte mais alta das paredes tendo como base a direção do vento é importantíssimo, e a explicação é que o ar quente, que é mais leve, sobe e sai do ambiente, enquanto o ar frio, mais denso, fica mais abaixo permitindo sua entrada na edificação dando uma sensação térmica melhor na área ventilada. (ENDEPRO, 2016, acesso em 19 set. 2021)

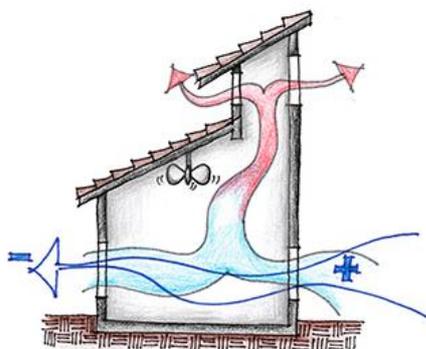
Tendo todas essas informações em mãos, é possível aplicar as técnicas da ventilação cruzada, que é quando as aberturas, janelas e portas estão em sentidos opostos, garantindo a circulação do ar pela edificação de modo que o vento entra por um lado e sai por outro. Isto é, o ar entra pelas partes mais baixas do imóvel e sai pela parede oposta através de aberturas mais altas. Sua instalação deve estar sempre na orientação dos ventos da região, ou seja, as aberturas devem estar no caminho do vento para que a quantidade não seja insuficiente ou, em contrapartida, excessiva, devendo ser planejada para ser ideal como no exemplo mostrado na figura 4. Dessa forma, a velocidade do vento é muito maior quando comparada ao ambiente com aberturas dispostas de um mesmo lado, com isso, o ar quente é eliminado de maneira muito mais eficiente. (TIEDTY; CORDEIRO, acesso em 19 set. 2021)

Figura 4: Ventilação cruzada

Fonte: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura

Cabe destacar, que em regiões diferentes, a temperatura, o vento, a umidade, dentre outras características também podem ser distintas, e por essa razão é necessário definir métodos para cada caso, a fim de possibilitar o aproveitamento de todos os efeitos da ventilação cruzada (GOING GREEN, acesso em 27 set. 2021).

É importante ressaltar também, que a ventilação cruzada pode ser planejada de forma horizontal ou vertical, isto é, as aberturas em sentidos opostos podem estar na mesma altura ou posicionadas em alturas diferentes. Este último, portanto, deixa o vento fresco entrar pela janela mais baixa, e a janela mais alta é responsável por eliminar o ar quente que sobe, conforme figura 5 (INSON, acesso em 02 out. 2021).

Figura 5: Ventilação com aberturas em sentidos opostos e alturas diferentes

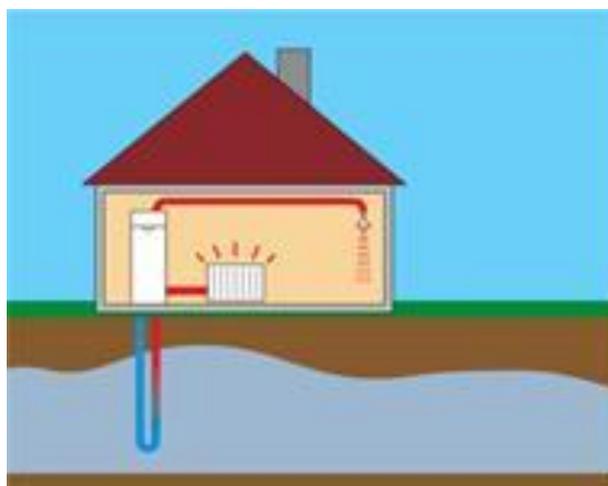
Fonte: Projeteee

Há diferentes técnicas de aplicação dos métodos de ventilação natural em uma edificação, dentre eles está também o resfriamento geotérmico que é a

captação do ar fresco subterrâneo por meio de tubulações enterradas no solo como mostra a figura 6. Funciona principalmente no verão e/ou em lugares com o clima mais quente, pois nessa situação a temperatura do solo é muito menor que a temperatura atmosférica, dessa forma, o ar circula por meio de tubos enterrados no solo e esse ar que entra neles é utilizado para climatizar o ambiente interno do edifício (GUIA CASA EFICIENTE, acesso em 02 out. 2021).

O professor Alberto Hernandez Neto, do Grupo de Pesquisa em Refrigeração, Ar Condicionado e Conforto Térmico (GREAC) destaca que esse tipo de ventilação não é um sistema de climatização como os condicionadores de ar, porque não há um controle de temperatura, mas também resfria o ambiente e aumenta o controle térmico da edificação. Apesar de sua implantação ser bem cara quando comparada à de um ar condicionado, seu consumo é quatro vezes menor. Por conta disso, em pouco tempo ele se paga (ESCOLA POLITÉCNICA DA USP, 2013).

Figura 6: Resfriamento geotérmico



Fonte: Guia Casa Eficiente

É importantíssimo haver um planejamento construtivo feito por um profissional qualificado para que na hora de projetar, seja possível aproveitar ao máximo a ventilação natural, diminuindo o consumo de energia elétrica e criando uma quantidade ideal de aberturas em lugares estratégicos de modo que não seja necessário buscar soluções artificiais. (DICAS DE ARQUITETURA, acesso em 20 set. 2021)

2.3. DISPOSITIVOS CONSTRUTIVOS: BRISES E CLARABOIAS

Em seu estudo de caso, Bartelega (2015) acompanhou e tomou nota do consumo elétrico de vários aparelhos de uma residência. Feito isso, converteu os dados para obter um valor mensal de consumo de uma residência de classe média. Seu objetivo era apresentar como pode ser grande o consumo de energia em uma residência e mostrar alternativas de como diminuir esse gasto.

Para elaboração de um projeto arquitetônico eficiente deve ser levado em conta vários fatores e um deles é o conforto térmico. O brise surgiu para combinar o aproveitamento de luz, a diminuição da incidência da luz do sol e o aproveitamento do vento em uma só estrutura. Para garantir a eficiência deste dispositivo são necessárias análises para determinar parâmetros como número de elementos bem como a distância entre cada um, a inclinação e a dimensão. Em alguns casos são realizadas simulações para determinar a melhor disposição para o brise (MARTINO, 2014).

Os brises são elementos de uso interior ou exterior em uma residência, e a protege da incidência solar sem interferir na ventilação melhorando seu conforto térmico. Os brises com o formato em lâminas são os mais conhecidos, sua nomeação como os cobogós, persianas e muxarabis se dá dependendo de seu formato, sendo fixa ou móvel, liso ou perfurado, do tipo metálico, de alumínio, PVC, de madeira, concreto, entre outros (BONAFÉ, acesso em 15 out. 2021).

Podem também ser elementos constituídos por lâminas dispostas em posição horizontal ou vertical, como mostrado na figura 7, que quando posicionados corretamente diminuem a incidência da radiação solar melhorando o conforto térmico do ambiente (MIANA, 2005).

Figura 7: Brise vertical



Fonte: Tua Casa (2020)

Dentre os tipos de brises existentes, os fixos são os de mais fácil instalação e manutenção. No caso de brises móveis têm-se desvantagens como custo elevado e maior necessidade de manutenção. Quando se opta por brises móveis não automatizados outra desvantagem surge, devido a impossibilidade do controle de ajuste do mesmo pelo usuário o que por sua vez, faz com que o brise não seja utilizado em sua máxima eficiência (MIANA, 2005).

Fachadas com grande quantidade de vidro são a tendência do mercado arquitetônico atual e com isso a necessidade do uso de métodos de resfriamento aumenta. O uso do brise traz consigo uma característica econômica já que seu emprego pode diminuir consideravelmente o uso de resfriamento por meio de condicionadores de ar (LOMANOWSKI E WRIGHT, 2012 *apud* MACIEL, TIBÚRCIO, CARLO, 2014).

As claraboias são aberturas no teto da edificação que assim como os brises, deixam o local mais iluminado, permitindo a passagem de luz natural e em alguns modelos a entrada do vento, como mostra a figura 8. Dependendo da forma que for utilizado pode reduzir o peso das estruturas. É uma ótima opção para ambientes que não têm janelas, diminuindo a necessidade de utilização de iluminação e climatizadores elétricos sendo também um grande aliado no planejamento das técnicas de ventilação cruzada (TERRES, acesso em 15 set. 2021).

Figura 8: Claraboia



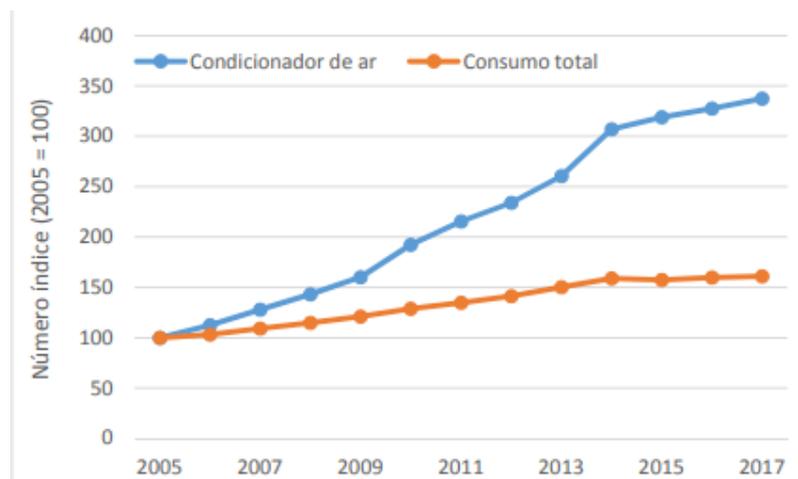
Fonte: Carluc (2020)

Este dispositivo é instalado com a intenção de aproveitar a luz solar, a ventilação natural e para compor a iluminação do ambiente. Quando instalado em locais estratégicos, as claraboias permitem que as correntes de ar circulem pelo ambiente, e com isso, o ar quente gerado no interior da residência tende a subir e sair por meio dessas aberturas amenizando as temperaturas internas (GOMES, 2010).

2.4. CLIMATIZADORES ELÉTRICOS

Em contrapartida, o método mais conhecido e “prático” para solucionar questões relacionadas ao conforto do ambiente são os ventiladores elétricos ou aparelhos de ar condicionado. Nos últimos 12 anos, estima-se que o consumo de energia elétrica no Brasil mais que triplicou no setor residencial (figura 9), em 2017 isso representou cerca de metade desse consumo total. Nesse período, o uso de condicionadores de ar aumentou 237% atingindo a marca de 18,7 TWh (Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2018).

Figura 9: Crescimento do consumo de eletricidade total e para condicionamento de ar no setor residencial



Fonte: EPE (2018)

Em climas quentes, para equilibrar as cargas térmicas em uma edificação é necessário avaliar as variáveis que interferem no sistema, como sua localização, e quais materiais foram utilizados na construção, como as peles de vidro em fachadas nas quais aumentam o calor do ambiente, e após fazer o levantamento de todas essas informações, será possível decidir o modelo e a potência do condicionador de ar que será utilizado (EPE, 2018).

3 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a partir de dados obtidos utilizando técnicas de pesquisa bibliográfica, onde de acordo com Gil (2002) “A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. E a partir dos dados apresentados, pôde-se dar embasamento para importância do tema apresentado.

Possui abordagem qualitativa de modalidade descritiva, pois de acordo com Coelho (2019, acesso em 11 out. 2021) “Nesse caso, as formas de coleta de dados são menos rígidas e menos objetivas. O próprio pesquisador que faz a coleta e a interpretação das respostas subjetivas das pessoas entrevistadas.”

A pesquisa é de natureza básica, pois, de acordo com Coelho (2019, acesso em 11 out. 2021) “de forma direta, a pesquisa básica objetiva gerar conhecimentos novos para avanço da ciência sem alguma aplicação prática prevista.” Os resultados das pesquisas estudadas, apresentados ao decorrer do

trabalho, têm o objetivo de trazer informações sobre a viabilidade ou não, da implementação de técnicas de ventilação cruzada em residências.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Um artigo publicado pelo PROCEL (2021) - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica diz que um ar condicionado tipo split de 10.001 a 15.000 BTU/h sendo utilizado durante 8 horas em 30 dias no mês tem um consumo de 193,76 kWh. Então para se fazer o cálculo de quanto o consumidor pagará no final desse período apenas deve-se multiplicar esse consumo pelo valor da tarifa cobrada pela concessionária local.

Considerando que o valor do kWh da concessionária local (desconsiderando os impostos) seja R\$ 0,557, o consumidor pagará no final do mês a quantia de R\$107,92 apenas pela utilização do ar condicionado. Para um ventilador de teto ou mesa consumidos nesse mesmo tempo, o consumo em média é de 17,4 kWh gerando valor mensal de R\$ 9,69 e um gasto total mensal dos dois equipamentos de R\$120,00.

Sabendo as médias de consumo e de gasto mensal, contratar um profissional que proponha e aplique estratégias como a ventilação cruzada e uso de dispositivos que favoreçam a circulação da ventilação natural se torna indispensável. Uma residência que contenha em seu projeto esses cuidados, de acordo com Andreasi e de Souza Versage (2007), pode apresentar uma diminuição da temperatura interna de até 3°C contando com uma velocidade de ventilação dentro dos parâmetros aceitáveis.

Maciel, Tibúrcio e Carlos (2014) evidenciaram em sua pesquisa, resultados provindos de modelos de residências que utilizam brises junto a outros métodos para garantir o máximo de conforto térmico para o ambiente. Em sua análise da Casa Canopea, 1ª colocada no concurso “*Solar Decathlon Europe*” em 2012, tem-se uma casa protegida por brises móveis de vidro semitransparentes em forma de lâmina, que controlam a passagem de ar sem comprometimento da entrada de luz. Durante sua utilização a casa apresentou um consumo de 32,18 kWh/m² anual.

De acordo com o estudo de caso apresentado por Bartelega (2015), ao analisar os aparelhos que mais consomem energia em uma residência e quantificá-los para um período de 30 dias, ele obteve um consumo mensal de 385,13 kWh. Quando comparados aos resultados obtidos na Casa Canopea, tem-se então a dimensão da quantidade de economia que pode ser gerada empregando métodos que aproveitam a ventilação natural de uma residência, mesmo levando em conta os custos envolvidos com aquisição e instalação dos dispositivos.

Em sua pesquisa Rupp e Ghisi (2013), mostraram que o uso da ventilação natural combinada com a iluminação natural por meio do posicionamento correto das esquadrias, e utilização de brises e claraboias, garantiu uma economia de energia elétrica de até 31,9% comparando-se com edifícios que utilizam a iluminação e condicionamento artificial. E conforme exposto pelo professor Hernandez da Escola Politécnica da USP (2013) responsável por esse estudo, o contra dessa técnica é o custo de operação, entretanto, como a utilização de meios artificiais será cortada, esse valor inicialmente aplicado, será pago ao longo dos meses.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como intuito apresentar os métodos necessários para tornar os ambientes de uma residência mais agradáveis no âmbito conforto térmico.

Foram apresentadas formas de como aproveitar melhor a ventilação natural por meio do posicionamento correto das esquadrias e da utilização de dispositivos que favorecem a entrada e saída de massas de ar, nos quais são estes os brises e as clarabóias.

Através dos resultados apresentados, pôde-se notar como o emprego dessas técnicas de ventilação cruzada diminuem a temperatura interna do ambiente contribuindo para a melhoria da sensação térmica, que, por sua vez, faz com que sejam reduzidos o uso de climatizadores elétricos, e conseqüentemente o consumo de energia elétrica.

Com base nas informações dispostas, perfaz-se que a ventilação cruzada é um conjunto de técnicas importantes que ajudam a garantir um bem-estar satisfatório em uma residência, bem como se faz viável quando levado em consideração características de âmbito financeiro pertinentes ao consumo de energia elétrica.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREASI, Wagner Augusto; DE SOUZA VERSAGE, Rogério. **A Ventilação natural como estratégia visando proporcionar conforto térmico e eficiência energética no ambiente interno**. 2007.

ASHRAE. **ANSI/ASHRAE Standard 55-2013**: Thermal environmental conditions for human occupancy. AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC. Atlanta - EUA, 2013.

Atlas eólico: Rio Grande do Sul. Elaborado por Odilon A. Camargo [et al.] e editado pela Secretaria de Energia Minas e Comunicações. Porto Alegre: SEMC, 2002.

BARTELEGA, Thiago José Tavares. **Estudo do consumo de energia elétrica de uma residência visando viabilizar a implantação de painéis fotovoltaicos**. Guaratinguetá, São Paulo, 2015.

BONAFÉ, Gabriel. **Brisas controlam incidência de luz e garantem conforto térmico à edificação**. AECWEB. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/brises-controlam-incidencia-de-luz-e-garantem-conforto-termico-a-edificacao/9317>. Acesso em: 15 out. 2021.

COELHO, Beatriz. Tipos de pesquisa: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos. **Mettzer**, 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/tipos-de-pesquisa/>. Acesso em: 11 out. 2021.

COSTA, Sammea Ribeiro Granja Damasceno et al. ANÁLISE QUALITATIVA DO DESEMPENHO TÉRMICO EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM MACEIÓ/ALAGOAS. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-ALAGOAS**, v. 5, n. 3, p. 85, 2019.

DE OLIVEIRA, Aureo S. **Fundamentos de Meteorologia e Climatologia. Cap. 8. Movimentos Atmosféricos**. NEAS/UFRB. 2020.

DE SOUZA, Valéria Morais Balduino. **A influência da Ocupação do Solo no**

Comportamento da Ventilação Natural e na Eficiência Energética em Edificações. Estudo de Caso em Goiânia – Clima Tropical de Altitude. Dissertação de Mestrado – Departamento de Pós-Graduação da FAU-UnB do curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2006.

DICAS DE ARQUITETURA. **Ventilação Natural.** 2014. Disponível em: <https://dicasdearquitetura.com.br/ventilacao-natural/>. Acesso em: 20 set. 2021.

DUARTE, H.S.B; SOARES, W.G; ALENCAR, M.L.A; GURVITZ, H.; PIRES, Z.S.; SOUTO, C.R.R; SHIMIZU, M. **Indicadores climatológicos do Estado do Rio de Janeiro.** Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: SIPE (Sistema de Informações Para o Planejamento Estadual), 1978.

ENDEPRO ENGENHARIA. **Dicas de como aproveitar a ventilação natural quando se está projetando uma casa.** 2016. Disponível em: [https://www.endepro.com.br/blog/dicas-de-como-aproveitar-a-ventilacao-natural-quando-se-esta-projetando-uma-casa/#:~:text=Instale%20janelas%20e%20portas%20em%20locais%20corretos&text=Ent%C3%A3o%2C%20instale%20as%20janelas%20e,circula%C3%A7%C3%A3o%20do%20ar%20pelo%20ambiente](https://www.endepro.com.br/blog/dicas-de-como-aproveitar-a-ventilacao-natural-quando-se-esta-projetando-uma-casa/#:~:text=Instale%20janelas%20e%20portas%20em%20locais%20corretos&text=Ent%C3%A3o%2C%20instale%20as%20janelas%20e,circula%C3%A7%C3%A3o%20do%20ar%20pelo%20ambiente.). Acesso em: 19 set. 2021.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro:** Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética. Documento para consulta pública, Brasília, 2018. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-341/NT%20EPE%20030_2018_18Dez2018.pdf

ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **Poli/USP pesquisa sistema alternativo de ar condicionado.** 2013. Disponível em: <https://www.poli.usp.br/noticias/1703-poliusp-pesquisa-sistema-alternativo-de-ar-condicionado.html>. Acesso em: 12 out. 2021.

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

GOING GREEN. **Saiba Como Funciona O Conceito De Ventilação Natural.** 2018. Disponível em: <http://goinggreen.com.br/2018/12/12/saiba-como-funciona-o-conceito-de-ventilacao-natural/>. Acesso em: 27 set. 2021.

GOMES, Rúben Dinarte Fernandes. **Estudo e concepção de sistemas de ventilação natural em edifícios de habitação.** 2010. Tese de Doutorado.

GUIA CASA EFICIENTE. **Ventilação Natural De Casas E Outros Edifícios.** Disponível em: <https://www.guiacasaeficiente.com/Arrefecimento/VentilacaoCruzada.html>. Acesso em: 02 out. 2021.

INSON, Nathalia. **Ventilação Cruzada: o que é e quais os benefícios de usá-la no projeto.** 2021. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/curiosidades/ventilacao-cruzada/>. Acesso em: 02 out. 2021.

MACIEL, Liliane; TIBÚRCIO, Túlio; CARLO, Joyce. **PROTEÇÕES SOLARES: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS.** 2014, Maceió.

MARIN, Fábio Ricardo; ASSAD, Eduardo Delgado; PILAU, Felipe Gustavo. **Clima e Ambiente: Introdução à climatologia para ciências ambientais.** Campinas – SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2008.

MARTINO, Jarryer Andrade De. O algoritmo evolutivo como método no processo de definição de brises. **Evolutionary algorithms as a method in the process of designing solar shades.** 2014. São Paulo.

MIANA, Anna Christina. **Avaliação do desempenho térmico de brises transparentes: ensaio em células-teste.** 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. Seção de geografia.

PROCEL. **Dicas de Economia de Energia.** Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BE6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000%7D>. Acesso em: 13 out. 2021

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** 2 ed. São Paulo: ProEditores, 2000.

RUPP, Ricardo Forgiarini; GHISI, Enedir. Potencial de economia de energia elétrica através do uso da luz natural e da ventilação híbrida em edifícios comerciais em Florianópolis. **Ambiente Construído**, v. 13, p. 75-86, 2013.

TERRES, Laryssa. **Claraboia – O que é? Tipos e Vantagens.** CARLUC. Disponível em: <https://carluc.com.br/projeto-arquitetonico/claraboia/>. Acesso em: 15 set. 2021.

TIEDTY, Amanda; CORDEIRO, Fabíola. **Os benefícios da ventilação cruzada.** 2018. HOMIFY. Disponível em: https://www.homify.com.br/livros_de_ideias/5729009/os-beneficios-da-ventilacao-cruzada. Acesso em: 19 set. 2021.

TOMASINI, Juliana. **Padrão de variabilidade do vento à superfície, em Lajeado, Rio Grande do Sul, Brasil: implicações ambientais.** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso.