



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U. nº 198, de 14/10/2016
AELBRA EDUCAÇÃO SUPERIOR - GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO S.A.

Rodrigo Brandão Pires

AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DA
UTILIZAÇÃO DE TÉCNICA DE ARREFECIMENTO PASSIVO EM RESIDÊNCIAS.
ESTUDO DE CASO EM DUAS CÉLULAS DE TESTES EM PALMAS - TO

Palmas – TO

2019

Rodrigo Brandão Pires

AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DA
UTILIZAÇÃO DE TÉCNICA DE ARREFECIMENTO PASSIVO EM RESIDÊNCIAS.
ESTUDO DE CASO EM DUAS CÉLULAS DE TESTES EM PALMAS - TO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof./Mestre Murilo de Pádua Marcolini.

Palmas – TO

2019

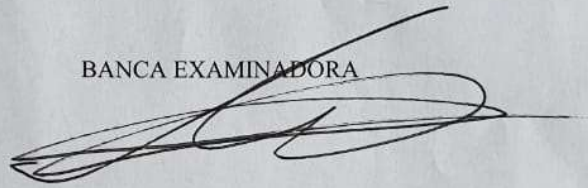
Rodrigo Brandão Pires

AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DA
UTILIZAÇÃO DE TÉCNICA DE ARREFECIMENTO PASSIVO EM RESIDÊNCIAS.
ESTUDO DE CASO EM DUAS CÉLULAS DE TESTES EM PALMAS - TO

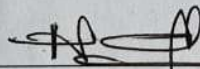
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II elaborado e
apresentado como requisito parcial para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro
Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).
Orientador: Prof./Mestre Murilo de Pádua Marcolini.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

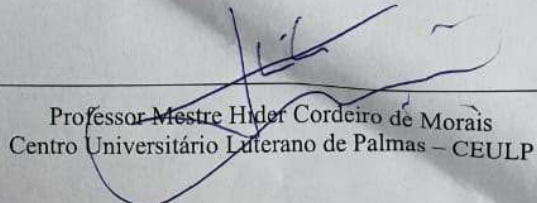
BANCA EXAMINADORA



Professor Mestre Murilo de Pádua Marcolini
Orientador
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Professora Tailla Alves Cabral Brito
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Professor Mestre Hider Cordeiro de Moraes
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO
2019

RESUMO

O ser humano, ao longo dos tempos, tem buscado e consumido mais e mais os recursos naturais disponíveis na natureza. Tal processo tem afetado a natureza, ao qual vê-se a extinção de espécies de plantas e animais, aumento dos níveis dos mares, desmatamentos desenfreados, aumento da poluição, mudanças climáticas como o aumento das temperaturas, entre outros, que são reflexo dessa postura consumista humana. Mas, em muitas áreas, a tentativa de encontrá-los depara-se no aumento dos investimentos para ter-se a solução adequada como, por exemplo, o aumento das contas de energia em decorrência da utilização de ar condicionados e climatizadores. Como aliados nesses processos de tentativas de proporcionar-nos maior comodidade em nossos ambientes, foram desenvolvidas algumas Técnicas de Arrefecimento Passivo, ao qual, o presente estudo relatará algumas delas, mas focará na técnica de utilização de Pintura Térmica em edificações, comparando-se uma Célula 01 pintada com Tinta Térmica (TT) com outra Célula 02 pintada com Tinta Comum (TC). O presente esbarrou-se na situação em que os equipamentos, de diferentes marcas, inviabilizaram o estudo no sentido de mensurar financeiramente os dados obtidos, mas resultou na disponibilidade de informações quanto a redução de temperatura em edificações pintadas com TT, proporcionando melhor ambiente no que tange o conforto térmico.

Palavra Chave: consumo, qualidade de vida, temperatura, Técnicas de Arrefecimento Passivo.

ABSTRACT

The human being, over time, has sought and consumed more and more natural resources available in nature. Such process has affected the nature, which sees the extinction of plant and animal species, rising sea levels, unbridled deforestation, increased pollution, climate change such as rising temperatures, among others, which are a reflection of this stance. human consumerist.

We were created and set with a certain level of thermal comfort, and we seek the constant evolution of the means and devices necessary for our well-being and better quality of life. This quality is very much linked to the structures of physical constructions in which we stay longer, such as our homes, commercial buildings, industries, hospitals, gyms, etc.

But in many areas, the attempt to find them faces increasing investments to find the right solution, such as increasing energy bills due to the use of air conditioners and air conditioners. As allies in these processes of attempts to provide us with greater convenience in our environments, some Passive Cooling Techniques have been developed, to which the present study will report some of them, but will focus on the technique of using Thermal Painting in buildings, comparing a Cell 01 painted with Thermal Ink (TI) with another Cell 02 painted with ordinary ink (OI).

Keywords: consumption, quality of life, temperature, Passive Cooling Techniques

DEDICATÓRIA

“Dedico o desenvolvimento deste trabalho a todos aqueles que de alguma forma me ajudaram a realização do mesmo. Em especial aos pais maravilhosos que tenho, Sr. Jose Antonio e Dona Olinda que tanto amo. Foi por eles que hoje posso concluir a segunda das minhas metas. Aos meus irmãos Bia e Rapha que direta ou indiretamente me influenciam a ter perseverança naquilo que quero.

A todos aqueles que acreditam no meu potencial. Tudo farei para não decepcioná-los.”

Essa foi a dedicatória que redigi quando desenvolvi meu primeiro TCC no curso de Administração há quase 16 anos. Hoje eu dedico também a meus sobrinhos João Vitor, Ana Raphaela e Guilherme.

Rodrigo Brandão Pires

AGRADECIMENTOS

“Agradeço ao mestre maior: Deus, que me proporcionou estar onde estou com as bênçãos derramadas sobre mim e a todos que me rodeiam.

A todos os meus amigos, colegas, equipe de professores, pessoas especiais que estiveram ao meu lado, à minha mãe e meu pai que me deram e dão a oportunidade de eu ser feliz.

Ao meu professor/mestre Murilo de Pádua Marcolini, ao qual me transmitiu os conhecimentos necessários para o melhor desenvolvimento do meu TCC.”

Esse agradecimento também faz parte do meu primeiro TCC, ao qual atualizo para os dias atuais.

Àqueles(as) que passaram pela minha vida no decorrer do percurso de estudos em Engenharia Civil e que somaram conhecimentos, alegrias, tristezas, ganhos e perdas. Em especial agradeço à minha saudosa avó, Ana Bárbara de Jesus (in memorian) que foi uma guerreira e sua força me enche de orgulho e perseverança para enfrentar minha caminhada de cabeça erguida.

Aos meus colegas Alexandre Dellatorre, Werbert Madeira, Thais Oliveira, Erica Pinheiro, Jackeline Assunção, Elaine Gastaldi que tiveram participação especial na minha formação.

Obrigado a todos pela amizade, atenção e dedicação. Que Deus nos ilumine!!

Fraterno abraço

Administrador e Engenheiro Civil,

Rodrigo Brandão Pires

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Dados Condicionadores de Ar ligados (período diurno)	33
Tabela 02: Comparativo de consumo em kWh e reais (R\$)	33
Tabela 03: Comparativo Célula 01 (TT) com Temperatura INMET	34
Tabela 04: Comparativo Célula 02 (TT) com Temperatura INMET	34
Tabela 05: Dados Condicionadores de Ar desligados (período diurno)	35
Tabela 06: Comparativo Célula 01 (TT) com Temperatura INMET (dia)	35
Tabela 07: Comparativo Célula 02 (TC) com Temperatura INMET (dia)	35
Tabela 08: Dados Condicionadores de Ar desligados (período noturno)	36
Tabela 09: Comparativo Célula 01 (TT) com Temperatura INMET (noite)	36
Tabela 10: Comparativo Célula 02 (TT) com Temperatura INMET (noite)	37

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Ventilação em Ambientes Internos (exemplo 01)	15
Figura 02: Ventilação em Ambientes Internos (exemplo 02)	15
Figura 03: Ventilação em Ambientes Internos (exemplo 03)	16
Figura 04: Aplicação de Película Reflectante	17
Figura 05: Sombreamento com Vegetação	16
Figura 06: Sombreamento com Pérgula	18
Figura 07: Sombreamento com Cobogó	19
Figura 08: Sombreamento com Prateleira de Luz	19
Figura 09: Sombreamento com Brise	20
Figura 10: Sombreamento com Brise de Vidro	20
Figura 11: Aplicação de Tinta Térmica em Parede	22
Figura 12: Aplicação de Tinta Térmica em Painéis	22
Figura 13: Aplicação de Tinta Térmica em Telhados	22
Figura 14: Aplicação de Tinta Térmica em Membranas	23
Figura 15: Mapa de Localização do Estado do Tocantins	24
Figura 16: Mapa de Localização de Palmas – TO	25
Figura 17: Mapa da Localização do Campus UFT – Palmas – TO	25
Figura 18: Local da realização do Estudo Teste	26
Figura 19: Condicionador de ar Split 12.000 Btus	27
Figura 20: Medidores de Consumo de Energia	28
Figura 21: Data Logger Hobo	29
Figura 22: Dados coletados pelo HOBO 01 da Célula 01	31
Figura 23: Dados coletados pelo HOBO 02 da Célula 01	31
Figura 24: Dados coletados pelo HOBO 01 da Célula 02	31
Figura 25: Dados coletados pelo HOBO 02 da Célula 02	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering
AV	Avenida
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
CT	Célula Teste
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1. Objetivo Geral	11
1.2.2. Objetivos Específicos	11
1.3. JUSTIFICATIVA	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 TÉCNICAS DE ARREFECIMENTO PASSIVO	13
2.1.1 Disposições	13
2.1.2 Ventilação	14
2.1.3 Películas Reflectantes	16
2.1.4 Sombreamento	17
2.1.5 Pinturas Térmicas	21
3. METODOLOGIA	24
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
3.1.1. Área de Estudo	24
3.1.2. Células do Estudo	26
3.2. TÉCNICAS APLICADAS	27
3.3. EQUIPAMENTOS	27
3.3.1. Condicionador de Ar	27
3.3.2. Medidor de Energia	28
3.3.3. Data Logger Hobo	28
3.4. PROCEDIMENTOS	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1 REALIZAÇÃO DO ENSAIO	32
4.1.1 Dados com condicionadores de ar ligados	32
4.1.2 Dados com condicionadores de ar desligados durante o dia	34
4.1.3 Com condicionadores de ar desligados durante a noite	36
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

Durante o período evolutivo dos seres humanos, todos nós sofremos pelas constantes variações térmicas ambientais, que nos causam danos e desconforto. Essas variações alteram-se entre frio e calor, onde buscamos criar ambientes, vestimentas, entre outros, que estejam adaptados a fazer sentir-nos confortáveis.

Com a redução das altas temperaturas, internas ou externas de ambientes, a produtividade humana é maior, a produção e crescimento de animais em granjas aumenta, o desenvolvimento de comunidades onde aplicam-se medidas de contenções térmicas é maior, isso por serem gerados ambientes onde o conforto térmico gera sensações em que, cada um que ali vive, tende a realizar suas atividades sem incômodos provocados pelo desconforto causado pelo frio ou calor.

Conforto térmico é a ‘condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico’ (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineering – ASHRAE 2013). Pela NBR 15220 (2005) da ABNT temos que o ‘conforto térmico é alcançado com a “satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente’.

Ambos os conceitos, dentre outros vários, remetem-nos à conclusão que a relação térmica ambiente/indivíduo desenvolvida de maneira adequada potencializará que os resultados das atividades ali desempenhadas, tenderão a obterem-se melhores resultados.

Associado ao assunto temos a busca incessante de profissionais das Engenharias e Arquiteturas na criação e construção de obras de artes em que seus ambientes proporcionem aos seus utilizadores espaços com temperaturas agradáveis e confortáveis. Em boa parte das construções, o desconforto térmico é ocasionado pela incidência dos raios solares em suas estruturas onde, dependendo dos materiais utilizados, esse calor é retido ou repellido. Para a sua amenização, várias são as técnicas aplicadas nas construções, dentre elas, nas pinturas, em vedações, nos isolamentos acústicos, na condução dos ventos, entre outras.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Algumas variáveis foram utilizadas para que os ensaios nas células testes, comparando-as às construções reais, fossem desenvolvidos de forma com que os seus dados e resultados refletissem com total clareza a variação da temperatura, o consumo real de energia e os valores investidos. Tais como a movimentação de pessoas no ambiente, funcionamento de

equipamentos, número de equipamentos, etc. Cenário onde os dados são difíceis de serem levantados em função do estilo de vida das pessoas, tendo os ambientes diversas formas, distribuições espaciais de equipamentos e movimentação humana.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a redução de consumo de energia elétrica em duas células testes, em Palmas-TO, sendo que uma delas será aplicada técnicas de arrefecimento passivo e a outra, igualmente construída, servirá como controle.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Aplicar técnica de pintura com tinta térmica em uma das células teste;
- Avaliar o percentual de redução de temperatura obtido pela aplicação da técnica;
- Instalar o equipamento de condicionador de ar com acompanhamento de medidores de consumo de energia;
- Realizar campanha de medição individualizada para cada célula;
- Gerar tabela de gastos de percentual de redução;
- Aplicar modelagem matemática para valores de temperaturas diversas.

1.3 JUSTIFICATIVA

O ensaio em questão foi de extrema importância ao visualizarmos as condições climáticas de Palmas – TO, local onde o mesmo foi realizado. Isso porque, em função das elevadas temperaturas, os gastos com energia elétrica, principalmente nos meses compreendidos entre abril e setembro, acabam sendo muito altos e a adoção de práticas voltadas para a redução de seu consumo auxiliará a população e indústrias na sua redução.

Ao final do estudo foi elaborada uma planilha orçamentária comparativa dos resultados dos testes da utilização de técnica de arrefecimento passivo em uma célula teste confrontada com as informações da célula com construção comum. Tal resultado informou se a técnica de adotada trouxe resultados economicamente interessantes, ou não, para a viabilidade de

implantação em obras de arte de qualquer porte. Levou-se em consideração a correta aplicação da técnica utilizada no estudo, adaptada para as obras executadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TÉCNICAS DE ARREFECIMENTO PASSIVO

2.1.1. Disposições

Ao longo do processo evolutivo da humanidade tem-se visto a exploração e consumo desregrado de terras, recursos naturais e consumo excessivo de energia. Tais ações praticadas pelo homem têm devastado inúmeras áreas de mata, poluindo rios, mares, o ar, produzindo milhares de toneladas de lixo, dizimando espécies de animais, entre outros.

Concomitantemente a esses fatos, a construção civil é um campo em que contribui muito para esse levantamento das práticas de produção de materiais poluentes. Toneladas e toneladas de resíduos sólidos e orgânicos são produzidos nos canteiros de obras e que, em quase a sua totalidade, não tem destinos a coletas seletivas ou de absorção de todo esse volume de material poluente. Conforme (GHEETHA e. VELRAJ, 2012), o processo de se iluminar, aquecer e refrigerar os edifícios consome quase 40% do consumo global anual de energia.

Como reflexo desses e de outros processos poluidores, que impactam muito na área da construção civil, temos a elevação da temperatura do planeta. A preocupação com esse fato faz com que muitos investimentos sejam aplicados em técnicas para a redução de temperatura nas edificações, ao que se chama de Técnicas de Arrefecimento Passivo. Tais técnicas objetivam, através de medidas mais sustentáveis e com o menor gasto com energia, a busca de conforto térmico para os utilizadores das edificações e espaços construídos e, com elas, também reduzir-se-ão as chamadas ‘ilhas de calor’ (elevação da temperatura em áreas urbanas). Para a redução desse fenômeno, uma técnica bastante comum é o aumento na floração dos centros urbanos, que melhoram o clima das edificações e espaços, contribuindo para o cumprimento das metas ambientais internacionais (ZINZI e AGNOLI, 2012). Existem também aqueles que defendem que pequenos equipamentos como bombas e ventiladores também sejam enquadrados como arrefecedores (PRIETO, *et al.* 2018).

Três são as categorias das técnicas que, utilizadas em consonância entre elas, frutificará ambientes cujos efeitos dos raios solares sejam diminuídos e tenham sua ventilação natural potencializada, são elas: a da prevenção/redução (redução de ganhos de calor), a da moderação técnica (modificação dos ganhos de calor) e a da dissipação (do calor interno). Para que deem resultados satisfatórios, o interessante é que eles sejam adotados na concepção do projeto, isso acarretará no trabalho harmônico realizado em comum das três técnicas (GHEETHA e.

VELRAJ, 2012). Ressalva-se que esse processo deve levar-se em consideração as características dos materiais utilizados, uma vez que a absorção e dissipação da radiação solar ocorre através de processos convectivos e radiativos dos raios solares para a atmosfera, o que aumenta a temperatura do ambiente, principalmente das áreas urbanas (GONÇALVES, 2014). Aplicando-se essas técnicas nas fases projetual e construtiva, alinhadas ao conhecimento sobre as informações da localização geográfica, condições climáticas (clima e condições climáticas que divergem nas estações do ano), materiais utilizados, forma, orientações, sombreamentos, aberturas do projeto a ser concebido, findara-se em uma construção que tenha aumentado/melhorado seu conforto térmico, que foi concebido de forma passiva (RALEGAONKAR E GUPTA, 2010)

2.1.2 Ventilação

Existem várias formas e técnicas para usar-se os recursos do deslocamento de ar a favor do melhoramento das condições térmicas de um ambiente. Sendo ela natural ou mecânica, destaca-se na importância não somente para o conforto técnico, mas também para que se garanta uma melhor qualidade do ar interior (SADINENI *et al.*, 2011). Considera-se o deslocamento de ar através de edifícios, pelas suas aberturas e funcionando umas como entradas e outras como saída, como a ventilação natural (FIGUEIREDO, 2007). Um bom projeto de ventilação pode melhorar o conforto térmico de ambientes, através do fluxo de ar renova-se o ar interior tornando o ambiente mais saudável (SANTAMOURIS, *et al.*, 2007).

Os sistemas de ventilação podem incluir ventilação cruzada, ventilação noturna, torres eólicas (Geers – usadas desde a antiguidade), ventilação controlada e chaminés solares (PEREZ e OSTERGAARD, 2018). A ventilação cruzada consiste na troca de calor pela pressão exercida pelo deslocamento de ar na edificação, que tem aberturas em zonas opostas para facilitar a entrada e a saída do ar interno, renovando-o e levando melhor sensação térmica aos que ali frequentarão (HARMON e HOFF, 2005), Figuras 01, 02 e 03.

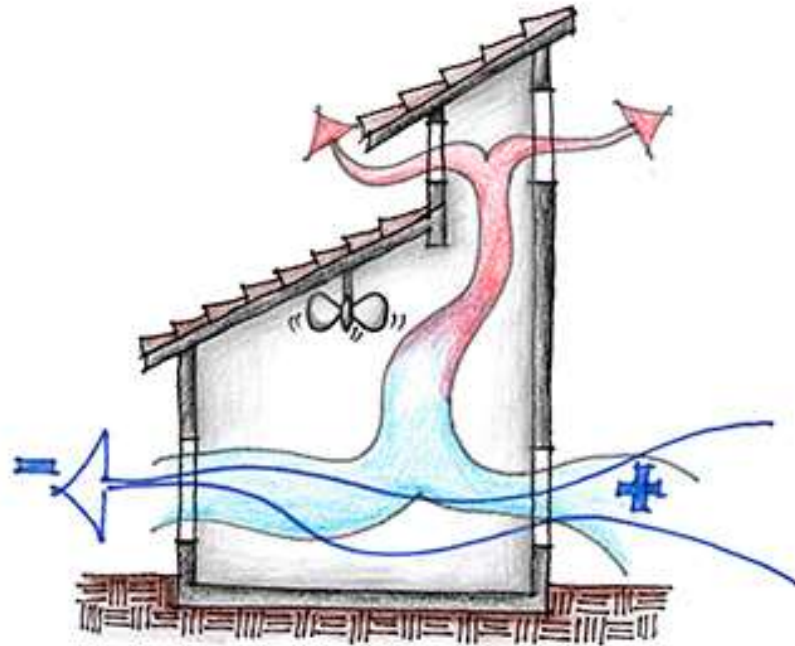


Figura 01: Ventilação em Ambientes Internos

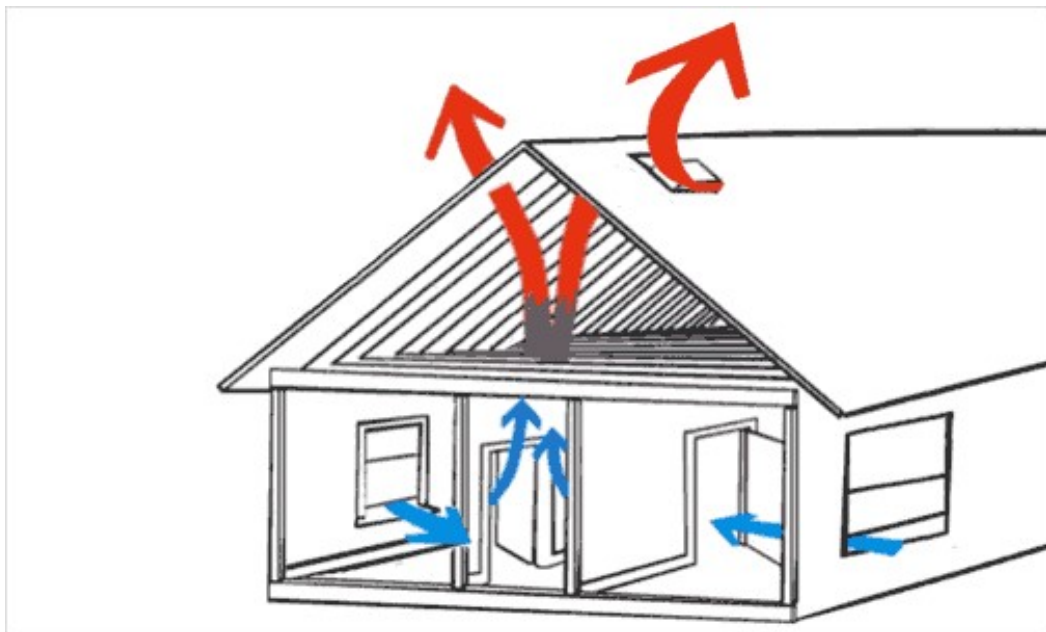


Figura 02: Ventilação em Ambientes Internos

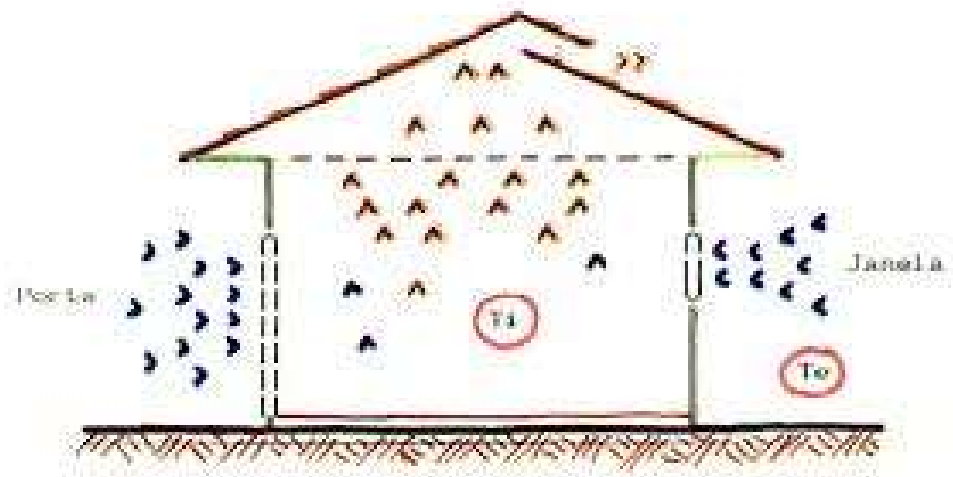


Figura 03: Ventilação em Ambientes Internos

Baseado na troca de calor por convecção, a ventilação noturna tem o princípio de a construção dissipar calor e absorver ganhos quando se está ocupada (SANTAMOURIS, *et al.*, 2007). Técnica muito utilizada em construções para famílias de baixa renda.

Em relação às torres eólicas, seu princípio baseia-se na entrada de ar em uma abertura da torre, circula pela construção e sai por outra abertura no lado oposto, podendo o mesmo sofrer resfriamento convectivo ou evaporativo. Em alguns casos o ar é induzido a passar por almofadas molhadas no intuito de diminuir sua temperatura (SANTAMOURIS *et al.*, 2007).

2.1.3 Películas Reflectantes

Consiste em ‘mantas’ em que sua composição se baseia no alumínio polido e polímero aluminizado, que em boa parte são fixadas a uma espuma de polietileno ou plástico bolha. Ao longo da sua vida útil pode acontecer de perder a suas capacidades de refração devido à acumulação de resíduos (FERREIRA, 2017).

Devido à sua composição, esse material tem a função de não permitir a entrada de calor, utilizando os princípios da refletância, que é a relação entre o fluxo luminoso que se é refletido por uma superfície e o a luz que incide sobre ela, e emissividade que é a capacidade de emissão de energia por radiação da sua superfície (FERREIRA, 2017), conforme Figura 04.



Figura 04: Aplicação de Película Reflectante.
(vidraça clara com Película Reflectante e vidraça escura sem)

2.1.4 Sombreamento

Busca a redução dos ganhos solares através de projetos bem estruturados de forma que se reduza os ganhos excessivos de temperatura e radiação em períodos mais quentes sem que a iluminação natural seja prejudicada. Para tanto, o estudo geográfico da vizinhança e a sua contribuição no edifício se torna indispensável para a melhor adequação e estruturação do projeto (DEKAY e BROWN, 2004).

As técnicas de sombreamento podem ser aplicadas nas fachadas em seu interior ou exterior, que irão contribuir para a redução das temperaturas no ambiente interno das edificações (RALEGAONKAR e GUPTA, 2010). Vários métodos são utilizados para o sombreamento, tais como o sombreamento com vegetação como plantas e árvores (Figura 05); com pérgulas através da utilização de venezianas, toldos, etc (Figura 06); com cobogó que são parede com aberturas/frestas que a tornam ventiladas (Figura 07); com prateleira de luz que utilizam-se lâminas com divisões em duas partes (Figura 08); com brise que são venezianas metálicas instaladas que permitem o fluxo de ar (Figura 09); com brise de vidro que usa vidro com impedimento de radiação infravermelho (Figura 10), entre outras.

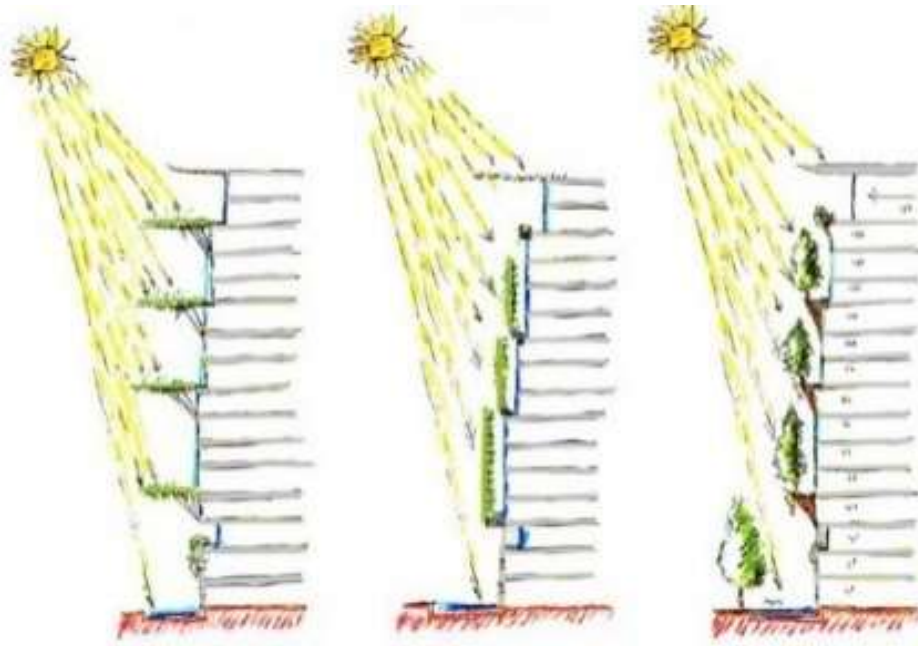


Figura 05: Sombreamento com Vegetação.
(utilização de plantas para a contenção dos raios solares e iluminações externas).



Figura 06: Sombreamento com Pérgula.
(utilização de ‘travessões’ de materiais como concreto armado, ferro, vigas de madeira, alumínio, bambú).



Figura 07: Sombreamento com Cobogó.
(elemento modular vertical, com diversos formatos, que auxiliam na contenção de luminosidade e calor).

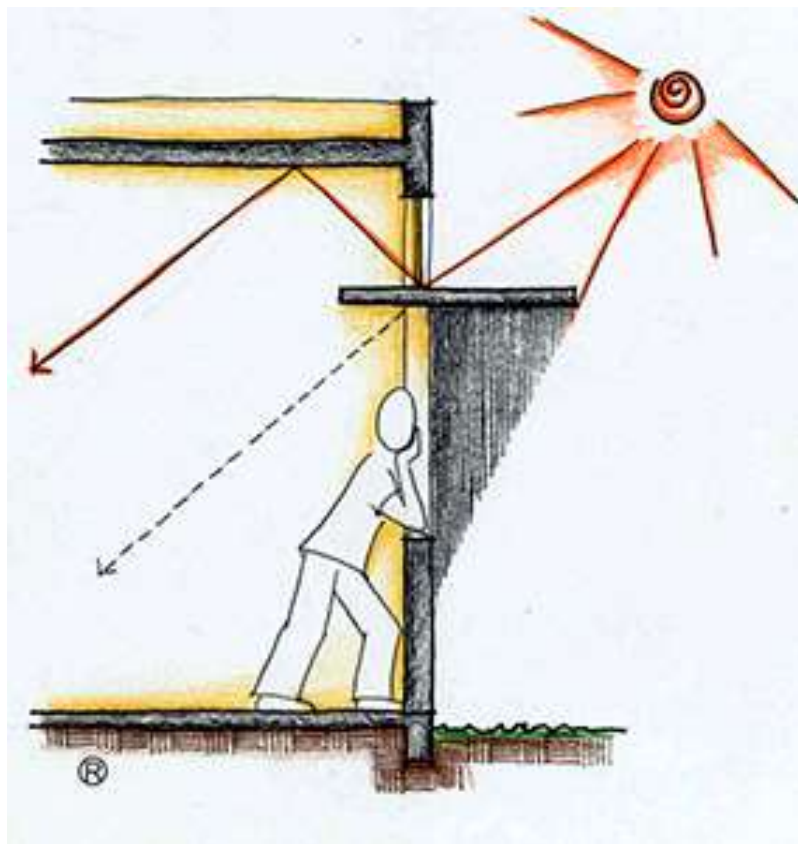


Figura 08: Sombreamento com Prateleira de Luz.
(utilização de uma prateleira horizontal que divide a janela em parte inferior e superior).



Figura 09: Sombreamento com Brise.
(estrutura, geralmente metálica, instalada para a contenção da incidência de raios solares).



Figura 10: Sombreamento com Brise de Vidro.
(estrutura de vidro instalada para a contenção da incidência de raios solares).

2.1.5 Pinturas Térmicas

Tem como princípio elevada refletância solar e baixa emitância. Sua usabilidade auxilia na redução das ilhas de calor e nos ganhos térmicos radioativos em ambientes urbanos. Sua aplicação acontece em revestimentos, paredes (Figura 11), painéis (Figura 12), telhados (Figura 13) e em membranas (Figura 14), esse último são criados os ‘telhados frios’ onde os mesmos refletem boa parte da radiação solar durante o dia e mantém as suas superfícies mais frias que telhados convencionais (GONÇALVES, 2014).



Figura 11: Aplicação de Tinta Térmica em Parede.



Figura 12: Aplicação de Tinta Térmica em Painéis.



Figura 13: Aplicação de Tinta Térmica em Telhados.



Figura 14: Aplicação de Tinta Térmica em Membranas.

Constanzo *et al.*, (2013) em seu estudo, mostra uma redução significativa da temperatura no uso dessa técnica em edifícios. Vale salientar que se tem literaturas que fazem ressalvas quanto ao uso dessas tintas em ambientes muito frios em virtude de gastar-se mais energia para o aquecimento do ambiente em períodos de inverno intensos. Já em Palmas – TO, onde as temperaturas são elevadas durante o ano inteiro, tal técnica poderá trazer economia com a sua aplicação, que é fruto deste estudo.

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1.1 Área de Estudo

De acordo com a estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2018), 1.572.866 é o número de habitantes residentes no Tocantins, ocupando o 24º lugar em população no Brasil. Com 277.720,404 km² ele é o 10º estado no ranking em área da unidade territorial e 22º no ranking de densidade demográfica com 4,98 hab/km². Suas fronteiras são com Goiás (sul), Bahia (sudeste), Mato Grosso (sudoeste), Maranhão (nordeste), Pará (noroeste) e Piauí (leste). É cortado por seus dois rios principais, Araguaia (37,7% das áreas do estado) e Tocantins (62,3%), conforme Figura 15, e a sua junção cria a maior bacia hidrográfica em solo brasileiro.



Figura 15: Mapa de Localização do Estado do Tocantins.
Fonte: Wikipédia 2011

As estações do ano são distribuídas basicamente em dois períodos: *seca* – de abril a setembro, com temperatura média em torno dos 32 °C; e, *chuvas* – de outubro a março e temperatura média de 25 °C, tendo como curiosidade o fato de as temperaturas médias serem 3 °C mais altas na região norte do que na região sul. A precipitação média anual de chuvas no estado varia entre 1.300 a 2.100mm, divididas nos dois períodos mencionados.

O estudo em questão foi realizado na capital mais jovem do Brasil, Palmas – TO. Segundo estimativas de 2019 do IBGE, sua população é de 299.127 habitantes e apresenta uma

densidade demográfica de 102,90 hab/km. Localizada na região central do estado, Palmas delimita-se ao Norte com os municípios de Lajeado e Aparecida do Rio Negro, ao Sul com Porto Nacional e Monte do Carmo, ao Leste com Novo Acordo e Santa Tereza do Tocantins, e a Oeste com o município de Miracema do Tocantins, conforme Figura 16.

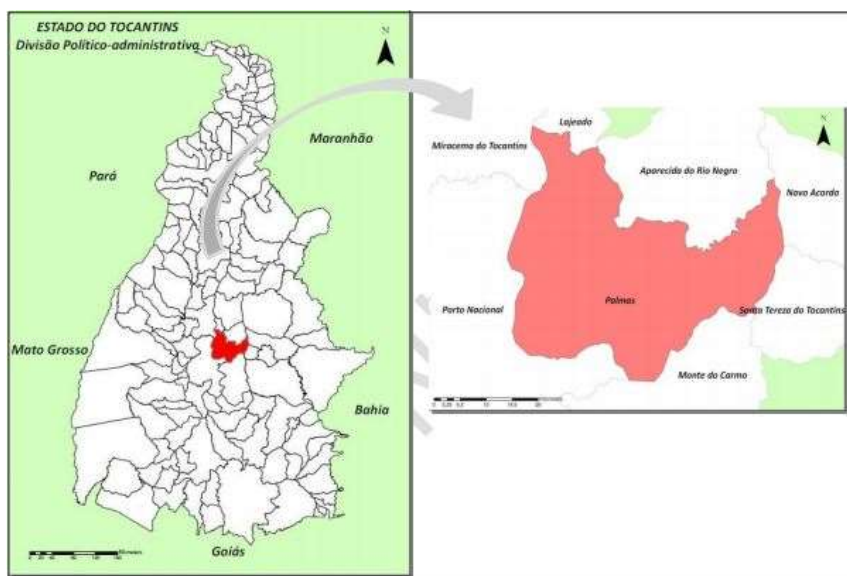


Figura 16: Mapa de Localização de Palmas – TO.

Fonte: Google Imagens (2011)

Os levantamentos foram realizados na Universidade Federal do Tocantins (UFT), localizada na Quadra 109 Norte, Avenida NS15, ALCNO-14 – Plano Diretor Norte, próximo ao complexo laboratorial do curso de Engenharia Civil (figuras 17 e 18).



Figura 17: Mapa da Localização do Campus UFT – Palmas – TO.
(Em vermelho a localização das células testes).

Fonte: Google Earth Adaptado (2019)



Figura 18: Local da realização do Estudo Teste.
Fonte: Foto do próprio autor

3.1.2 Células do Estudo

O estudo foi desenvolvido em duas células, construídas com materiais, medidas e inclinações semelhantes, onde uma delas recebeu algumas técnicas de arrefecimento passivo, que tiveram seus dados monitorados e avaliados. A outra célula foi utilizada sem alterações da sua concepção inicial, para que os dados com célula que recebeu as modificações fossem confrontados.

Suas estruturas foram igualmente concebidas. Externamente, em duas bases de concreto de $3 \times 3 \text{ m}^2$ a 4 m de distância uma da outra com altura de 5 cm partindo do solo. Receberam uma porta de OSB $0,8 \times 2,10 \text{ m}^2$ instalada para leste, uma janela com esquadria de alumínio e vidro comum e medidas $0,6 \times 0,6 \text{ m}^2$ posicionada a 1,5 m de altura na fachada norte, paredes de painéis OSB de 9,5 mm de espessura, telhas com revestimento termo acústicas (chapa metálica com EPS de 30 mm) inclinadas de 10% em duas águas (direção norte-sul), finalizando as estruturas com medidas de $2,4 \times 2,4 \times 2,4 \text{ m}^3$. Internamente suas paredes receberam forração de lã de vidro com 20mm de espessura.

3.2 TÉCNICA APLICADA

Os testes foram realizados de forma que a Célula Teste CT 01 recebeu a aplicação de pintura térmica e a CT 02 permaneceu da forma inicial da sua concepção. Fez-se necessário dessa maneira para que os dados obtidos fossem comparados, o que possibilitou tomar-se a decisão da viabilidade ou não do investimento na técnica usada, objeto central do estudo.

A aplicação da pintura térmica foi realizada na CT 01, que recebeu três demãos (seguindo instruções do fabricante) de pintura com tinta reflectante na cor branca. Ressalta-se que o trabalho foi desenvolvido nas faces externas das paredes e do telhado

3.3 EQUIPAMENTOS

3.3.1 Condicionado de Ar

Dois condicionadores de ar Split 12.000 btus (Figura 19), em em cada CT, foram utilizados para o resfriamento dos ambientes das CT's 01 e 02. Os equipamentos foram instalados nas partes superior das células, sendo as evaporadoras nos ambientes internos e as condensadoras externamente. A adoção do mesmo permitiu que os dados de consumo de energia elétrica fossem coletados.



Figura 19 – Condicionador de ar Split12.000Btus
Fonte: Célula 01 / Célula 02 (in loco - 2019)

3.3.2 Medidor de Energia

Foram utilizados dois medidores de consumo de energia, um ELO 2101L e outro Elster A 102C RC, ambos Monofásicos 2 fios 220v (Figura 20). Tais equipamentos foram ligados simultaneamente, um em cada célula e em tempos iguais, para coletar os dados da energia elétrica utilizada em cada célula, que foram comparados e confrontados com a tabela vigente de cobrança do kW/h que, resultou-se nas informações financeiras para análises e verificações da viabilidade de aplicações do estudo em construções de grande porte, no que diz respeito ao uso de materiais e técnicas semelhantes as estudadas.

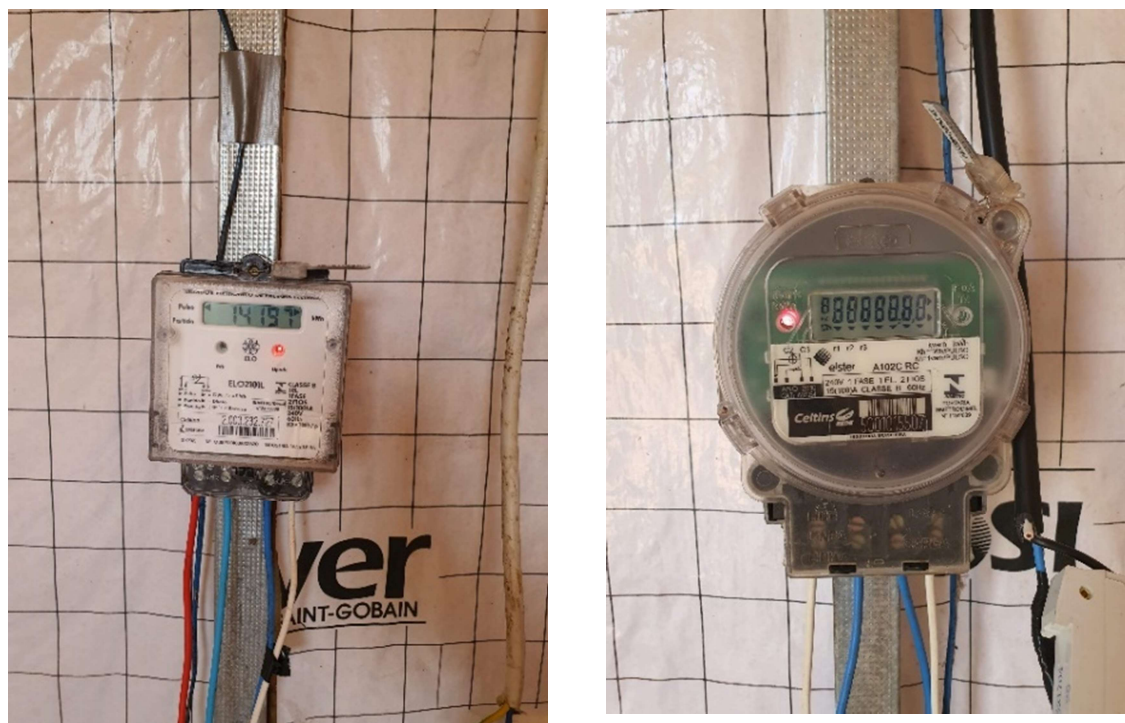


Figura 20: Medidores de Consumo de Energia
Fonte: Célula 01 / Célula 02 (in loco - 2019)

3.3.3 Data Logger Hobo

Os equipamentos foram utilizados na realização de aferições das temperaturas e umidades internas dos ambientes da CT 01 e CT02. Ambas as células receberam dois equipamentos (Figura 21), que foram instalados dois nas fachadas norte e sul, a um metro do piso (maior incidência solar) e o segundo, também a um metro do chão, na fachada sul (com menor incidência solar). Eles foram programados para coletar os dados em intervalos iguais e simultaneamente para que as informações fossem as mais precisas possíveis.



Figura 21: Data Logger Hobo
Fonte: Site onsetcomp.com (2019)

3.4 PROCEDIMENTOS

Os ensaios foram realizados no mês de outubro, em dias de estiagem, ensolarados e de altas temperaturas. Viabilizaram que os dados fossem os mais significativos possíveis, pois mostraram o uso das células quase em seu limite, no que diz respeito às temperaturas elevadas nos ambientes internos.

As medições foram realizadas, simultaneamente e igualmente, nas construções CT 01 e CT 02 durante 06 (seis) dias, com medições realizadas nos períodos matutino e vespertino, com duração de três horas cada, totalizando 12 medições. A concepção das células foi a mesma, com medidas, materiais, volumes semelhantes e cada uma teve sua função no estudo. A CT 01 recebeu a aplicação da tinta térmica e a CT 02 permaneceu na sua forma original para que os dados sejam comparados em relação às modificações aplicadas.

A técnica de arrefecimento passivo utilizada (pintura térmica), foi aplicada em três demãos com tinta reflectante das paredes externas e no telhado da CT 01. Esse processo possibilitou que parte dos raios solares recebidos pela CT 01 fossem ‘barrados’ e não agiram em sua totalidade na célula, o que fez com que a temperatura do seu ambiente interno fosse menor que na CT 02, resultado ocasionado pelo princípio da refração dos raios solares.

Levando-se em consideração as técnicas usadas, foram coletados os dados em todas as medições, possibilitando comparativos e proposições para o seu melhor e mais adequado uso, tendo por finalidade as melhores adequações dos ambientes para a vivência/convivência dos membros que ali frequentarem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os estudos realizados não apresentaram o resultado esperado mediante as dificuldades que aconteceram para que o mesmo ocorresse em sua plenitude, sendo que, esforços não faltaram com intuito de adequar-se aos parâmetros adequados.

Para o correto desenvolvimento do estudo necessitava-se que os dois condicionadores de ar fossem idênticos, inverter e com suas cargas iguais para que, ligados simultaneamente, trabalhassem nas mesmas condições. Os aparelhos utilizados tinham a mesma potência, mas não eram inverter e não eram da mesma marca.

Outro fator foi relevante para que os dados encontrados não fossem os esperados, que foi o início do período chuvoso em Palmas, local da realização dos testes. Isso acarretou no aumento da umidade e diminuição das temperaturas. Tal fato aconteceu em virtude da tardia disponibilidade dos equipamentos e suas corretas instalações.

O objetivo inicial do estudo era de serem coletados e analisados os dados e, afinal do levantamento, possibilitar que fosse tomada a decisão de utilizar-se a tinta comum ou a tinta térmica na pintura do imóvel, tendo em vista a redução no valor final das contas de energia dos imóveis em que as tintas fossem aplicadas. Um dos fatores a serem comparados foi o do investimento nas tintas e suas aplicações, mas que não tem fator determinante, pois as mesmas têm valores equiparados no mercado levando-se em consideração materiais de qualidades e suas aplicações semelhantes. Outro fator analisado foi a apresentação do comparativo do consumo de energia das células estudadas em KW/h, quando utilizando-se os condicionadores de ar ligados, possibilitando a tomada de decisão referente à sua redução do valor final em reais (R\$).

Para o desenvolvimento desse estudo, a coletas dos dados das temperaturas internas foram realizadas pelos equipamentos HOBO's 01 e 02 instalados na Célula 01 e HOBO's 03 e 04 na Célula 02. Abaixo apresento os gráficos/ilustrações criados para fundamentação das análise e conclusões do estudo em questão.

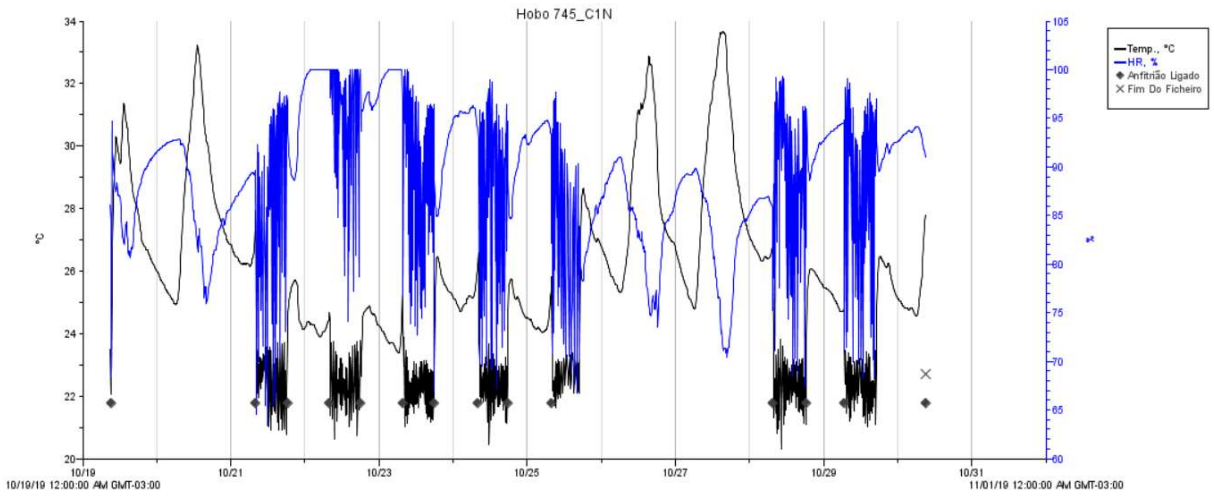


Figura 22: Dados coletados pelo HOB0 01 da Célula 01

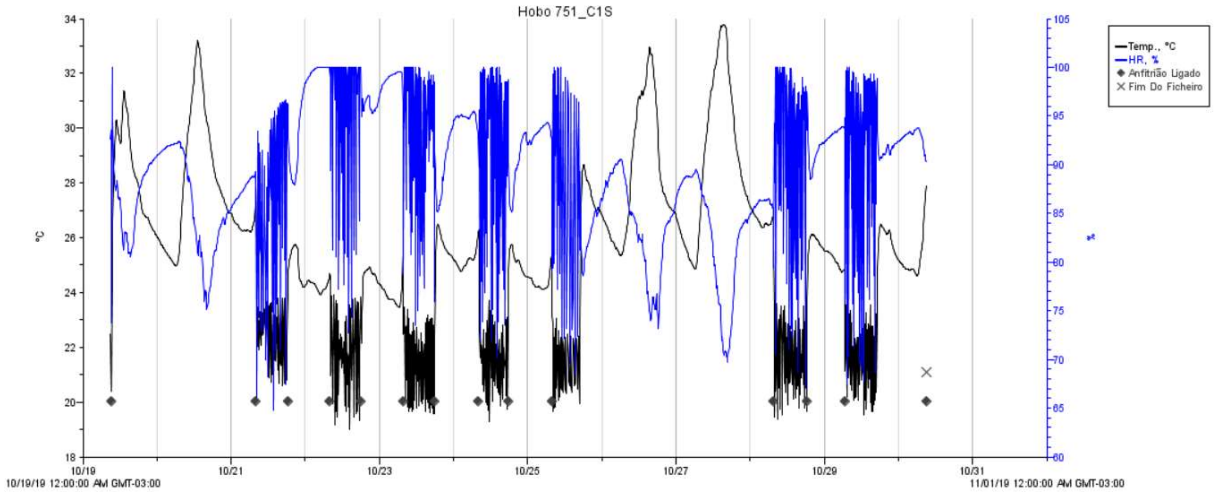


Figura 23: Dados coletados pelo HOB0 02 da Célula 01

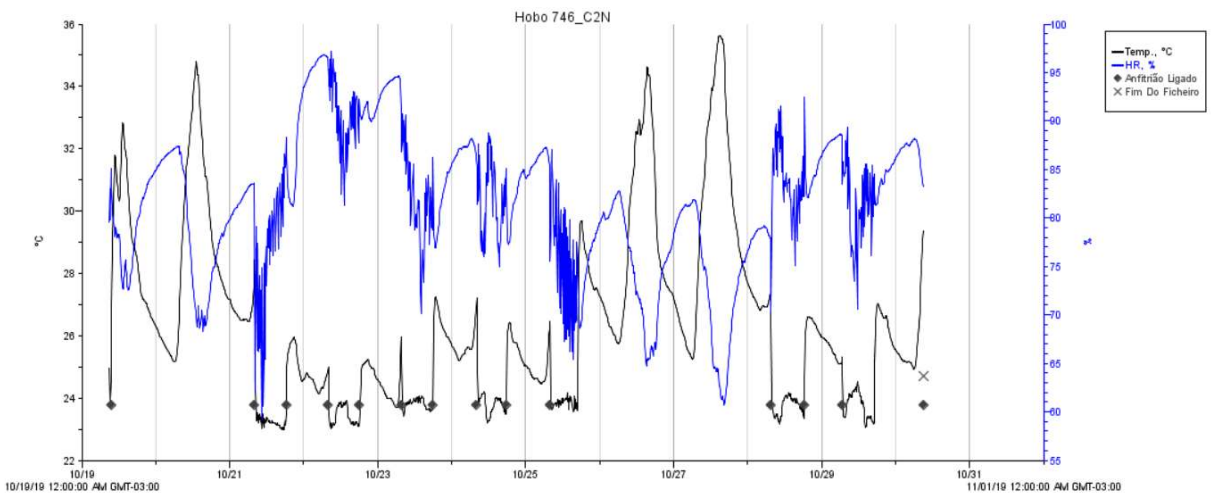


Figura 24: Dados coletados pelo HOB0 01 da Célula 02

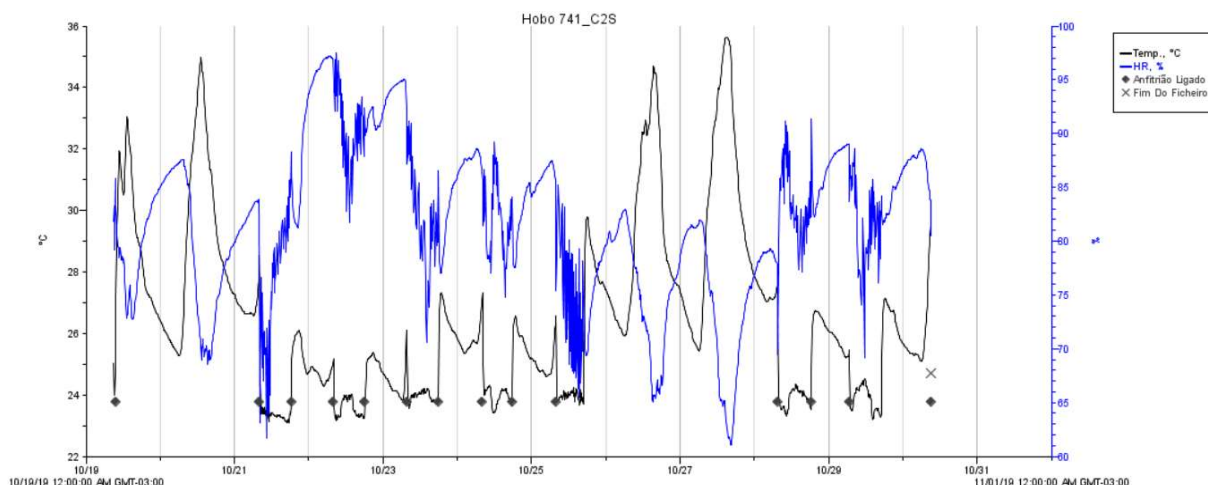


Figura 25: Dados coletados pelo HOB0 02 da Célula 02

4.1 REALIZAÇÃO DO ENSAIO

Os estudos foram realizados entre os dias 19/10/19 e 30/10/19 e foi definido, no seu início, que seriam coletados dados com os condicionadores de ar ligados simultaneamente durante o dia (07:00 às 17:59). Já com os equipamentos desligados, seriam coletados os dados no período noturno (18:00 às 06:59) e aos finais de semana.

No período de coleta de dados observou-se a mudança do clima, em que, inicialmente estabeleceu-se que os mesmos seriam coletados no período mais quente do ano, mas com o início das chuvas, as temperaturas diminuiram e o resultado ficou comprometido.

De qualquer forma, o estudo realizado contém informações para procedermos a análise do comportamento das temperaturas nas células comparando-as com a temperatura ambiente de onde elas estão instaladas. Então, conforme relacionado acima, os comparativos serão descritos nos horários em que os condicionadores de ar foram acionados (durante o dia) e com eles desligados (período noturno e durante todos os horários dos finais de semana).

4.1.1 Dados com condicionadores de ar ligados

Para a realização do estudo utilizando o condicionador de ar foram coletados, através de dois HOB0's, o total de 876 dados que informavam as datas, os horários das coletas (que eram realizados a cada 10 min), qual equipamento es coletou (HOB0 01 ou HOB0 02) e a umidade relativa (também a cada 10 minutos). Também foram usados dados das temperaturas e umidade Relativas externas das Células, extraídos do site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Ao final, a análise do levantamento mostrou que com o condicionador ligado na Célula 01 (TT), a temperatura média mais baixa coletada internamente foi de 21,54 °C, a mais alta 26,88 °C e teve-se média de 22,29 °C. Já na Célula 02 (TC), a mais baixa foi de 23,08 °C a mais alta foi de 28,34 °C e obteve-se uma média de 23,92° C. No contexto geral do estudo, a temperatura da Célula 01 (TT) foi de 1,63 °C mais baixa do que a da Célula 02 (TC).

Dados com Condicionadores de Ar ligados (dia)				
Descrição	T. Mais Baixa (°C)	T. Mais Alta (°C)	Média (°C)	Diferença TT - TC (°C)
Célula 01 (TT)	21,54	26,88	22,29	-1,63
Célula 02 (TC)	23,08	28,34	23,92	

Tabela 01: Dados Condicionadores de Ar ligados (período diurno)

A tabela 01 nos mostra que com a aplicação da Tinta Térmica, em média e nas condições dos estudos, poderá apresentar ambientes com temperatura 1,63 °C menor que em obras com aplicação de Tinta Comum. Isso não quer dizer assim permanecerá, pois, outros fatores não foram analisados como a movimentação de pessoas, utilização de aparelhos eletrônicos, equipamentos de máquinas industriais, entre outros, que são fatores determinantes para a mudança de temperatura interna dos ambientes.

Parar uma melhor percepção, foi realizado um estudo tomando como base os aparelhos de ar condicionado ligados durante o dia, e comparando seus consumos em kWh e seus valores em reais, obtendo-se o resultado abaixo. Como critério foram utilizados os dados de uma residência familiar, de consumo moderado entre 100 e 250 kWh e com todos os impostos embutidos.

Condicionadores de Ar Ligados (dia) Comparativo Célula 01 (TT) com Célula 02 (TC) - KW/h Para uso de 10 horas durante o dia						
Descrição	Consumo Diário (Kw/h)	Valor Kw/h (R\$)	Valor Total (R\$)	Diferença TT - TC (R\$)	Mês	Diferença valor Mensal (R\$) TT - TC
Célula 01 (TT)	3,22	0,93	2,99	-0,33	30	-10,04
Célula 02 (TC)	3,58	0,93	3,33			

Tabela 02: Comparativo de consumo em kWh e reais (R\$)

A tabela 02 nos informa o valor médio aproximado de economia, no valor de R\$ 10,44 que a Célula 01 (TT) terá em comparação à Célula 02 (TC) com os aparelhos ligados aproximadamente 10 horas por dia e nas mesmas condições de temperatura e umidade.

Também foram comparados os dados em relação à temperatura externa, com informações retiradas do site do INMET, o que se observou a variação dos 1,63 °C da comparação das Células 01 e 02, mas com temperaturas 6,98 °C (TT) e 5,36 °C (TC) mais baixas que as dos ambientes externos:

Condicionadores de Ar Ligados (dia) Comparativo Célula 01 (TT) com Temperatura INMET				
Descrição	T. Mais Baixa (°C)	T. Mais Alta (°C)	Média (°C)	Diferença TT - INMET (°C)
Célula 01 (TT)	21,54	26,88	22,29	-6,98
Temperatura INMET	23,00	36,70	29,28	

Tabela 03: Comparativo Célula 01 (TT) com Temperatura INMET

Condicionadores de Ar Ligados (dia) Comparativo Célula 02 (TC) com Temperatura INMET				
Descrição	T. Mais Baixa (°C)	T. Mais Alta (°C)	Média (°C)	Diferença TC - INMET (°C)
Célula 02 (TC)	23,08	28,34	23,92	-5,36
Temperatura INMET	23,00	36,70	29,28	

Tabela 04: Comparativo Célula 02 (TT) com Temperatura INMET

4.1.2 Dados com condicionadores de ar desligados durante o dia

Com relação aos dados coletados pelos HOBO's durante o dia, em que os condicionadores de ar estavam desligados, o número de coletas foi de 576 dados, ao que tivemos os resultados das médias internas das temperaturas da seguinte forma: mais baixa da Célula 01 (TT) de 21,29 °C, a mais alta 33,72 °C e média de 29,59 °C. Já com relação aos dados das médias Célula 02 (TC), as informações foram: temperatura mais baixa 23,94 °C, média mais alta 35,61 e média de 30,82°C o que nos mostra que a Célula 01 teve, no contexto geral, uma média de 1,23 °C a menos que a Célula 02. O comparativo mostra a ação de refração da TT, ao qual reflete os raios solares e auxilia na diminuição da temperatura interna na Célula 01.

Dados com Condicionadores de Ar desligados (dia)				
Descrição	T. Mais Baixa (°C)	T. Mais Alta (°C)	Média (°C)	Diferença TT - TC (°C)
Célula 01 (TT)	21,29	33,72	29,59	-1,23
Célula 02 (TC)	23,94	35,61	30,82	

Tabela 05: Dados Condicionadores de Ar desligados (período diurno)

Nas tabelas 06 e 07, a seguir, vê-se mais claramente a ação de refração e auxílio na diminuição do calor da TT. Segundo o levantamento, em média, a temperatura interna na Célula 01 foi 0,88 °C mais baixa que a média das temperaturas externas coletadas no site do INMET. Já da Célula 02 foi 0,35 °C mais alta que os dados do Instituto. Isso nos demonstra que, mesmo sem a utilização de condicionadores de ar, a temperatura interna da Célula 01 será menor que do lado de fora e permanecerá com ambiente mais agradável.

Condicionadores de Ar Desligados (dia) Comparativo Célula 01 (TT) com Temperatura INMET				
Descrição	T. Mais Baixa (°C)	T. Mais Alta (°C)	Média (°C)	Diferença TT - INMET (°C)
Célula 01 (TT)	21,29	33,72	29,59	-0,88
Temperatura INMET	23,10	36,20	30,46	

Tabela 06: Comparativo Célula 01 (TT) com Temperatura INMET (dia)

Condicionadores de Ar Desligados (dia) Comparativo Célula 02 (TC) com Temperatura INMET				
Descrição	T. Mais Baixa (°C)	T. Mais Alta (°C)	Média (°C)	Diferença TC - INMET (°C)
Célula 02 (TC)	23,94	35,61	30,82	0,35
Temperatura INMET	23,10	36,20	30,46	

Tabela 07: Comparativo Célula 02 (TC) com Temperatura INMET (dia)

4.1.3 Com condicionadores de ar desligados durante a noite

Tendo como base os dados coletados pelos HOBO's durante a noite com os equipamentos desligados temos a seguinte média: foram 1716 dados coletados, e para a Célula 01 (TT) temperatura mais baixa 20,38 °C, mais alta 31,10 °C e de média 25,72 °C. Já para a Célula 02 (TC) obteve-se de média mais baixa 23,16 °C, mais alta 31,91 °C e média de 26,22 °C. Confrontando os dados, chegou-se à conclusão de que a Célula 01 (TT), em média do estudo visto como um todo, ficou com 0,5 °C a menos que a Célula 02 (TC).

Dados com Condicionadores de Ar desligados (noite)				
Descrição	T. Mais Baixa (°C)	T. Mais Alta (°C)	Média (°C)	Diferença TT - TC (°C)
Célula 01 (TT)	20,38	31,1	25,72	-0,5
Célula 02 (TC)	23,16	31,91	26,22	

Tabela 08: Dados Condicionadores de Ar desligados (período noturno)

Já em comparação com relação as temperaturas externas, as tabelas 09 e 10 nos mostram que os ambientes internos apresentam dados da Célula 01 0,38 °C e Célula 02 0,88 °C superiores ao ambiente externo, mesmo assim, a temperatura da Célula 01 continua inferior à da Célula 02. Isso dá-se pela diminuição natural das temperaturas externas coletadas e pelo fato de não haver ventilação interna nas células, situação ocorrida durante todo o estudo.

Condicionadores de Ar Desligados (noite) Comparativo Célula 01 (TT) com Temperatura INMET				
Descrição	T. Mais Baixa (°C)	T. Mais Alta (°C)	Média (°C)	Diferença TT - INMET (°C)
Célula 01 (TT)	20,38	31,10	25,72	0,38
Temperatura INMET	21,70	33,22	25,34	

Tabela 09: Comparativo Célula 01 (TT) com Temperatura INMET (noite)

Condicionadores de Ar Desligados (noite) Comparativo Célula 02 (TC) com Temperatura INMET				
Descrição	T. Mais Baixa (°C)	T. Mais Alta (°C)	Média (°C)	Diferença TC - INMET (°C)
Célula 02 (TC)	23,16	31,91	26,22	0,88
Temperatura INMET	21,70	33,22	25,34	

Tabela 10: Comparativo Célula 02 (TT) com Temperatura INMET (noite)

CONCLUSÃO

Devido aos parâmetros da execução não serem fidedignos ao apresentado conforme previsão inicial e por possuírem boas margens de erros, fez-se necessário que os dados não sejam utilizados para o fim proposto em sua plenitude. Pela situação apresentada, os dados do estudo possibilitaram a análise das informações coletadas das duas células colocando como base a aplicação da Técnica de Arrefecimento Passivo de Tinta Térmica (TT) em relação a uma Tinta Comum (TC), sendo ambas aplicadas e com cores semelhantes.

Confrontando as informações coletadas conclui-se que a utilização da Tinta Térmica, para o ambiente estudado e com as características apresentadas, deve ser analisada com cautela. Isso porque existem poucos estudos quanto à durabilidade das tintas, os estudos devem seguir padrões que minimizem os erros, o melhor período para os estudos é entre os meses de abril e setembro, entre outras informações que, no contexto geral do estudo, não possibilita que se indique fielmente dados pelo uso de Tinta Térmica ou Tinta Comum.

É correto afirmar que o consumo de energia elétrica em residências que tem aplicação da TT será menor. Mas, estando os parâmetros em discordância dos necessários para seu correto estudo, não se pode afirmar com clareza o valor dessa economia e sim, apenas dados aproximados. Parametrizando o estudo realizado levando-se em consideração equipamentos, carga de gás, medidores de energia, temperatura e dimensões das células iguais e, analisando-se e comparando-se a durabilidade das tintas, ao final, dar-se-ão dados consistentes para a correta tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSTANZO, V; EVOLA, G; GAGLIANO, A; MARLETTA, L; NOCERA, F. (2013) *Study on the Application of legal paints for the passive cooling of existing buildings in Mediterranean climates, Mechanical Engineering*. Artigo 413675 (2013).

DEKAY, M.; BROWN, G. (2004) *Sol, Vento e Luz. Estratégias para o projeto de arquitetura*. Trad. Alexandre F. da Silva. 2ª ed. Ed. Bookman. Porto Alegre, Brasil.

GEETHA, N; VELRAJ, R. (2012) *Passive cooling methods for energy efficient buildings with and whitout termal energy storage – A review*, Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research. Vol. 29 (2012) pp. 913 – 946.

FERREIRA, M. (2017) *Isolamentos térmicos reflectantes de baixa emissividade – Desempenho, aplicações, otimização e comparação com outros isolamentos*. Tese de Doutorado. FEUP, Porto, Portugal.

FIGUEIREDO, C. (2007) *Ventilação natural em edifícios de escritórios na cidade de São Paulo: limites e possibilidades do ponto de vista do conforto térmico*. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, Brasil.

GONÇALVES, L 2014 *Avaliação do desempenho térmico de tintas reflectantes em fachadas por análise termográfica*. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciência e Tecnologia, Brasil.

HARMON e HOFF. (2005) *Designing natural ventilation systems*.

PEREZ, I.; OSTERGAARD, P. (2018) *Activ and passive cooling methods for dwellings: A review*. Benewable and Sustainable Energy Reviews Vol. 82 (2018) pp 531 – 544.

PRIETO, A; KNAACK, U; AUER, T. (2018) *Passive cooling & amp; climate responsive façade design: Exploring the limits of passive cooling strategies to imrprove the performance of comercial buildings in warm climates*, Journal: Energy and Buildings. Vol. 175 (2016) pp. 30 – 47.

RALEGAONKAR, R.; GUPTA, R. (2010) *Review of inteligente building construction: A passive solar architecture approach*. Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol. 14 (2010) pp 2.238 – 2.242.

SADINENI, S.; MADALA, S; BOEHM, R. (2011) *Passive building energy savings: A review of buildings envelope componentes*. Renewable ans Sustainable Energy Vol. 15 (2011) pp 3617 – 3631.

SANTAMOURIS, M; PAVLOU, K; SYNNEFA, A; NIACHOU, K; KOLOKOTSA, D. (2007) *Recente progresso n passive cooling techniques: Advanced technological developments to improve survivability levels in low-income households*, Jounal: Energy and Buildings. Vol. 39 (2007) pp 859 – 866.

ZINZI, M.; AGNOLI, S. (2012) *Cool and green roofs. Na energy and confort comparison betwwn passive cooling and mitigation urban heat island techniques for residential buildings in the Mediterranean region*, Journal: Energy and Buildings. Vol. 55 (2012) pp. 66 – 76.

Documentos candidatos

- abepro.org.br/biblio... [0,62%]
- passeldireto.com/arq... [0,46%]
- zoom.com.br/ar-condi... [0,29%]
- webarcondicionado.co... [0,17%]
- quatrorodas.abril.co... [0,1%]
- g1.globo.com/fantast... [0,1%]
- amazon.com.br/Exergy... [0,09%]
- journals.elsevier.co... [0,05%]
- academia.edu/7820759... [0,03%]
- pt.scribd.com/docume... [0,03%]

Arquivo de entrada: TCC II - RODRIGO BRANDÃO PIRES.docx (5750 termos)

Arquivo encontrado	Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)
abepro.org.br/biblio...	3576	58	0,62
passeldireto.com/arq...	946	31	0,46
zoom.com.br/ar-condi...	2105	23	0,29
webarcondicionado.co...	983	12	0,17
quatrorodas.abril.co...	1092	7	0,1
g1.globo.com/fantast...	3235	9	0,1
amazon.com.br/Exergy...	846	6	0,09
journals.elsevier.co...	1813	4	0,05
academia.edu/7820759...	286	2	0,03
pt.scribd.com/docume...	211	2	0,03