



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

RODRIGO COSTA BARROS

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA CÁLCULO
DE CARGA TÉRMICA EM SMARTPHONES ANDROIDS**

São Luís

2017

RODRIGO COSTA BARROS

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA CÁLCULO
DE CARGA TÉRMICA EM SMARTPHONES ANDROIDS**

Projeto de Monografia apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica e Produção da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para conclusão do Curso de Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof.º Carlos Ronyhelton Santana de
Oliveira

São Luís

2017

Barros, Rodrigo Costa.

Proposta de desenvolvimento de um aplicativo para cálculo de carga térmica em smartphones androids / Rodrigo Costa Barros. – São Luís, 2017.

72 folhas.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2017.

Orientador: Prof. Carlos Ronyhelton Santana de Oliveira.

1. Conforto térmico. 2. Carga térmica. 3. Aplicativo. I. Título.

CDU 536.2:004.4

RODRIGO COSTA BARROS

**PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA CÁLCULO
DE CARGA TÉRMICA EM SMARTPHONES ANDROIDS**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica e Produção da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para conclusão do Curso de Engenharia Mecânica.

Aprovado em: 27 / 06 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Carlos Ronyhelton Santana de Oliveira (Orientador)

Departamento de Engenharia Mecânica e Produção
Universidade Estadual do Maranhão

Prof.º Kaio Henrique Ferreira Nogueira de Nogueira

Departamento de Engenharia Mecânica e Produção
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Pedro Batalha Gonçalves Filho

Departamento de Ensino
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

À minha mãe, que sempre abriu mão de tudo pelos nossos sonhos e ao meu pai, que sempre faz o possível para contribuir com nosso sucesso.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, que não mede esforços para estar junto dos filhos, sempre batalhou e abriu mão de seu futuro para cuidar dos filhos e sempre esteve presente quando precisei. A que tem o coração mais puro, minha flor, minha querida rosa, marcada em minha pele para que você sempre me acompanhe e me guie onde quer que eu vá. Ao meu querido pai, que sempre vai ser um exemplo de força, disciplina e honestidade para mim, que nunca deixou faltar nada em casa, sempre dando o melhor conforto e educação. É um guerreiro, que passou por dificuldades quando jovem, mas mostra que é possível vencer na vida, basta querer. É um cara ‘durão’, mas com coração de pudim. Amo vocês, meus queridos pais.

Aos meus irmãos, que sempre me apoiaram e me ajudaram quando precisei. Minha ‘Cricri’, que puxou o dom dos pais de abrir mão de algumas coisas para ajudar quando precisei. Nas minhas viagens, nas minhas saídas e na minha vida. A mãe do ‘bubu’ e de todos os animais se pudesse (e se mamãe deixasse, risos). A que gosta de contar e saber logo o final dos filmes, leitora e viajante. À Giovane, “mano”, que sempre foi melhor em tudo (risos) e em quem me espelho. O líder em ‘Jumanji’, que não perde o espírito de criança quando estamos juntos e sempre está de bom humor pra fazer as coisas. Sinto saudades e amo vocês.

À “Cota”, que é uma ‘irmã adotiva’, sempre ajudou quando precisei. A chocólatra, a que nunca se assusta com filme de terror. Saudades. Aos meus amigos, com quem passei minha infância e essa amizade dura até hoje. À Ricardo, Daniel, Neto, Paulinho, Jonathan, Pablo, Andrezinho e Rafa Henry, que quando estamos juntos é uma reunião de mitos. Aos amigos que fiz graças à eles, Frabriiiiizio e Andy, que são tão especiais quanto. Aos amigos que fiz no colégio, James, Yago, Alex-kiss, Rafa, SeninhaPriscilla, Pedro Igor, Rubião, Epa, Rudson, Vanilson e Juninho. Tenho tanta saudade dessa época e de vocês. À Leandrinho e Gui, que me ajudaram nessa nova etapa da minha vida em Palmas e com quem posso contar.

À turma mais unida da Engenharia Mecânica, turma 2011.2. Que sempre fez história onde passou. Lembrarei de todos com carinho. Em especial à Rapha, Kayo, Toru e Marcelinho, que sempre estivemos juntos nos momentos mais difíceis e nos mais felizes. À Carlos, aquele cara que você sempre pode contar. Que se dá mal, mas sempre vai ajudar os amigos. Meu amigo e agora professor, que superou todos os obstáculos. Um vencedor. À pessoa mais especial que conheci: Jeissinha. “O casal que você respeita” (risos). Que sempre me ajudou e me dá os conselhos duros, mas necessários. Mãe da nossa Aurora. Te amo.

À minha madrinha e suas filhas que chamo de “tias”, que sempre estão de portas abertas pra me receber e acolher. Saudades daquela época, dos bolos e festas de aniversário. Saudades dos passeios e dos colos que recebia.

“Se eu enxerguei mais longe, foi porque me apoiei nos ombros de gigantes”.

Isaac Newton

RESUMO

O projeto consiste na proposta de desenvolvimento de um aplicativo para smartphone androids com o objetivo de facilitar e tornar prático o cálculo de carga térmica de um determinado ambiente. Após uma breve pesquisa no mercado de aplicativos disponíveis, fica evidente a carência de um aplicativo para realizar tal cálculo, o que pode nos auxiliar no momento da compra de um condicionador de ar sem que precisemos da ajuda de um profissional da área, muitas vezes cobrando apenas para realizar esse levantamento. Ao decorrer do projeto, foi possível compreender quais fatores influenciam para chegarmos à sensação de conforto térmico e os parâmetros envolvidos para o cálculo de carga. Buscou-se a todo o momento cumprir o cronograma estabelecido na fase inicial do projeto, bem como as atividades realizadas que foram: pesquisa bibliográfica sobre os conceitos que envolvem conforto térmico e carga térmica; escolher os parâmetros necessários a fim de tornar prático o cálculo de carga térmica sem que o resultado fique “distante” do resultado do cálculo envolvendo todos os parâmetros necessários e de um estudo mais aprofundado; estudo da programação e da linguagem XML e JAVA e desenvolvimento da programação para criação do aplicativo. Após determinar os parâmetros necessários para serem utilizados no aplicativo, iniciou o estudo e desenvolvimento da programação para desenvolver o mesmo e por fim, comparação do resultado do aplicativo com um projeto desenvolvido envolvendo vários outros parâmetros, com o objetivo de constatar sua eficiência e caso seja necessário, realizar eventuais melhorias.

Palavras-chave: 1. Conforto Térmico; 2. Carga Térmica; 3. Aplicativo

ABSTRACT

The project consists of the proposal to develop an application for smartphones androids in order to facilitate and make practical the calculation of the thermal load of a given environment. After a brief survey of the available applications market, the lack of an application to realize this calculation is evident, which can help us when purchasing an air conditioner without the help of a professional in the area, often charging Only to carry out this survey. During the course of the project, it was possible to understand which factors influence to reach the sensation of thermal comfort and the parameters involved for the calculation of load. It was sought at all times to comply with the schedule established in the initial phase of the project, as well as the activities carried out that were: bibliographic research on the concepts that involve thermal comfort and thermal load; To choose the necessary parameters in order to make the calculation of thermal load practical without the result being "distant" from the result of the calculation involving all the necessary parameters and of a more detailed study; Study of XML and JAVA programming and language, and development of programming for application creation. After determining the parameters necessary to be used in the application, started the study and development of the programming to develop the same and finally, comparison of the result of the application with a developed project involving several other parameters, in order to verify its efficiency and if it is make any improvements.

Keywords: 1. Thermal Comfort; 2. Thermal Load; 3. Application

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa metabólica em função da atividade realizada.....	29
Tabela 2 - Ambiente térmico aceitável para conforto geral	32
Tabela 4 - Categorias de conforto térmico e respectivas percentagens de insatisfeitos devido ao conforto térmico geral e desconforto localizado	33
Tabela 5 - Estimativa rápida de carga térmica.	46
Tabela 6 - Ganho por condução.....	46
Tabela 7 - Ganho devido ao Sol.....	47
Tabela 8- Ganho devido às pessoas.....	47
Tabela 9- Dimensões da academia Moving, Piso 1	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho esquemático de um condicionador de ar criado por Willis Carrier	19
Figura 2 – Escala de sensação térmica	32
Figura 3 – Gráfico da relação entre PMV e PPD.....	32
Figura 4 - Os arquivos do projeto na vista do Android.	35
Figura 5 - Os arquivos do projeto na vista “Problems” mostrando um arquivo de layout com problema.	36
Figura 6 - A janela principal do Android Studio.	37
Figura 7 – Exemplo de arquivo XML	39
Figura 8 – Interface do App Calc Térmica evidenciando o Material Design	41
Figura 9 - Tela do menu principal (versão 2015).....	48
Figura 10 - Tela principal (versão 2017).....	48
Figura 11 – Atalhos realocados.....	49
Figura 12 – Campo a ser preenchido com a constante da janela exposta ao sol	49
Figura 13 – Lista com as constantes de cada janela exposta ao sol.....	50
Figura 14 – Campo a ser preenchido de acordo com o número de pessoas e seus movimentos.....	50
Figura 15 – Campos a serem preenchidos com as dimensões do recinto	51
Figura 16 – Campo a ser preenchido com a potência total de todos os aparelhos elétricos.....	51
Figura 17 – Tela calculadora de potências.....	52
Figura 18 – Etapa final para o cálculo	52
Figura 19 – Aba da calculadora.....	53
Figura 20 – Informações sobre o aplicativo.....	53
Figura 21 – Detalhe dos ícones na parte superior.....	54
Figura 22 – Aba para ajuda.....	54
Figura 23 – Tela de instruções de como preencher os campos em branco do parâmetro Recinto.....	55
Figura 24 – Exemplo salvo no histórico do aplicativo.....	55
Figura 25 – Preenchimento da constante das janelas e número de pessoas	63
Figura 26 – Dimensões do recinto.....	63
Figura 27 – Ganho quanto à iluminação e aparelhos elétricos.....	64

LISTAS DE SIGLAS

APIs	<i>Application Programming Interface</i>
APP	<i>Application</i>
APK	<i>Android Package</i>
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
ENIAC	<i>Electrical Numerical Integrator and Calculator</i>
EUA	Estados Unidos da América
GPRS	<i>General Packet Radio Services</i>
GSM	<i>Global System Mobile</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IDEN	<i>Integrated Dispatch Enhanced Network</i>
ISSO	<i>International Organization for Standardization</i>
MSD-DOS	<i>Microsoft Disk Operating Systems</i>
NKD	<i>Novell Developer Kit</i>
PMV	<i>Predicted Mean Vote</i>
PPD	<i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i>
SGML	<i>Standard Generalized Markup Language</i>
VRF	<i>Variable Fluid Refrigerant</i>
VAC	Volume de Ar Constante
VAV	Volume de Ar Variável
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

Q = fluxo de calor em kcal/h;

A = área em m^2 ;

U = coeficiente global de transmissão de calor em kcal/h · m^2 · °C;

DT = diferença de temperatura em °C.

ΔT = acréscimo ao diferencial de temperatura.

Q_S = quantidade de calor sensível;

Q_L = quantidade de calor latente;

N_p = número de pessoas;

C_S = coeficiente do calor sensível;

C_L = coeficiente do calor latente.

Q = fluxo de ar;

Q_L = calor latente em kcal/h;

UE_2 = umidade específica do ar no interior;

UE_1 = umidade específica do ar na entrada;

γ = peso específico do ar em kg/ m^3 ;

Q = fluxo de ar kcal/h

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 A história dos condicionadores de ar.....	18
1.2 Evolução da Computação.....	20
1.3 Da invenção dos celulares ao sistema operacional mais popular do mundo entre os smartphones.....	21
2 JUSTIFICATIVA.....	23
3 OBJETIVOS.....	24
3.1 Objetivo Geral.....	24
3.2 Objetivos Específicos.....	24
4 DEFINIÇÕES E CONSIDERAÇÕES BÁSICAS SOBRE CONFORTO TÉRMICO.....	25
4.1 Variáveis que influenciam no conforto térmico.....	26
4.1.1 Variáveis pessoais.....	28
4.2 Condicionadores de Ar.....	30
4.2.1 Conceito.....	30
4.2.2. Sistema de ar condicionado tipo expansão direta.....	30
4.2.3. Sistema de ar condicionado tipo expansão indireta.....	30
4.2.4. Sistema com outras tecnologias.....	31
4.3 Condição térmica aceitável.....	31
5 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES ANDROID.....	34
5.1 Estrutura de Projetos no Android Studio.....	34
5.2 A interface do usuário.....	36
5.3 XML.....	38
5.4 Java.....	39
5.5 Material Design do Google.....	40
5.5.1 Tema do Material.....	41
5.5.2 Sombras de vistas.....	42

5.5.3 Animações	42
6 METODOLOGIA DO PROJETO	44
6.1 Etapas do projeto	44
6.1.1 Identificação da problemática.....	44
6.1.2 Definição do projeto	44
6.1.3 Visão do mercado	44
6.1.4 Desenvolvimento do projeto.....	45
7 RESULTADOS E DISCURSÕES	48
7.1 Interface do aplicativo	48
7.2 Comparação de resultados	56
7.2.1 Carga Térmica por Condução.....	57
7.2.2 Carga Térmica por Insolação.....	59
7.2.3 Carga Térmica por Pessoas.....	60
7.2.4 Carga Térmica por Equipamentos	61
7.2.5 Carga Térmica por Infiltração	61
7.2.2 Cálculo no Aplicativo.....	63
8 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
8.1 Sugestões de trabalhos futuros	65
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A – PLANTA PISO 1	70
ANEXOS	71

1 INTRODUÇÃO

O bem-estar do homem está ligado a vários fatores, porém é potencializado quando seu organismo não está submetido à fadiga e estresse, inclusive térmico. Desta forma, uma das funções das edificações de hoje é aumentar a satisfação com as condições térmicas de um ambiente, que está relacionada ao conforto térmico.

Deste o século II que o homem tenta melhorar o conforto térmico, com Ding Huan que inventou um ventilador rotativo para condicionamento de ar. Este ventilador era constituído por sete rodas com 3 m de diâmetro e operado manualmente.

Os primeiros esforços organizados para o estabelecimento de critérios de conforto térmico foram realizados no período de 1913 a 1923. Desde então esse tema tem sido estudado em diferentes partes do mundo, sendo que o grande desafio era encontrar os fatores que influenciam na sensação térmica e como eles se relacionam.

Conforto, no sentido da palavra, é o ato ou efeito de confortar. Significa comodidade material, aconchego (MICHAELIS, 1998). Está relacionado diretamente com conveniência, eficiência, bem-estar físico, privacidade (RYBCZYNSKI, 1986). Tomado como uma sensação humana se situa no campo subjetivo e depende de fatores físicos, fisiológicos e psicológicos. Os fatores físicos determinam as trocas de calor do corpo com o meio; já os fatores fisiológicos referem-se à alterações na resposta fisiológica do organismo, resultantes da exposição contínua a determinada condição térmica; e finalmente os fatores psicológicos, que são aqueles que se relacionam às diferenças na percepção e na resposta a estímulos sensoriais, frutos da experiência passada e da expectativa do indivíduo.

Por outro lado, as principais variáveis climáticas de conforto térmico são temperatura, umidade e velocidade do ar e radiação solar incidente, que guardam estreitas relações com regime de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, topografia, entre outras características locais que podem ser alteradas pela presença humana.

No Brasil, em virtude de haver predominância de climas quentes e úmidos, especial atenção deve ser dada à comprovada influência do desconforto térmico na disposição para o trabalho. Sob esse aspecto, convém ressaltar que as condições térmicas dos ambientes laborais não dependem somente do clima, mas também do calor introduzido pelas atividades desenvolvidas e pelos equipamentos envolvidos nos processos, bem como pelas características construtivas do ambiente e a sua capacidade de manter condições internas

adequadas no que se refere ao conforto térmico das pessoas. Sendo assim, é muito comum encontrarem-se ambientes de trabalho com temperatura do ar muito superior à do ar exterior.

Desta forma, a refrigeração é uma subcategoria da Engenharia Mecânica focada na elaboração de projetos e sistemas de refrigeração e climatização, incluindo criação, instalação, produção, funcionamento, manutenção e equipamentos, podendo se tratar da refrigeração comercial, industrial, de supermercados, de restaurantes, ar condicionado, entre inúmeras outras ramificações. Contudo, os cálculos de climatização são dispendiosos e consomem muita energia para serem finalizados. Assim, a tecnologia veio para extinguir a régua de cálculo, dando lugar aos notebooks e os softwares que possibilitam análise de alternativas na busca da melhor estrutura, o refinamento dos modelos, a racionalização das atividades de projeto e a facilitação da troca de informações.

Assim, a ênfase deste trabalho é o desenvolvimento de uma aplicação específica para a plataforma Android, com o objetivo de facilitar rotinas de cálculos de cargas térmicas e aplicação de fórmulas automatizadas para climatização de ambientes.

Antecipando o discorrimento mais detalhado sobre conforto térmico (problemática principal) e programação em ambiente Android, por necessidade de contextualização de cenários abordaremos aqui sobre evolução da computação (para um esclarecimento de como o desenvolvimento de softwares ganhou tamanha dimensão atual) bem como uma explanação sobre a criação e evolução dos celulares (para caracterizar como se formou o mercado global adquirido pela plataforma Android, fato que justifica a escolha de criar o App (software) para cálculo de cargas com suporte neste sistema).

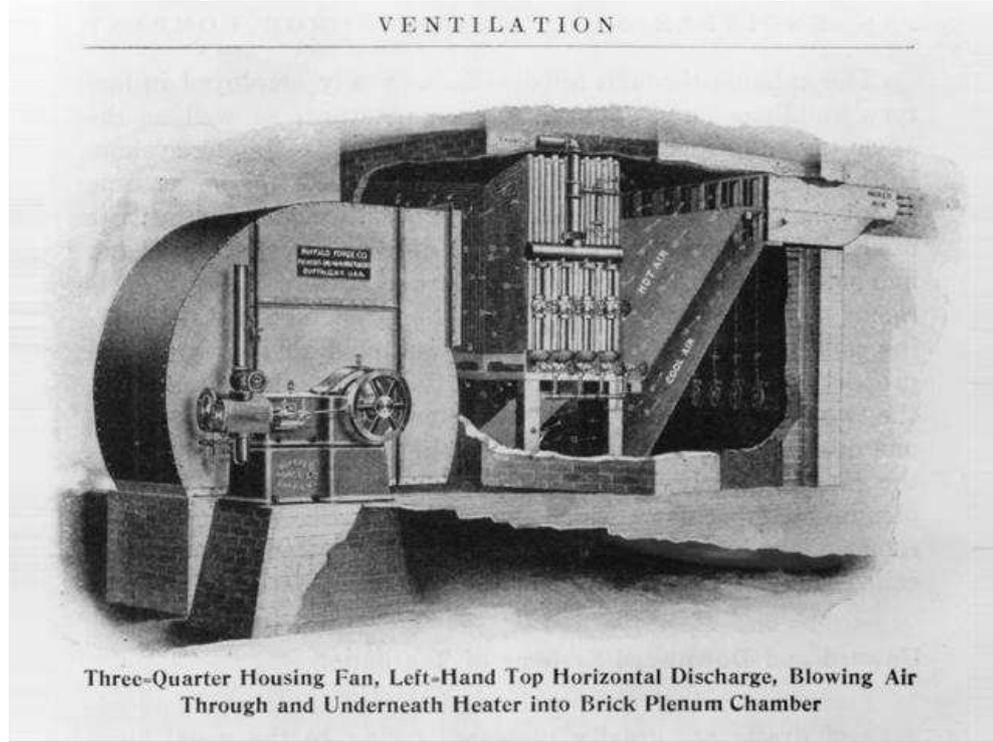
1.1 A história dos condicionadores de ar

Para chegarmos aos conceitos de conforto térmico e carga térmica precisamos conhecer o que nos proporciona essa sensação de bem estar no ambiente: o condicionador de ar.

O processo mecânico para condicionar o ar foi inventado em 1902 pelo americano Willis Carrier, engenheiro mecânico formado na Universidade de Cornell, EUA. Após formando, passou a trabalhar para a *Buffalo Forge Company*, empresa fabricante de aquecedores, ventiladores e sistemas de exaustão de ar. Foi então que, no verão de 1902, uma indústria gráfica local estava com problema de qualidade. Suas impressões saíam borradas e escuras demais devido a umidade excessiva do ar, que era absorvida pelo papel.

Carrier criou então uma estrutura mecânica capaz de induzir a circulação do ar dentro de dutos refrigerados artificialmente. O sistema era capaz de controlar a temperatura e a umidade da fábrica e o antigo problema fora solucionado. A teoria de Willis era poder retirar a umidade da fábrica pelo resfriamento do ar através de dutos artificialmente resfriados.

Figura 1 – Desenho esquemático de um condicionador de ar criado por Willis Carrier



Fonte: Página do Willis Carrier¹

Segundo o site biográfico do Willis Carrier², em 1907 seria um ano histórico para Carrier e para sua invenção. Primeiro porque ele saltou da usina têxtil para a fábrica farmacêutica. Segundo porque uma proposta foi feita para *Huguet Silk Mill*, em Wayland, Nova York, que garantia uma umidade relativa de 65% durante o ano todo – a primeira promessa sobre condições e não sobre o desempenho do equipamento. Ainda segundo o site, o avanço mais duradouro ocorreu no mesmo ano com a primeira venda do equipamento de condicionamento de ar da Carrier para um cliente internacional, a Fuji Silk Spinning Company em Yokohama, Japão.

No entanto, segundo o site biográfico, as instalações dos condicionadores de ar nas salas de cinema colocaram de vez os equipamentos de Willis no ‘mapa’. Os cinemas se tornariam lugares frequentes para as pessoas experimentarem o conforto da refrigeração pela

primeira vez. Vale ressaltar a importância nesse cenário, pois muitos cinemas fechavam durante o verão, pois as pessoas não conseguiam suportar o calor dentro das salas.

Posteriormente o mercado se expandiu, aos poucos os prédios públicos, lojas e depois residências possuíam seus próprios condicionadores de ar e hoje existem diversos modelos, marcas e potências de acordo com seu uso.

1.2 Evolução da Computação

Em 1912 nasce, em Londres, Alan Turing. Trabalhou para o exército inglês ao ajudar a quebrar códigos criptografados da máquina Enigma, criada pelos alemães, durante a Segunda Guerra Mundial. Para isso, estabeleceu o conceito de algoritmo (a essência da linguagem para programar qualquer computador) para criação da máquina *The Bombe*, que foi utilizada para decodificar os códigos secretos da Alemanha.

Em 1946 é anunciada a criação do primeiro computador digital eletrônico de grande escala do mundo, o ENIAC e de 1951 a 1959 surgem os computadores da primeira geração. Eles eram capazes de calcular com uma velocidade de milésimos de segundo, além de serem programados em linguagem de máquina.

Entre 1959 a 1965 nascem os computadores de segunda geração e entre 1965 a 1975 nasceram os computadores da terceira geração, sendo estes últimos, já produzidos com diversos componentes miniaturizados e montados em um único chip, sendo capazes de calcular em nanosegundos e com uma linguagem de programação de alto nível, orientada para os procedimentos. A partir de então a tendência de redução nos tamanhos dos computadores foi sempre uma característica marcante nas gerações de computadores que sucederam.

Ainda na década de 70, Steve Jobs cria em sua garagem de casa a companhia Apple e paralelamente nasce a Microsoft (fundada por Bill Gates) duas das maiores gigantes do mercado de softwares da atualidade e que tiveram grandiosa importância para a evolução da computação em seus mais variados aspectos para como a conhecemos hoje.

Na década seguinte, a Apple lança o MacIntosh e, simultaneamente, a Microsoft comercializa o sistema operacional MS-DOS. Pelas mesmas empresas mais tarde viriam a serem lançados e mundialmente popularizados os sistemas operacionais Mac e Windows (hoje o sistema operacional de computadores mais utilizado no mundo).

Baseado na forte competitividade dessas duas companhias, as empresas começam a “esconder” os códigos-fonte dos *softwares* (algoritmos desenvolvidos em uma determinada linguagem), o que antes era sempre aberto. Começa então em paralelo o movimento do

software aberto (livre) com o lançamento do Projeto GNU (acrônimo recursivo para “*GNU is Not Unix*”) em 1983 liderada por Richard Stallman onde logo mais (1985) fundou a *Free Software Foundation* (Fundação do *Software* livre).

O movimento do software livre ganha forma e assim nasce de um projeto pessoal de um estudante finlandês chamado Linus Torvalds o núcleo Linux, um kernel de sistema operacional com código fonte aberto, onde qualquer pessoa poderia modifica-lo para aprimora-lo cada vez mais.

A partir de iniciativas das referidas empresas Microsoft e Apple, bem como o Google e a Nokia no início do século XXI, iniciaram uma extensão da quarta geração de computadores que permanece até hoje. A computação pessoal deixou de se limitar aos microcomputadores e passou a incluir outros dispositivos como telefones celulares e aparelhos de televisão, bem como uma nova categoria de dispositivos chamados de tablet (um tipo de computador portátil, de tamanho pequeno, fina espessura e com tela sensível ao toque - *touchscreen*).

Nesse ritmo de evoluções as aplicações de uso geral passaram a ser portadas para esses dispositivos e um fato, principalmente, tornou a computação onipresente: o desenvolvimento da computação em nuvem, que criou a capacidade dos arquivos armazenados em um dispositivo poderem ser sincronizados em outros dispositivos.

Foi nesse contexto que o *software* tornou-se o elemento chave da evolução dos sistemas e produtos baseados em computadores. Nos últimos tempos ele evoluiu de uma ferramenta de resolução de problemas especializados para uma indústria de programação.

1.3 Da invenção dos celulares ao sistema operacional mais popular do mundo entre os smartphones

A história do telefone móvel, também conhecido como celular, começou em 1973, quando foi efetuada a primeira chamada de um telefone móvel para um telefone fixo, era o Motorola Dynatac 8000X, que pesava 794 gramas, media 4,5 de largura, 8,9 cm de espessura e 33cm de altura, que fora recentemente criado por Martin Cooper. Foi a partir de Abril de 1973 que todas as teorias comprovaram que o celular funcionava perfeitamente, e que a rede de telefonia celular sugerida em 1947 foi projetada de maneira correta.

No início dos anos 90 a Motorola provava novamente que era a principal empresa do mercado de telefones celulares na época, criando o primeiro telefone celular que com *flip* (abertura) que protegia as teclas do aparelho e seu microfone, o Motorola MicroTAC.

Foi ainda durante os anos 90 que o tipo de tecnologia moderna de celular que hoje está presente em todos os dispositivos começou a ganhar forma. As primeiras mensagens de texto, processadores de sinais digitais e de alta tecnologia (redes iDEN, CDMA, GSM) surgiram durante este período.

Segundo o site de informações tecnológicas Techtudo¹, a Nokia apareceu em cena em 1998 com o telefone em barra, o Nokia 6160. Este modelo pesava apenas 160 gramas, e era um dispositivo que possuía um display monocromático, antena externa e uma bateria recarregável com um tempo de conversação de 3,3 horas. Principalmente por causa de seu preço e facilidade de uso, esse modelo Nokia acabou se tornando dispositivo mais vendido da empresa na década de 90.

O início dos anos 2000 trouxe consigo marcantes tecnologias para o setor de celulares como o surgimento de câmeras integradas, redes 3G/GPRS/EDGE e smartphones, bem como a divulgação final da rede celular analógica em favor do trabalho em rede digital. Ainda de acordo com o resumo relatado no site O PDA BlackBerry foi o primeiro celular a apresentar conectividade com redes de internet. Operando ao longo de uma rede GSM, o BlackBerry 5810 permitiu aos seus usuários terem opções de acesso e envio de e-mails, organizar seus dados e preparar memorandos.

A entrada da Apple no setor de telefonia celular em 2007 foi altamente marcante para os conceitos geométricos e de aplicativos que conhecemos hoje. Desde a criação e substituição do teclado convencional por um teclado *touchscreen multi-touch* que permite os usuários dos dispositivos manipularem as ferramentas do celular com os dedos em substituição aos apontadores da época. Além disso, ele trouxe a primeira plataforma cheia de recursos para telefones celulares. Foi uma grande aproximação para o conceito de sistemas operacionais semelhantes aos de computadores pessoais incorporados aos celulares.

De lá para cá, muita coisa ainda evoluiu. Novas tecnologias surgiram no mundo dos dispositivos móveis dando lugar ao cenário de disputa global entre fabricantes de celulares e das grandiosas fabricantes de softwares altamente populares. Trata-se de um mercado dividido principalmente por três companhias das quais a Apple, fabricante tanto de celulares quanto do seu sistema operacional próprio, a Microsoft que também fabrica seus celulares e sua plataforma e por último se destaca o Google que além de fabricar a plataforma mais utilizada no mundo hoje (o Android) fabrica seus dispositivos e também concede a

¹ Disponível em <[HTTPS://www.techtudo.com.br](https://www.techtudo.com.br)> Acesso em jun 2017

outras grandes e pequenas fabricantes de telefones móveis (como a sul coreana Samsung) o seu sistema.

2 JUSTIFICATIVA

É importante salientar que, apesar de todas as críticas, a introdução de softwares na engenharia estrutural é um caminho sem volta e tem vários aspectos positivos, como a possibilidade de análise de alternativas na busca da melhor estrutura, o refinamento dos modelos estruturais, a racionalização das atividades de projeto e a facilitação da troca de informações entre seus participantes, respondeu Monteiro (Presidente da Associação Brasileira de engenharia e Consultoria Estrutural), depois de ser questionado sobre a mudança na engenharia após o surgimento de software em entrevista dada a tempestade comunicação em 18 de setembro em 2009.

Os principais benefícios da tecnologia são a possibilidade de maior produtividade com a produção de projetos mais bem feitos e mais bem detalhados. Possibilita, também, o maior controle sobre os resultados. Nos grandes escritórios, como vários engenheiros estão envolvidos no desenvolvimento dos projetos, consegue-se fazer o gerenciamento e o controle de qualidade com mais eficiência, de maneira que os projetos possam ser entregues com o menor número de erros possíveis.

Não só softwares, mas inúmeros aplicativos sendo adicionados à App Store e Google Play todos os dias estão permitindo que os engenheiros executem várias atividades repetitivas, ajudando-os a ganhar tempo.

Pensando nisso, o trabalho visou desenvolver um aplicativo que calculasse as cargas térmicas sensíveis e latentes existentes no ambiente, para determinar o condicionador de ar do tipo Split ideal para manter um conforto térmico adequado, de modo a facilitar e diminuir o tempo de dimensionamento do mesmo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Proposta de desenvolvimento de um aplicativo para a plataforma Android, com foco em utilizações por smartphones, com o objetivo de calcular a carga térmica do ambiente desejado para determinar o condicionador de ar ideal para manter um conforto térmico adequado.

3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Desenvolver uma aplicação de fácil utilização até mesmo para pessoas externas as áreas técnicas ou de engenharia vinculadas a climatização de ambientes;
- ✓ Criar uma abordagem automática através de um aplicativo para os cálculos de cargas térmicas pela técnica simplificada;
- ✓ Calcular as cargas térmicas sensíveis e latentes existentes no ambiente advindas de aparelhos eletrônicos, lâmpadas, pessoas, paredes, portas, janelas, bem como outros;
- ✓ Fazer um estudo detalhado sobre o desenvolvimento de aplicações para a plataforma Android;
- ✓ Realizar combinação dos recursos de interface do Material Design do Google com uma aplicação de boa estética e interatividade para o usuário.

4 DEFINIÇÕES E CONSIDERAÇÕES BÁSICAS SOBRE CONFORTO TÉRMICO

A norma ISO 7730/2005 – *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria* considera se mais de 10% dos ocupantes de um espaço já se sintam desconfortáveis de estarem ali presente, esse ambiente não apresenta condições de conforto térmico.

Mas o que seria o conforto térmico? Na literatura, existem diversos conceitos e definições que nos levam a um conforto térmico, todos buscando expressar as sensações do ser humano quando este está termicamente confortável. Segundo ASHARAE Standard 55-92, o conforto térmico é a condição que a mente expressa satisfação com o ambiente térmico. Podemos entender que, se estamos satisfeitos de estarmos em determinado local é porque ali encontramos conforto térmico. Para STRAUB, Karen Wrobel (2016, p.4) “Essa definição, que trata de condição da mente, está mais relacionada ao aspecto subjetivo dos ocupantes de um determinado ambiente, entretanto, a satisfação com o ambiente térmico leva ao entendimento de que as condições físicas do ambiente e do ocupante também interferem nessa sensação de conforto”.

De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (2004, p.41), o homem sente conforto térmico se o balanço de todas as trocas de calor (humano x ambiente) a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e o suor estiverem dentro de certos limites. Um termo bastante encontrado nas definições de conforto térmico é neutralidade térmica.

Para o pesquisador dinamarquês Ole Fanger (1970), neutralidade térmica é “a condição na qual uma pessoa não prefira nem mais calor nem mais frio no ambiente ao seu redor”. Segundo LAMBERTS; XAVIER (2002 p.3), neutralidade térmica é o “estado físico, no qual todo o calor gerado pelo organismo através do metabolismo, seja trocado em igual proporção com o ambiente ao redor, não havendo nem acúmulo de calor, nem perda excessiva do mesmo, mantendo a temperatura corporal constante” e segue dizendo que “neutralidade térmica é uma condição necessária, mas não suficiente para que uma pessoa esteja em conforto térmico. Um indivíduo que estiver exposto a um campo assimétrico de radiação pode muito bem estar em neutralidade térmica, porém não estará certamente em conforto térmico”.

Podemos considerar ainda o conceito dado por Shin-Iche Tanabe (1984), que diz: “Neutralidade Térmica é a condição da mente que expressa satisfação com a temperatura do corpo como um todo”.

A NBR 15220-3 (ABNT, 2005), traz como definição de conforto térmico sendo “a satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente”. Com base nessa discussão, STRAUB, Karen Wrobel (2016, p.5) acredita que o conforto térmico pode ser avaliado sob três aspectos principais: biofísicos, fisiológicos e psicológicos. Podemos concluir que, por diversos estudos e definições como estas, o conforto térmico é amplamente dependente de variáveis físicas e pessoais.

4.1 Variáveis que influenciam no conforto térmico

Segundo STRAUB, Karen Wrobel (2016, p.5):

Os fatores biofísicos dizem respeito às trocas de calor entre os ocupantes e o meio. Fatores fisiológicos estão relacionados à resposta fisiológica do organismo devido à exposição à determinada condição térmica. E, os fatores psicológicos são aqueles que variam em função da percepção de cada ocupante, em detrimento do humor, experiências ou costumes adquiridos ao longo da vida de cada um.

Para Frota; Schiffer (2001), as condições de conforto térmico estão relacionadas a diversas variáveis, e essas variáveis quando analisadas conjuntamente dão origem aos índices de conforto térmico. STRAUB, Karen Wrobel (2016, p.5) acredita que os estudos relacionados ao conforto térmico tem como premissa a satisfação do ocupante com relação à temperatura do ambiente, entretanto, Silva (2002) ressalta que o conforto térmico não é um conceito exato onde se possa encontrar uma temperatura exata. Ou ainda que se possa determinar a partir de variáveis quantificáveis, como temperatura, umidade e velocidade do ar (as quais se destacam a seguir). As preferências de conforto variam de pessoa para pessoa e ainda conforme sua aclimatização particular ao ambiente local.

✓ **Temperatura do ar:** Roriz (2001, p.41) diz, “é a temperatura do ar ‘à sombra’”. Essa variável influencia nas trocas de calor por convecção entre o nosso corpo e o ambiente externo;

✓ **Velocidade do ar:** Essa variável influencia nas transferências de calor por convecção e evaporação. Segundo Rivero (1995), “um movimento de ar de ordem de 1,5 m/s ocasiona em uma pessoa a sensação térmica de diminuição de 3°C;

✓ **Umidade relativa do ar:** “Quociente da unidade absoluta do ar pela umidade absoluta do ar saturado para a mesma temperatura e pressão atmosférica” (ABNT - NBR 15220-1, 2005, p.5).

Lamberts et al. (2014) propõe que a importância do conhecimento de conforto térmico está baseada em três fatores. A satisfação do homem em relação a se sentir termicamente confortável, a ‘performance’ humana e, por fim, a conservação de energia, no que diz respeito ao não desperdício desnecessário da mesma.

Com relação à satisfação, Baker, Standeven (1996) relacionam a satisfação das pessoas com a habilidade que elas possuem de se adaptar ao meio ambiente. Segundo ele, todos os organismos vivos possuem a característica da irritabilidade, que é a sensibilidade às atividades de adaptação complexa em promover trocas no meio ambiente. Em outras palavras, como os seres vivos respondem a estímulos internos ou externos ou ainda mudanças no meio, como por exemplo: crescimento de uma planta em direção à fonte de luz, dilatação das pupilas, o ato de transpirar quando estamos em um ambiente não confortável termicamente, entre outros.

Segundo a ISO 7730/2005 – *Ergonomics of the thermal environment – analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria* o calor é determinado pelo nível de atividade da pessoa e ainda de acordo com a idade e sexo. Esse calor faz uma troca com o meio externo por convecção, radiação e evaporação. Os fatores citados anteriormente influenciam diretamente nessa troca de calor. A convecção depende da temperatura e velocidade do ar. A radiação depende da temperatura média radiante e a evaporação depende da umidade do ar.

Já segundo Lamberts (2014), com base nos estudos realizados em câmaras climatizadas, são seis as variáveis que influenciam o conforto térmico:

- ✓ Atividade realizada pelo ser humano;
- ✓ Isolamento térmico das roupas utilizadas no momento;
- ✓ Temperatura do ar;
- ✓ Temperatura radiante média
- ✓ Velocidade do ar;
- ✓ Pressão parcial do vapor de água no ar ambiente.

As duas primeiras variáveis são pessoais ou subjetivas, pois não dependem do ambiente externo e varia de pessoa para pessoa (no mesmo ambiente, um indivíduo pode sentir uma sensação de frio enquanto outro indivíduo sentir uma sensação de calor) enquanto as demais são chamadas de variáveis ambientais. Santos (2008), em contrapartida destaca que as variáveis como sexo, idade, raça, hábitos alimentares, peso e altura também podem influenciar sobre a sensação de conforto.

Desta forma, dentre todas as variáveis de análise para cálculo de carga térmica levadas em contas neste projeto (atividade desempenhada, aparelhos eletrônicos, janelas, portas e paredes) abordar-se-á apenas uma variável pessoal: ‘atividade física realizada’.

4.1.1 Variáveis pessoais

Como já foram citadas, as variáveis de natureza pessoal são do tipo de atividade física que o indivíduo está realizando no ambiente (representada pelo metabolismo) e do tipo da vestimenta utilizada (pois representam um tipo de isolamento térmico para o indivíduo). Tais variáveis afetam a condição de conforto térmico de cada pessoa e podem ser encontradas tabeladas e normatizadas a seguir.

4.1.1.1 Atividades físicas realizadas

Dependendo da atividade realizada por uma pessoa, irá haver uma variação em seu metabolismo. Quanto maior for a atividade física, maior será o calor gerado pelo metabolismo.

Grandi (2006) conceitua taxa metabólica como “quantidade de energia liberada pelo corpo para o desempenho da atividade”. De acordo com a ISO 8996 “é a conversão de energia química em energia mecânica, medindo então o gasto energético da carga muscular resultando em um índice numérico de atividade”.

A unidade desse índice é expressa em “*met*”, sendo que 1 *met* corresponde a 58,2 W/m². Segundo Xavier (1999), esse valor corresponde a energia produzida por unidade de área superficial do corpo de uma pessoa, onde a mesma está sentada e em repouso. A área superficial média de uma pessoa é de 1,8 m². A ISO 7730 (2005) traz os valores dessa variável, que podemos observar na Tabela 1.

Tabela 1 – Taxa metabólica em função da atividade realizada

ATIVIDADES	TAXA METABÓLICA	
	W/m ²	Met
Deitado, reclinado	46	0,8
Sentado, relaxado	58	1,0
Atividade sedentária (escritório, residência, escola, laboratório)	70	1,2
Atividade leve em pé (compras, laboratório, industria leve)	93	1,6
Atividade média em pé (balconista, trabalho doméstico, em máquinas)	116	2
Andando a:		
2 Km/h	110	1,9
3 Km/h	140	2,4
4 Km/h	165	2,8
5 Km/h	200	3,4

Fonte: Adaptada da ISO 7730 (2005)

Como já foi dito, podemos reiterar que a taxa metabólica aumenta conforme a intensidade da atividade realizada. Segundo Lamberts (2012), o ser humano libera energia (calor) para que não haja um superaquecimento do corpo, já que é homotérmico e que a temperatura interna do corpo humano é praticamente constante, variando entre 35°C e 37°C.

STRAUB, Karen Wrobel (2016, p.9) conclui que a avaliação da taxa metabólica é extremamente importante para a determinação do conforto térmico, já que o corpo humano sofre variação da temperatura interna em função da atividade desempenhada. E continua dizendo que “é importante destacar que o mesmo (referindo-se ao corpo humano) admite pequenas oscilações na temperatura interna, mas sob variações maiores pode sofrer stress térmico”.

Dessa forma, podemos concluir que tudo ao nosso redor tem influência sobre o conforto térmico e como o sentimos: das vestimentas utilizadas ao exercício ou atividade que estamos exercendo durante um período no ambiente.

4.2 Condicionadores de Ar

4.2.1 Conceito

Existem basicamente três tipos de sistemas que formam os condicionadores de ar:

- ✓ Sistema de expansão direta;
- ✓ Sistema de expansão indireta;
- ✓ Sistema com outras tecnologias ou alternativas.

4.2.2. Sistema de ar condicionado tipo expansão direta

Trata-se do sistema composto por aparelhos que utilizam a serpentina para condicionar diretamente o ar distribuído no ambiente, por meio de uso de fluido refrigerante.

Segundo a ABNT NBR 16401-1:2008, os equipamentos mais comuns do sistema de expansão direta são os condicionadores autônomos, tais como de janela, mini-split, compacto (self contained) e, a central multi-split VRV (VRF-Variable Fluid Refrigerant, do inglês: Volume de Refrigerante Variável).

De modo geral são equipamentos com grande facilidade de instalação, mas que em contrapartida não possuem sistema de renovação de ar para diluição de poluentes internos.

4.2.3. Sistema de ar condicionado tipo expansão indireta

É assim denominado o sistema que utiliza uma serpentina e um fluido refrigerante para condicionar um segundo fluido que, por sua vez, troca calor com o ar ambiente por meio de uma segunda serpentina (esta última, do equipamento condicionador de ar do ambiente).

LUIZETTO (2014) caracteriza o sistema de expansão indireta da seguinte forma:

O tipo mais comum do segundo fluido refrigerante é a água gelada (AG), que circula pela serpentina do equipamento chamado fan coil, que faz o condicionamento do ar ambiente. Com relação à ventilação, o fan coil pode ter volume de ar constante (VAC) ou volume de ar variável (VAV). No sistema VAC, o motor do ventilador opera no modo ligado (velocidade constante do motor) ou

desligado (velocidade zero). Já no VAV, o motor recebe alimentação elétrica por meio de um variador de frequência que modula a frequência da rede elétrica e, 32 conseqüentemente, a velocidade do próprio motor conforme diferenciais de pressão na rede de distribuição de ar. Na distribuição de ar, a pressão nos dutos tende a aumentar à medida que as saídas de ar nos ambientes se fecham. A abertura ou fechamento das saídas de ar (difusores) ocorre pela atuação de dampers na linha de distribuição, conectados a sensores de temperatura ambiente que controlam, conforme seus respectivos ajustes (set point), a necessidade de mais ou menos condicionamento de ar ambiente.

4.2.4. Sistema com outras tecnologias

São duas as tecnologias que se destacam neste cenário e ambas visam a economia de energia nos sistemas de condicionamento de ar: a termoacumulação (tanques de gelo) e a roda entálpica. Resumidamente a primeira trata a produção e armazenamento de gelo em tanques para uso posterior de condicionamento de fluidos em sistemas de expansão indireta. Já a segunda, trata o aproveitamento de energia para pré-condicionar o ar ao passar pelo fan coil, por exemplo.

4.3 Condição térmica aceitável

“A norma ASHRAE 55 (2010) apresenta uma metodologia para caracterizar as condições de conforto térmico em ambientes condicionados que deve ser usada para quase todas as aplicações, inclusive não somente às situações de espaços internos” (LUIZETTO, 2014).

A referida norma faz referência sobre uma percentagem específica de ocupantes satisfeitos com o conforto (aceitável) e os valores de temperatura associados a essa percentagem. A Tabela a seguir (2) , esclarece esses valores, baseados nos critérios de PMV (Predicted Mean Vote - escala de sensação térmica que varia de + 2 até -2, em acordo com os principais parâmetros de determinação indicados na Tabela 3) e PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied - estabelece a relação entre o próprio PMV e número de pessoas insatisfeitas, por meio da Equação 1 e, de modo mais fácil, pelo gráfico da Figura 2 de Fanger.

Tabela 2 - Ambiente térmico aceitável para conforto geral

PPD	Faixa PMV
<10	-0,5 < PMV < 0,5

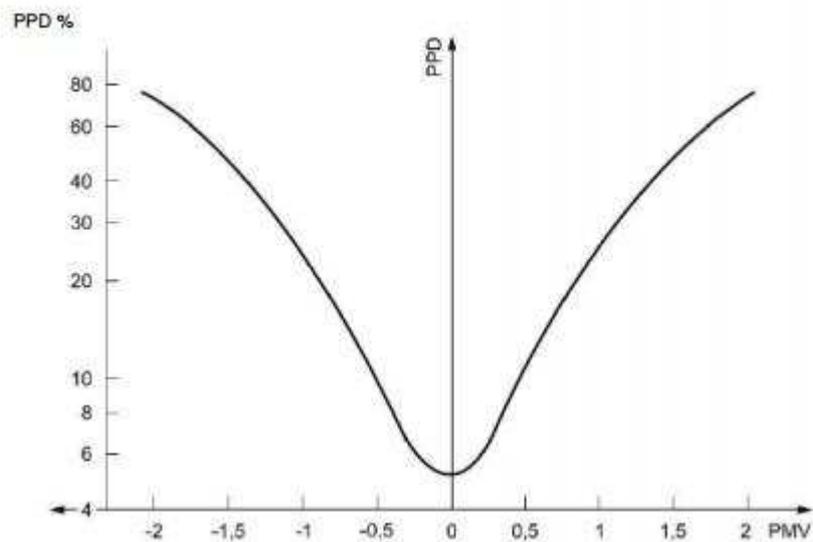
Fonte: Adaptada do ASHRAE 55 (2010), pag. 7

Figura 2 – Escala de sensação térmica

+3	Muito quente
+2	Quente
+1	Ligeiramente quente
0	Neutro
-1	Ligeiramente frio
-2	Frio
-3	Muito frio

Fonte: ASHRAE 55, 1995

$$PPD = 100 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2) \quad (1)$$

Figura 3 – Gráfico da relação entre PMV e PPD

Fonte: ISO 7730 (2005)

Enquanto a ISO 7730 e a ASHRAE 55 especificam somente um nível de conforto, segundo Olesen e Parsons (2002, apud Maran 2005), é sugerido especificar diversos níveis de

aceitabilidade como na CR 1752 (1998), conforme Tabela 4, que indica três categorias de ambientes para esses níveis.

Além do estado térmico geral de um corpo, uma pessoa pode ter desconforto localizado, influenciado no corpo pela assimetria da temperatura radiante, ventilação, diferença de temperatura vertical (diferença de temperatura entre os níveis da cabeça e tornozelo) e contato com outros corpos quentes ou frios (máquinas, por exemplo). Essa situação, inclusive, é mais propensa para os casos de atividades até 1,2met, pois, acima disso, as pessoas não tendem a sentir desconforto localizado (Olesen, 2000).

Tabela 3 - Categorias de conforto térmico e respectivas percentagens de insatisfeitos devido ao conforto térmico geral e desconforto localizado

Categoria	Estado Térmico do corpo como um todo			Desconforto Local (% de insatisfeitos)		
	PPD %	PMV	Ventilação DR	Diferença vertical de temperatura do ar	Teperatura do piso	Assimetria da temperatura radiante
A	< 6	-0,2 < PMV < +0,2	< 15	< 3	< 10	< 5
B	< 10	-0,5 < PMV < 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	-0,7 < PMV < 0,7	< 25	< 10	< 15	< 10

Fonte: Adaptada da CR - 1752 (CR, 1998) apud LUIZETTO, 2014.

5 DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÕES ANDROID

Em meio a todo o cenário explanado sobre evolução dos *softwares* e conceitos computacionais, bem como a popularização do sistema operacional Android, destaca-se aqui que o ambiente de desenvolvimento escolhido para criar a aplicação foco deste trabalho foi o Android Studio. Trata-se do IDE oficial do Google para o desenvolvimento de aplicativos Android e é baseado no IntelliJ IDEA (Android Studio, 2017).

Apesar de possuir um editor de código e das ferramentas de desenvolvedor avançados do IntelliJ, o referido software é disponibilizado gratuitamente sob a Licença Apache 2.0. Segundo o próprio site do Android Studio (2017) a IDE oferece uma enorme gama de recursos para seus desenvolvedores, como:

- ✓ Um sistema de compilação flexível baseado no Gradle;
- ✓ Um emulador rápido com inúmeros recursos;
- ✓ Um ambiente unificado para desenvolvimento em todos os dispositivos Android;
- ✓ *Instant Run* para aplicar alterações a aplicativos em execução sem precisar compilar um novo APK (instalador);
- ✓ Modelos de códigos e integração com GitHub para ajudar a criar recursos comuns dos aplicativos e importar exemplos de código;
- ✓ Ferramentas de verificação de código suspeito para detectar problemas de desempenho, usabilidade, compatibilidade com versões e outros;
- ✓ Compatibilidade com C++ e NDK;
- ✓ Compatibilidade embutida com o Google Cloud Platform, facilitando a integração do Google Cloud Messaging e do App Engine.

5.1 Estrutura de Projetos no Android Studio

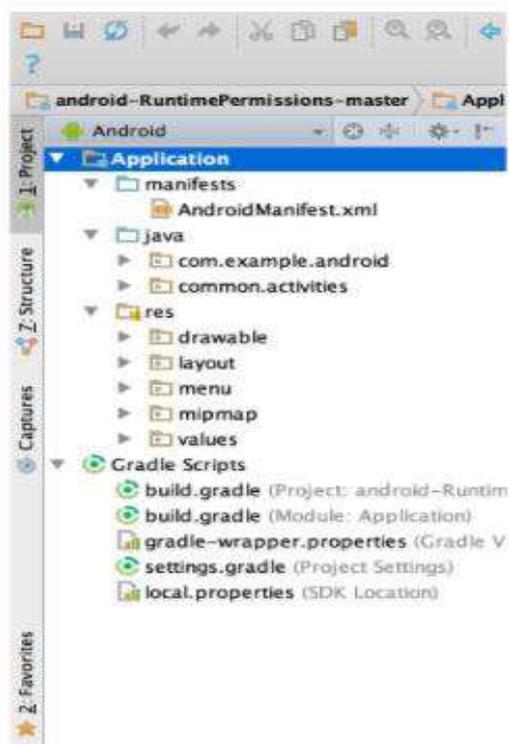
Cada projeto no Android Studio contém um ou mais módulos com arquivos de código-fonte e recursos. Os tipos de módulos incluem:

- ✓ Módulos de aplicativo Android

- ✓ Módulos de biblioteca
- ✓ Módulos do Google App Engine

Por padrão, o Android Studio exibe os arquivos dos projetos na vista de projetos Android, como mostrado na Figura 3. Essa vista é organizada por módulos para possibilitar acesso rápido aos principais arquivos-fonte do seu projeto.

Figura 4 - Os arquivos do projeto na vista do Android.



Fonte: Android Studio (2017)

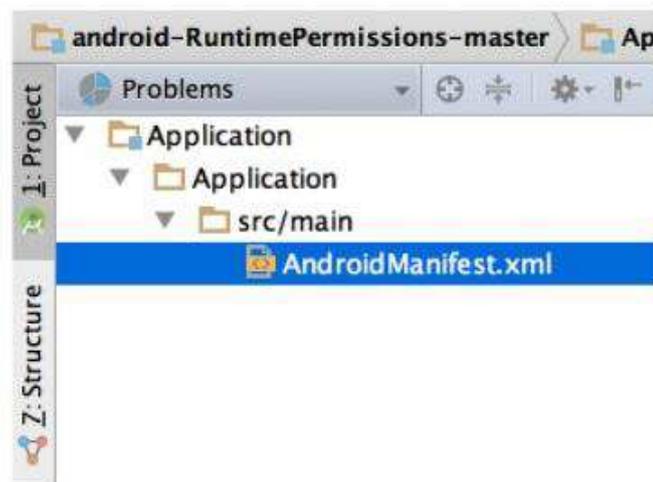
Todos os arquivos da compilação podem ser vistos no nível superior em Gradle Scripts e cada módulo de aplicativo contém as pastas a seguir:

- ✓ Manifestos: contém o arquivo AndroidManifest.xml.
- ✓ Java: contém os arquivos de código-fonte do Java, incluindo o código de teste do JUnit.
- ✓ Recursos: contém todos os recursos que não são código, como layouts XML, strings de IU e imagens em bitmap.

A estrutura do projeto Android em disco difere dessa representação simplificada. Para ver a estrutura de arquivos real do projeto, selecione *Project* na lista suspensa *Project* (exibida na Figura 4 como Android).

Também é possível personalizar a visualização dos arquivos do projeto para se concentrar em aspectos específicos do desenvolvimento do aplicativo. Por exemplo, selecionar a visualização *Problems* do projeto exibe links para os arquivos de origem contendo erros reconhecidos de codificação e sintaxe, como uma tag de fechamento de elemento XML ausente em um arquivo de layout.

Figura 5 - Os arquivos do projeto na vista “Problems” mostrando um arquivo de layout com problema.

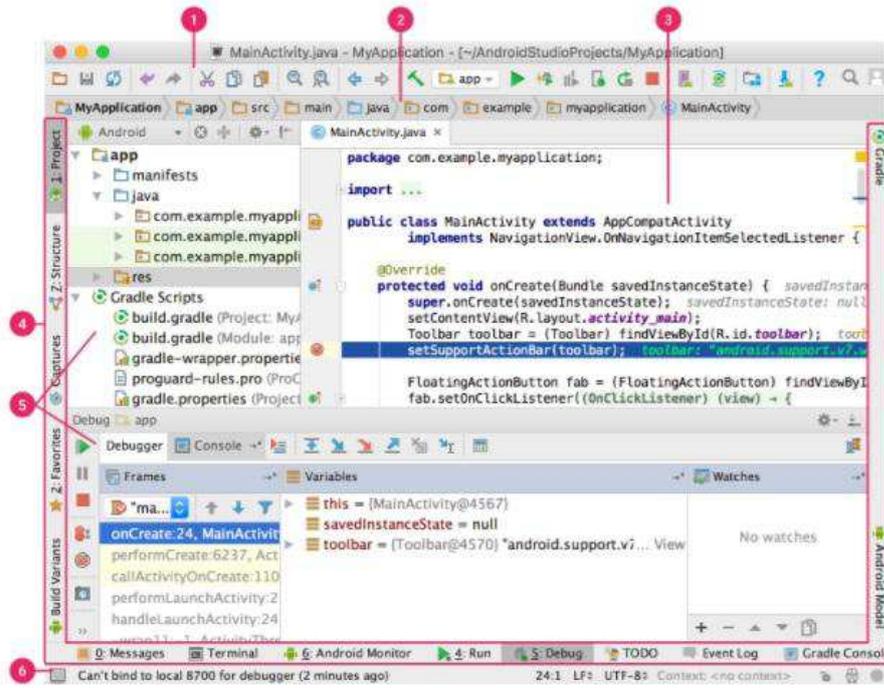


Fonte: Android Studio (2017)

5.2 A interface do usuário

A janela principal do Android Studio é composta de diversas áreas lógicas, identificadas na Figura 5, na página seguinte.

Figura 6 - A janela principal do Android Studio.



Fonte: Android Studio (2017)

1. A barra de ferramentas permite executar diversas ações, incluindo executar aplicativos e inicializar ferramentas do Android.
2. A barra de navegação ajuda na navegação pelo projeto e na abertura de arquivos para edição. Ela oferece uma visualização mais compacta da estrutura visível na janela Project.
3. A janela do editor é o local em que você cria e modifica código. Dependendo do tipo de arquivo atual, o editor pode mudar. Por exemplo, ao visualizar um arquivo de layout, o editor abre o Editor de layout.
4. A barra de janela de ferramentas fica fora da janela do IDE e contém os botões que permitem expandir ou recolher a janela de cada ferramenta.
5. A janela das ferramentas dá acesso a tarefas específicas, como gerenciamento de projetos, busca controle de versão e muitos outros. Você pode expandi-las e recolhê-las.
6. A barra de status mostra o status do projeto e do próprio IDE, além de advertências e mensagens.

É possível organizar a janela principal para obter mais espaço na tela ocultando ou movendo barras e janelas de ferramenta. Também é possível usar atalhos de teclado para acessar a maioria dos recursos do IDE.

A qualquer momento, é possível pesquisar o código-fonte, os bancos de dados, as ações, os elementos da interface do usuário e assim por diante pressionando duas vezes a tecla Shift ou clicando na lupa no canto superior direito da janela do Android Studio. Isso pode ser muito útil quando, por exemplo, você quiser localizar uma determinada ação de IDE e esqueceu a forma de acionamento.

Entretanto, para desenvolver no AndroidStudio, é necessário conhecer a linguagem XML, pois é com ela foi criado o aplicativo do projeto e configurado, desde a versão do android que irá suporta-lo e tamanho da tela do smartphone ao layout e funcionalidades.

5.3 XML

XML (*eXtensible Markup Language*) se originou a partir de uma linguagem que a IBM desenvolveu por volta dos anos 70 e foi criada graças a necessidade que a IBM possuía em armazenar grandes quantidades de informações diversificadas.

Segundo LIGHT (1999), XML é uma linguagem de marcação que armazena todo tipo de dados, utilizando caracteres UNICODE (esquema de codificação de caracteres com 16 bits, incluindo alfabetos, símbolos matemáticos, pontuação especial e conjunto de caracteres), que armazena qualquer tipo de caractere ou símbolo. Essa capacidade de armazenar vários tipos de dados é chamada de “*self-describe data*” ou dados autodescritivos, que faz a representação de informações em qualquer idioma.

Em outras palavras, é um formato de texto simples com um padrão de formatação de tal forma que os dados fiquem organizados. Para tanto, todas as informações contidas no XML devem estar dentro de tags, que são as marcações que devem ser utilizadas no início e fim de onde estão todos os elementos. As tags são demarcadas pelos símbolos < e >, sendo que no final (após o elemento) deve utilizar /, como é possível observar na Figura 6, na página seguinte.

Figura 7 – Exemplo de arquivo XML

```
<BIBLIOTECA>
<PROPRIETARIO> Rodrigo Costa
Barros</PROPRIETARIO>
<MUSICAS>
<MUSICA artista="Coldplay"> Fix You </MUSICA>
<MUSICA artista="Oasis"> Wonderwall </MUSICA>
<MUSICA artista="Raça Negra"> Cheia de Manias
</MUSICA>
</MUSICAS>
</BIBLIOTECA>
```

Fonte: Autor (2017)

Para entendermos o funcionamento do XML, é preciso entender também a sua origem, que nesse caso é o SGML (*Standard Generalized Markup Language*) que foi uma linguagem criada na década de 60 com o objetivo de construir um sistema portátil (no sentido de manejável, isto é, independente do sistema operacional, formatos de arquivos, etc.).

Partindo dessa premissa, segundo Faria (2005), optou-se por um sistema de marcação generalizada, em que a marcações pudessem ser definidas pelos usuários e tendo como premissas:

- ✓ Descrever a estrutura do documento e outros atributos que lhe são importantes;
- ✓ As marcações devem ser definidas criteriosamente, a fim de não permitirem falhas devido à má formatação de um usuário.

Com base nessas características, o XML tem papel importante no desenvolvimento dessa era tecnológica que vivemos, pois é uma linguagem que pode ser lida em qualquer ambiente de desenvolvimento moderno e nos mais diferenciados sistemas operacionais.

5.4 Java

Em 1992 empresa Sun Microsystems (hoje pertencente a companhia Oracle) teve a ideia de criar um interpretador de programas para pequenos dispositivos, facilitando a reescrita de software para aparelhos eletrônicos, como vídeo cassete, televisão e aparelhos de TV a cabo. A ideia não deu certo, pois não obtiveram êxito ao tentar fechar contratos com diversas grandes fabricantes de eletrônicos, como a Panasonic por exemplo.

Com o advento da web, a companhia Sun percebeu que poderia utilizar a ideia criada em 1992 para rodar pequenas aplicações dentro dos *browsers* (navegadores de internet). A semelhança era que na internet havia uma enorme quantidade de sistemas operacionais e browsers ligadas a ela e, com isso, seria de grande vantagem poder programar numa única linguagem, independente da plataforma. Foi aí que o Java 1.0 ganhou cenário: tinha objetivo de transformar o browser (na época eram apenas aplicações renderizadoras de HTML) em aplicações que poderiam realizar operações avançadas.

Java, segundo seu próprio site², é uma linguagem de programação e uma plataforma computacional na qual hoje existem diversas aplicações e sites que não funcionarão, a menos que se tenha a Máquina Virtual Java instalada em seu dispositivo.

O Java é a base para praticamente todos os tipos de aplicações em rede e é o padrão global para o desenvolvimento e distribuição de aplicações móveis e incorporadas, jogos, conteúdo baseado na Web e softwares corporativos. Tem mais de 9 milhões de desenvolvedores em todo o mundo e, de forma eficiente, permite que possamos desenvolver, implantar e usar aplicações e serviços. Está presente em 97% dos desktops corporativos, em 89% dos desktops dos EUA e em 3 bilhões de telefones celulares (JAVA, 2017).

5.5 Material Design do Google

Segundo o site³ do Android, o Material Design é um guia abrangente para design visual, permitindo ter interação com diversas plataformas e outros dispositivos. Para poder usar o Material Design nos aplicativos Android, basta seguir as orientações definidas nas especificações do Material Design.

O Android fornece os seguintes elementos para criar aplicativos do Material Design:

- ✓ Escolha novo tema;
- ✓ Novos widgets para vistas complexas;
- ✓ Novas APIs para sombras e animações personalizadas;

² Disponível em <[HTTPS://www.java.com.br](https://www.java.com.br)> Acesso em jun 2017

³ Disponível em <<https://developer.android.com/design/material/index.html>> Acesso em jun 2017

5.5.1 Tema do Material

O tema disponibiliza duas opções para personalizar o visual para o aplicativo, fornece widgets de sistema, que permitem definir as animações de transições de tela e de toque nas atividades, aumentando assim a interatividade com o aplicativo.

Figura 8 – Interface do App Calc Térmica evidenciando o Material Design



Fonte: Autores (2017)

O novo tema do Material fornece:

- ✓ Widgets do sistema que permitem a configuração da paleta de cores
- ✓ Animações de feedback de toque para os widgets do sistema
- ✓ Animações de transição de atividades

É possível personalizar a aparência do tema do aplicativo com uma paleta de cores que você controla, de acordo com a identidade do seu projeto. Cores claras são indicadas para leveza e dá um ar de suave, enquanto tons mais escuros dão toque agressivo. É possível atribuir cor à barra de ações e à barra de status usando atributos de tema, conforme exibido na figura 7.

O tema do Material é definido como:

- ✓ @android:style/Theme.Material (versão escura)
- ✓ @android:style/Theme.Material.Light (versão clara)

- ✓ `@android:style/Theme.Material.Light.DarkActionBar`

5.5.2 Sombras de vistas

Além das propriedades X e Y, vistas no Android agora têm uma propriedade Z. Essa nova propriedade representa a elevação de uma vista, que determina:

- ✓ O tamanho da sombra: vistas com valores maiores de Z lançam sombras maiores.
- ✓ A ordem de desenho: vistas com valores maiores de Z aparecem sobre outras vistas.

O Material Design introduz a elevação em elementos da interface do usuário. A elevação ajuda os usuários a entender a importância relativa de cada elemento e concentrar a atenção deles nas tarefas à mão, a exemplo de um ícone ou notificação aparecer sobre outro, imediatamente iremos direcionar nossa vista para o local.

A elevação de uma visualização, representada pela propriedade Z, determina a aparência visual das sombras: visualizações com valores de Z mais altos lançam sombras maiores e mais suaves. Visualizações com valores de Z mais altos ocultam visualizações com valores de Z mais baixos, mas o valor de Z de uma visualização não afeta o tamanho dela.

As sombras são desenhadas pelo pai da visualização elevada e, por isso, estão sujeitas a recortes padrão de visualização, recortadas pelo pai por padrão.

A elevação também é útil para criar animações fazendo com que os widgets se “elevem” temporariamente sobre o plano de visualização ao realizar alguma ação.

5.5.3 Animações

De acordo com site⁴ do Android, novas APIs de animação permitem criar animações personalizadas para feedback de toque em controles de IU, mudanças no estado da vista e transições de atividades.

⁴ Disponível em <<https://developer.android.com/design/material/index.html>> Acesso em jun 2017

Essas APIs permitem:

- ✓ Responder a eventos de toque nas vistas com animações.
- ✓ Ocultar e exibir vistas com animações de revelação circular. Alternar entre atividades com animações de transição de atividades.
- ✓ Criar animações mais naturais com movimento curvado.
- ✓ Animar mudanças em uma ou mais propriedades da vista com animações de mudança de estado da vista.
- ✓ Exibir animações em desenháveis da lista de estado entre mudanças de estado da vista.

Fica claro que as APIs são fundamentais para quem deseja mudar a cara do aplicativo, optando por uma interatividade maior, com animações flutuando sobre a tela, deixando a mesma mais agradável no momento do uso.

6 METODOLOGIA DO PROJETO

A metodologia utilizada para realização do projeto se deu com base em estudos e pesquisas no mercado tecnológico. No decorrer do projeto, utilizamos duas fontes para o seu desenvolvimento. A primeira é a apostila Cálculo da Carga Térmica para Conforto, segundo Hélio Creder. Nela é possível encontrar o passo a passo para cálculo das cargas térmicas de um ambiente, juntamente com as equações necessárias para o cálculo e algumas variáveis utilizadas. Por último, foi utilizado o programa Android Studio, onde foi desenvolvido o aplicativo, por meio da linguagem XML, inserindo as equações, parâmetros e imagens para melhor funcionalidades e atratividade do mesmo.

O projeto foi dividido em cinco etapas para que ao fim do mesmo pudesse atingir o objetivo desejado.

6.1 Etapas do projeto

6.1.1 Identificação da problemática

Foi identificado a dificuldade que se tem das pessoas quererem climatizar/refrigerar um ambiente domiciliar sozinho apenas com conhecimentos básicos, sem a ajuda de um profissional, o que despanda, muitas vezes, de gastos desnecessários. Aliada a essa dificuldade, não foi encontrado método simplificado para tal, fora a vasta bibliografia e/ou conhecimento na área.

6.1.2 Definição do projeto

Pensando na problemática, o projeto surgiu com o objetivo de ajudar na compra do ar condicionado certo para cada cômodo que necessitar, de um modo prático e fácil: utilizando um aplicativo para smartphones android para cálculo de cargas térmicas.

6.1.3 Visão do mercado

Foi realizada uma breve pesquisa quanto aos aplicativos disponíveis no mercado (*Google Play Store*) e foi constatada uma precariedade quanto a quantidade de

aplicativos com o mesmo objetivo ou objetivo semelhante e quanto os parâmetros desejados. O aplicativo encontrado com a mesma finalidade calculava a carga térmica do ambiente, porém utilizava apenas 3 parâmetros (o que acredito, por toda revisão bibliográfica que realizei, não ser suficiente para um resultado mais exato) e quanto ao aplicativo semelhante, ele calculava a carga térmica, porém é voltado para refrigeração e conservação de alimentos.

6.1.4 Desenvolvimento do projeto

6.1.4.1 Esboço do projeto

Antes de iniciar o desenvolvimento do aplicativo era preciso definir o “corpo” do mesmo. Como ele seria, quais parâmetros iriam ser analisados, a interface, como tornar prático e intuitivo. Foi decidido ter como base na norma da ABNT NBR 1640-1/2008, e a apostila Cálculo da Carga Térmica para Conforto, segundo Hélio Creder, onde era possível calcular as cargas térmicas de um ambiente com simplicidade e para consultar algumas variáveis necessárias para o desenvolvimento do projeto.

Utilizamos aqui o método de *brainstorm* ou ‘tempestade cerebral’ onde consiste em jogar várias ideias, sejam elas viáveis ou não, e após essa tempestade, escolher a mais possível – e coerente – de ser realizada.

6.1.4.2 Definição dos parâmetros

O projeto seguiu o tópico 3.15 – Métodos rápidos para avaliação da carga térmica de verão para pequenos recintos da apostila citada, pois foi levado em conta a praticidade e rapidez do cálculo com poucas variáveis, porém com resultado satisfatório.

Adaptamos uma tabela, da que o Hélio Creder nos apresenta no tópico citado (a mesma tem base em publicações americanas). Na primeira coluna temos a fonte de calor, na segunda coluna temos a área em metros quadrados, na terceira coluna os fatores, de acordo com as tabelas que serão apresentadas posteriormente e na quarta coluna nós temos as cargas térmicas parciais em BTU/h.

Tabela 4 - Estimativa rápida de carga térmica.

PARÂMETRO	ÁREA	Fator	BTU/h
Ganho por condução	m ²		
Janelas na sombra			
Paredes (excluir as janelas)			
Piso			
Teto			
TOTAL			
Ganho devido ao sol			
Janelas expostas ao sol			
Ganho devido às pessoas		n° pessoas	
Pessoas sentadas ou em movimento lento			
Pessoas trabalhando ou dançando			
TOTAL			
Ganho devido à luz e aparelhos elétricos			
TOTAL (W)			
Carga térmica total (somatório dos 4 parâmetros)			

Fonte: Adaptada da apostila Cálculo de Carga Térmica para conforto.

Cada item da tabela terá seu fator mostrado nas tabelas que serão apresentadas abaixo. A quantidade de BTU/h se dá multiplicando a área pelo seu respectivo fator, com exceção da quantidade de pessoas, que será multiplicado apenas pelo seu fator e o ganho devido à luz e aparelhos eletrônicos, que será a multiplicação do total de watts de todos os aparelhos pelo seu fator.

✓ GANHO POR CONDUÇÃO

Para cálculo do parâmetro, utilizaremos as tabelas abaixo que indicam os fatores para janelas que estiverem na sombra, teto e para o piso.

Tabela 5 - Ganho por condução

FATORES - GANHO POR CONDUÇÃO	
TIPO	FATOR
Janelas na sombra	2
Paredes	12
Piso	3
Teto	12

Fonte: Adaptada da apostila Cálculo de Carga Térmica para conforto

✓ GANHO DEVIDO AO SOL

Para cálculo desse parâmetro, utilizaremos a tabela abaixo, seguindo as características de cada janela e a sua orientação geográfica. Importante identificar o tipo de janela e a posição da mesma.

Tabela 6 - Ganho devido ao Sol

FATORES - GANHO DEVIDO AO SOL							
JANELAS	VOLTADAS PARA						
	SE	E	NE	N	NO	O	SO
Vidro simples e duplo sem proteção	110	180	160	105	160	180	110
Veneziana com toldo	30	50	45	30	45	50	30
Cortina colorida ou veneziana interna	65	110	95	60	95	110	65
Tijolo de vidro sem proteção	44	72	64	42	64	72	44

Fonte: Adaptada da apostila Cálculo de Carga Térmica para conforto

✓ GANHO DEVIDO ÀS PESSOAS

Segundo a apostila, adotar os seguintes fatores abaixo:

Tabela 7- Ganho devido às pessoas

FATORES - GANHO DEVIDO ÀS PESSOAS	
TIPO	FATOR
Pessoas sentadas ou em movimento lento	400
Pessoas trabalhando ou dançando	660

Fonte: Adaptada da apostila Cálculo de Carga Térmica para conforto

✓ GANHO DEVIDO À LUZ E APARELHOS ELÉTRICOS

Nesse ponto, basta somar a potência (w) de todos os equipamentos elétricos e multiplicar pelo fator 3,4

✓ TOTAL

O total será encontrado somando todos os resultados dos parâmetros, já encontrados em BTU/h.

7 RESULTADOS E DISCURSÕES

7.1 Interface do aplicativo

Durante todo o desenvolvimento do aplicativo, o mesmo era testado no celular para encontrar eventuais erros e *bugs* para serem corrigidos imediatamente, como erros de grafia, tamanho do aplicativo não se adequava à resolução de tela do celular bem como atualização e aprimoramento constante da interface, como é possível notar na Figura 8 e Figura 9 a tela inicial, sendo a primeira e segunda versão respectivamente.

Figura 9 - Tela do menu principal (versão 2015)



Fonte: Autor (2015)

Figura 10 - Tela principal (versão 2017)



Fonte: Autores (2017)

Com objetivo de tornar o aplicativo mais dinâmico, resolveu-se tirar o ‘menu principal’ da tela inicial. Os dois botões interativos ‘Carga Térmica’ e ‘Sobre’ foram retirados da tela inicial na primeira versão e foram realocados e redimensionados acima dos cálculos (Figura 10), tornando mais rápida as ações dos usuários.

Figura 11 – Atalhos realocados

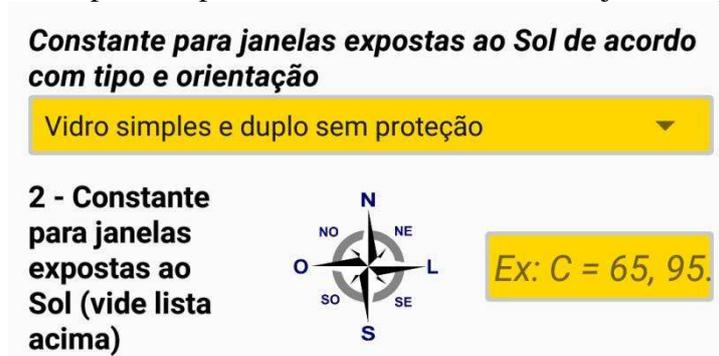


Fonte 1: Autores (2017)

Foram inseridos ícones (desenhos) para dá mais interação aos usuários. Na primeira aba, onde se lê ‘FOR’, é aba para o formulário, onde o aplicativo já inicia quando é executado. É onde é preenchido todos os campos em branco com as informações do ambiente que se deseja calcular a carga térmica.

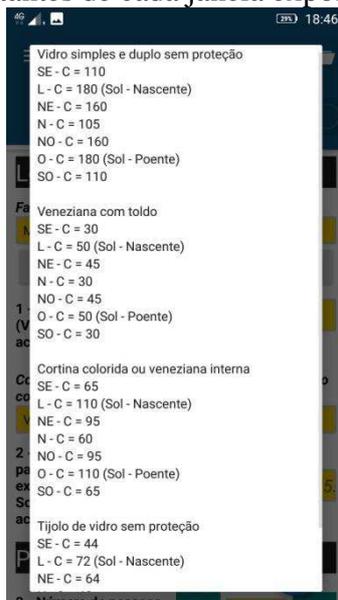
Logo no início da aba ‘FOR’ há o campo para inserir a constante para as janelas (Figura 11) que estão expostas ao sol de acordo com sua orientação e que pode ser consultado na lista na página seguinte (Figura 12).

Figura 12 – Campo a ser preenchido com a constante da janela exposta ao sol



Fonte: Autores (2017)

Figura 13 – Lista com as constantes de cada janela exposta ao sol



Fonte: Autores (2017)

Logo abaixo do primeiro parâmetro encontra-se o segundo parâmetro a ser calculado (Figura 13) que diz respeito a quantidade de pessoas no recinto e como elas se encontram, se sentadas ou em movimento lento (sentadas jogando, trabalhando no escritório) e o número de pessoas que estiverem dançando ou trabalhando de forma pesada. O usuário pode tanto aumentar ou diminuir apertando no + e – respectivamente ou clicar no campo amarelo e digitar a quantidade.

Figura 14 – Campo a ser preenchido de acordo com o número de pessoas e seus movimentos

Fonte: Autores (2017)

Mais abaixo, encontra-se os parâmetros que trata das dimensões do recinto (Figura 14). Deve-se inserir a área das janelas expostas ao sol (mesmas janelas onde

encontramos o fator no primeiro parâmetro), área das janelas expostas à sombra, área das paredes (somatório das 4), do piso e do teto. Para caso de mais de uma janela, somar as duas áreas.

Figura 15 – Campos a serem preenchidos com as dimensões do recinto

The screenshot shows a form titled 'Recinto' with a home icon in the top right corner. It contains five rows, each with a label and a corresponding input field:

- 5 - Área das janelas expostas ao Sol (m²) Ex: 1.20, 1.33, 2...
- 6 - Área das janelas à sombra (m²) Ex: 1.20, 1.33, 2...
- 7 - Área das paredes (m²) Ex: 36, 42.3, 44...
- 8 - Área do piso (m²) Ex: 10.20, 14.33...
- 9 - Área do teto (m²) Ex: 10.20, 14.33...

Fonte: Autores (2017)

E por fim adicionar os dados dos aparelhos eletrônicos que estão presentes no recinto. O usuário poderá inserir a potência total de todos os aparelhos no campo (Figura 15).

Figura 16 – Campo a ser preenchido com a potência total de todos os aparelhos elétricos

The screenshot shows a form titled 'Aparelhos' with a lightbulb icon in the top right corner. Below the title is a warning message: 'Caso não conheça e/ou não possa verificar a potência de seus aparelhos elétricos em Watts (W) siga a indicação de nossa calculadora abaixo.' Below this is a button labeled 'CALCULADORA DE POTÊNCIAS (W)'. At the bottom, there is an input field labeled '10 - Potência de lâmpadas e aparelhos elétricos (W)' with the example text 'Ex: 300, 1200...'.

Fonte: Autores (2017)

Caso não conheça e/ou não possa verificar a potência de seus aparelhos elétricos em watts (W), basta seguir a indicação clicando em 'Calculadora de potências (W)' para calcular separadamente cada eletrônico do recinto e então a seguinte tela irá aparecer (Figura 16).

Figura 17 – Tela calculadora de potências

Fonte: Autores (2017)

Ao final do preenchimento de todos os equipamentos, o usuário deve clicar no botão azul ✓ e irá retornar para tela inicial (Figura 9). O usuário deve clicar sobre o + azul (Figura 17) e irá perguntar se deseja apenas calcular e aparecer o resultado ou se deseja calcular e avaliar, para que possa visualizar cada parâmetro separadamente.

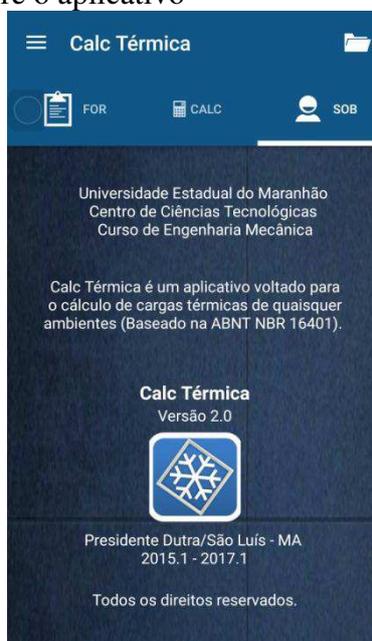
Figura 18 – Etapa final para o cálculo

Fonte: Autores (2017)

A segunda aba, ou a aba do meio, ‘CALC’ é onde se encontra uma calculadora (Figura 18). A primeira versão não possuía e ela foi inserida principalmente com o objetivo de facilitar e agilizar no momento de calcular as áreas das janelas e paredes, assim como outros cálculos comuns. Ao clicar na aba ‘SOB’ (Figura 19) é possível encontrar as informações do aplicativo como autores, a versão, onde e por quem foi desenvolvido e contatos.

Figura 19 – Aba da calculadora

Fonte: Autores (2107)

Figura 20 – Informações sobre o aplicativo

Fonte: Autores (2017)

Na parte superior do aplicativo (Figura 20) foram inseridos dois ícones (comparando com a primeira versão). O ícone da esquerda ao ser clicado nos leva para a tela de ajuda (Figura 21). Apesar de o aplicativo ser bastante intuitivo, sempre há necessidade de explicação de como o mesmo funciona e o que preencher nos campos em branco.

Figura 21 – Detalhe dos ícones na parte superior

Fonte: Autores (2017)

A ajuda é apresentada e, ao clicar em cada um dos tópicos surge na tela (Figura 22) as informações necessárias para o preenchimento correto de cada parâmetro respectivamente.

Figura 22 – Aba para ajuda

Fonte: Autores (2017)

Figura 23 – Tela de instruções de como preencher os campos em branco do parâmetro Recinto



Fonte: Autores (2017)

Retornando à Figura 20, no ícone da direita, que se assemelha a uma pasta, é onde se encontra o histórico de cálculos salvos já realizados, caso o usuário queira consultar novamente o resultado do cálculo ou os dados de cada parâmetro, como é observado na Figura 22 salvo no histórico como “Quarto das crianças”.

Figura 24 – Exemplo salvo no histórico do aplicativo



Fonte: Autores (2017)

7.2 Comparação de resultados

Para efeito de comparação e eficiência do aplicativo, foi realizado o cálculo da academia MOVING localizada no bairro do Turu, em São Luís do Maranhão, aplicando o cálculo completo que o Hélio Creder sugere em sua apostila Cálculo de Carga Térmica para Conforto.

Como já foi explicado, a carga térmica é a quantidade de calor sensível e latente, geralmente expressa em BTU/h, ou kcal/h, que deve ser retirada ou colocada no recinto a fim de proporcionar as condições de conforto desejadas.

Essa carga térmica pode ser introduzida no recinto a ser condicionado por:

- ✓ Condução;
- ✓ Insolação;
- ✓ Pessoas;
- ✓ Equipamentos;
- ✓ Infiltração;
- ✓ Ventilação.

Para base de cálculo das cargas térmicas, foram pesquisados os fatores de cada item que envolve os parâmetros, como:

- ✓ Natureza da construção das paredes, pisos e tetos; tipos de vidros empregados e temperaturas dos recintos contíguos, coletados na visita da academia.
- ✓ Possibilidade de infiltração do ar exterior pelas portas e janelas foi levada em consideração de acordo com a utilização do estabelecimento, no caso academia.
- ✓ Número de pessoas presentes no recinto. Esta informação foi coletada com a secretaria da academia.
- ✓ Carga total de energia elétrica, dissipada pela iluminação artificial, que foi coletada a partir do levantamento da quantidade de lâmpadas instalada na academia.

A planta do Piso 1 pode ser encontrada no Apêndice A. Abaixo, as medidas das paredes, janelas, teto e porta.

Tabela 8- Dimensões da academia Moving, Piso 1

PAREDES			
POSIÇÃO	c	h	área
NORTE	4,73	1,5	7,095 m ²
NORTE 2	2,65	3	7,95 m ²
LESTE	6,98	3	20,94 m ²
SUL	6,82	3	20,46 m ²
OESTE	6,17	3	18,51 m ²
TETO	54,89	1	54,89 m ²
JANELAS			
POSIÇÃO	c	h	Área
NORTE	4,58	1,5	6,87 m ²
PORTA			
TIPO	c	h	Área
Vidro	1,78	2,59	4,6102 m ²

Fonte: Autores (2015)

7.2.1 Carga Térmica por Condução

Nos cálculos da carga térmica do ar condicionado, usa-se um coeficiente U , mais fácil de ser obtido, medindo-se a temperatura do ar em ambos os lados da superfície.

Esse coeficiente é chamado de *coeficiente global de transmissão de calor* e é definido como o fluxo de calor por hora através de um m^2 de superfície, quando a diferença entre as temperaturas do ar nos dois lados da parede ou teto é um grau centígrado.

$$Q = A \cdot U \cdot DT \quad (2)$$

Onde:

Q = fluxo de calor em kcal/h;

A = área em m^2 ;

U = coeficiente global de transmissão de calor em $kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$;

DT = diferença de temperatura em $^\circ C$.

Seguindo os dados da tabela 3 e os anexos 1 e 2, iremos calcular a carga térmica por condução de cada item.

U da parede externa = 2,59

U da parede interna = 2,10

U do teto = 1,4381

U do piso = 1,72

U da janela = 5,18

U porta de vidro = 4,04

DT da parede externa = 9,4

DT de divisórias (paredes internas) = 5,5

DT porta de vidro = 5,5

- Parede Norte

$$Q = A \cdot U \cdot DT$$

$$Q = 7,095 \cdot 2,59 \cdot 9,4$$

$$Q_N = 172,734 \text{ kcal/h}$$

- Parede Nordeste/Noroeste

$$Q = A \cdot U \cdot DT$$

$$Q = 7,95 \cdot 2,59 \cdot 9,4$$

$$Q_{N2} = 193,55 \text{ kcal/h}$$

- Parede Leste

$$Q = A \cdot U \cdot DT$$

$$Q = 20,94 \cdot 2,59 \cdot 9,4$$

$$Q_L = 509,805 \text{ kcal/h}$$

- Parede Sul

$$Q = A \cdot U \cdot DT$$

$$Q = 20,46 \cdot 2,59 \cdot 9,4$$

$$Q_S = 498,119 \text{ kcal/h}$$

- Parede Oeste

$$Q = A \cdot U \cdot DT$$

$$Q = 18,51 \cdot 2,1 \cdot 5,5$$

$$Q_O = 213,79 \text{ kcal/h}$$

- Teto

$$Q = A \cdot U \cdot DT$$

$$Q = 56,809 \cdot 1,4381 \cdot 9,4$$

$$Q_T = 742,01 \text{ kcal/h}$$

- Janelas voltadas para o Norte

$$Q = A \cdot U \cdot DT$$

$$Q = 6,87 \cdot 0,13 \cdot 9,4$$

$$\boxed{Q_J = 8,395 \text{ kcal/h}}$$

- Carga Térmica Total por Condução do piso 1

$$Q_{TCon} = Q_N + Q_{N2} + Q_L + Q_S + Q_O + Q_T + Q_J$$

$$\boxed{Q_{TCon} = 2338,406 \text{ kcal/h}}$$

7.2.2 Carga Térmica por Insolação

As paredes, lajes e telhados transmitem a energia solar para o interior dos recintos por condução e convecção, segundo a equação abaixo e seguindo o anexo 3:

$$Q = A \cdot U \cdot (DT + \Delta T) \quad (3)$$

Onde:

Q = fluxo de calor de calor em kcal/h;

A = área em m^2 ;

U = coeficiente global de transmissão de calor em $kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$;

DT = diferença de temperatura externa e interna em $^\circ C$;

ΔT = acréscimo ao diferencial de temperatura.

- Parede Norte

$$Q = A \cdot U \cdot (DT + \Delta T)$$

$$Q = 7,095 \cdot 2,59 \cdot (9,4 + 2,7)$$

$$\boxed{Q_N = 222,35 \text{ kcal/h}}$$

- Parede Nordeste/Noroeste

$$Q = A \cdot U \cdot (DT + \Delta T)$$

$$Q = 7,95 \cdot 2,59 \cdot (9,4 + 2,7)$$

$$\boxed{Q_{N2} = 249,145 \text{ kcal/h}}$$

- Parede Leste

$$Q = A \cdot U \cdot (DT + \Delta T)$$

$$Q = 20,94 \cdot 2,59 \cdot (9,4 + 5,5)$$

$$\boxed{Q_L = 808,096 \text{ kcal/h}}$$

- Parede Sul

$$Q = A \cdot U \cdot (DT + \Delta T)$$

$$Q = 20,46 \cdot 2,59 \cdot (9,4 + 0)$$

$$\boxed{Q_S = 498,119 \text{ kcal/h}}$$

- Telhado

$$Q = A \cdot U \cdot (DT + \Delta T)$$

$$Q = 56,809 \cdot 1,4381 \cdot (9,4 + 8,3)$$

$$\boxed{Q_T = 1446,06 \text{ kcal/h}}$$

- Janelas voltadas para o Norte

$$Q = A \cdot U \cdot (DT + \Delta T)$$

$$Q = 6,87 \cdot 0,13 \cdot (9,4 + 2,7)$$

$$\boxed{Q_J = 10,806 \text{ kcal/h}}$$

- Carga Térmica Total por Insolação do piso 1

$$Q_{Tin} = Q_N + Q_{N2} + Q_L + Q_S + Q_T + Q_{JN}$$

$$\boxed{Q_{Tin} = 3185,706 \text{ kcal/h}}$$

7.2.3 Carga Térmica por Pessoas

O anexo 4, baseada na NBR-6401, dá os valores do calor liberado pelas pessoas em função da temperatura e atividade. Devido ao tamanho do piso, uma média de 16 pessoas irão ocupar o recinto. A equação é a seguinte:

$$Q_S = N_p \cdot C_S \quad (4)$$

$$Q_L = N_p \cdot C_L \quad (5)$$

Onde:

Q_S = quantidade de calor sensível;

Q_L = quantidade de calor latente;

N_p = número de pessoas;

C_S = coeficiente do calor sensível;

$C_L =$ coeficiente do calor latente.

- Calor Sensível

$$Q_S = 16 \cdot 7,2$$

$$\boxed{Q_S = 1153,6 \text{ kcal/h}}$$

- Calor Latente

$$Q_L = 16 \cdot 94$$

$$\boxed{Q_L = 1504 \text{ kcal/h}}$$

- Carga Térmica Total por Pessoas do piso 1

$$Q_{TP} = Q_S + Q_L$$

$$\boxed{Q_{TP} = 2657,6 \text{ kcal/h}}$$

7.2.4 Carga Térmica por Equipamentos

No piso 1, os únicos equipamentos que emitem carga térmica são apenas lâmpadas fluorescentes. Para cálculo da iluminação devemos usar a equação abaixo:

$$Q = \text{total de watts} \cdot 1,2 \quad (6)$$

Como temos 6 lâmpadas de 40 W cada, a carga térmica total do piso 1

$$Q = 6 \cdot 40 \cdot 1,2$$

$$Q_E = 288 \text{ W} \cong 0,288 \text{ kW}$$

$$\boxed{Q_{TE} = 247,68 \text{ kcal/h}}$$

7.2.5 Carga Térmica por Infiltração

Neste método, se supõe a troca de ar por hora dos recintos, de acordo com o número de janelas e com base no anexo 5, é calculado pela equação abaixo:

$$Q_S = 0,29 \cdot Q \cdot DT \quad (7)$$

Onde:

$Q_S =$ calor sensível em BTU/h;

$Q =$ fluxo de ar;

$DT =$ diferença de temperatura.

- Janelas

Como temos 2 janelas, multiplicamos o $Q = 3$ por 2

$$Q_S = 0,29 \cdot 6 \cdot 9,4$$

$$\boxed{Q_S = 15,35 \text{ kcal/h}}$$

Agora iremos calcular o calor latente, que se dá pela equação abaixo:

$$Q_L = 583 \cdot (UE_2 - UE_1) \cdot \gamma \cdot Q \quad (8)$$

Onde:

$Q_L =$ calor latente em kcal/h;

$UE_2 =$ umidade específica do ar no interior;

$UE_1 =$ umidade específica do ar na entrada;

$\gamma =$ peso específico do ar em kg/m^3 ;

$Q =$ fluxo de ar.

$$Q_L = 583 \cdot (0,0316 - 0,0188) \cdot 1,2 \cdot 6$$

$$\boxed{Q_L = 53,729 \text{ kcal/h}}$$

- Carga Térmica Total por Infiltração do piso 1

$$Q_{TI} = Q_S + Q_L$$

$$\boxed{Q_{TI} = 70,085 \text{ kcal/h}}$$

7.2.6 Carga Térmica Total do piso 1

A carga térmica total do piso 1 é calculada somada todas as cargas térmicas encontradas anteriormente.

$$Q_{TP2} = Q_{TCon} + Q_{TIIn} + Q_{TP} + Q_{TE} + Q_{TI}$$

$$Q_{TP1} = 8499,47 \text{ kcal/h}$$

Ou

$$Q_{TP1} = 33725,93 \text{ BTU/h}$$

Adicionamos, para efeito de segurança, mais 10% à carga térmica total. O novo valor é:

$$Q_{TP1} = 9349,426 \text{ kcal/h}$$

Ou

$$Q_{TP1} = 37098,52 \text{ BTU/h}$$

7.2.2 Cálculo no Aplicativo

Essa etapa consistiu em executar o aplicativo e inserir os valores do Piso 1 da academia Moving para comparar os dois resultados e conhecer a eficiência do projeto. No primeiro campo da constante das janelas (Figura 24), foi colocado 60 pois a mesma era voltada para o norte e tinha proteção (não necessariamente uma veneziana).

O próximo parâmetro, quanto ao número e movimento das pessoas, foi inserido as 16 pessoas que estavam trabalhando ou realizando grande esforço físico (Figura 24).

Figura 25 – Preenchimento da constante das janelas e número de pessoas

The screenshot shows a mobile application interface with the following elements:

- 2 - Constante para janelas expostas ao Sol (vide lista acima)**: A text label next to a yellow input field containing the value **60**. To the right is a compass rose with cardinal directions (N, S, E, O) and intermediate directions (NE, SE, SO, NO).
- Pessoas**: A section header with a group of people icon.
- 3 - Número de pessoas sentadas ou em movimento lento**: A text label next to a yellow input field containing the value **0**. It is flanked by blue '+' and '-' buttons.
- 4 - Número de pessoas dançando ou trabalhando**: A text label next to a yellow input field containing the value **16**. It is flanked by blue '+' and '-' buttons.

Fonte: Autores (2017)

Nos campos das dimensões do recinto, foi inserida a área total de todas as paredes, bem como a área das janelas expostas ao sol, área do teto e piso (como eles possuem a mesma área, foi repetido o valor). Como o Piso 1 da Academia Moving não possuía janelas voltadas para sombra, foi colocado 0 como área.

Figura 26 – Dimensões do recinto

The screenshot shows a mobile application interface with the following elements:

- Recinto**: A section header with a home icon.
- 5 - Área das janelas expostas ao Sol (m²)**: A text label next to a yellow input field containing the value **6.87**.
- 6 - Área das janelas à sombra (m²)**: A text label next to a yellow input field containing the value **0**.
- 7 - Área das paredes (m²)**: A text label next to a yellow input field containing the value **129.85**.
- 8 - Área do piso (m²)**: A text label next to a yellow input field containing the value **54.89**.
- 9 - Área do teto (m²)**: A text label next to a yellow input field containing the value **54.89**.

Fonte: Autores (2017)

Para o cálculo de ganho quanto à iluminação e aparelhos elétricos (Figura 26), foi colocado 240 W , pois o Piso 1 possuía 6 lâmpadas de 40 W cada.

Figura 27 – Ganho quanto à iluminação e aparelhos elétricos



Fonte: Autores (2017)

Ao clicar no + e então ‘calcular e avaliar’, podemos observar o percentual de cada parâmetro que influencia na carga térmica total, bem como seu resultado final (Figura 27).

Figura 28 – Resultado da Carga Térmica Total

Percentuais (%)	
Itens analisados	% da carga
Pessoas (movimento lento):	0.0
Pessoas (em atividade):	34.89
Aparelhos elétricos:	2.7
Janelas ao sol:	14.66
Janelas à sombra:	0.0
Paredes:	18.47
Piso:	5.86
Teto:	23.43
Carga Térmica Total (BTUs):	31779.6

Fonte: Autores (2017)

Como resultado final, foi encontrado 31779,6 BTU's. Para efeito de segurança, foi adicionado mais 10% ao resultado final. O novo valor é: 34957,56.

8 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto tinha como proposta desenvolver um aplicativo para calcular a carga térmica de um ambiente para que os indivíduos ali presentes tivessem a sensação de conforto térmico. Para tornar o aplicativo prático, foi levado em conta o método rápido para avaliação de carga térmica de verão para pequenos recintos, com base em publicações americanas e adaptadas para pequenos recintos (não foi levado em conta ganhos por ventilação ou infiltração). Dessa forma, é possível calcular rapidamente inserindo dados que é possível coletar no momento, sem necessidade de equipamentos extras.

Ao final da etapa de estudos e testes, foi possível ir além: desenvolver o aplicativo. Com base em uma programação XML o aplicativo já passou por diversas melhorias, chegando a atual versão 2.0. Com uma interface intuitiva e ao mesmo tempo explicativa, o aplicativo é “leve”, compatível com as versões do Android lançadas nos últimos anos e rápido.

Foi concluído ainda que o método adotado no aplicativo tem cerca de 94% de eficiência em comparação de um cálculo de carga térmica mais completo, com demais variáveis. Esse resultado mostra que é possível utiliza-lo no dia a dia, não apenas para determinar a carga térmica do ambiente, mas também, como sugerido no decorrer do trabalho, determinar qual condicionador de ar adequado para determinado ambiente, o que é intuitivo.

8.1 Sugestões de trabalhos futuros

Após o aplicativo ter comprovado uma eficiência de 95%, pode-se traçar outros objetivos a partir de agora:

- ✓ Disponibilidade do aplicativo na *PlayStore*;
- ✓ Acréscimo da captura de localização por GPS;
- ✓ Acréscimo de parâmetros para cálculo mais complexo, abordando efeitos de insolação, por exemplo;

REFERÊNCIAS

A HISTÓRIA DO AR CONDICIONADO, Disponível em <<http://www.webarcondicionado.com.br/a-historia-do-ar-condicionado>> Acesso em jun 2017

ABITEBOUL, S., BUNEMAN, P. **Data on the Web – From Relations the Semistructured Data and XML**. 2000. Massachusetts, Morgan Kaufmann Publishers, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1985). **NBR 15220-1: Desempenho térmico de edificações – parte 1: Definições, símbolos e unidade**. Rio de Janeiro.

ASHRAE Standard 55: **Ambientes Térmicos - Condições para ocupação humana**. 1992.

BAKER, N., STANDEVEN, M. **Thermal comfort for free-running buildings**. Rev. Energy and Buildings. Lausanne: v.23, p. 175-182, 1996.

BINI DIAS, Tatianne Domingues de Faria. **Estudo da linguagem xml e sua integração com a plataforma java**.

BIOGRAFIA WILLISCARRIER, Disponível em <<http://williscarrier.com/1979-1993.php>> Acesso em jun 2017

CREDER, Hélio. **Cálculo da Carga Térmica para Conforto**.

FANGER, O.P. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering**. Danish Technical Press, Copenhagen, 244p, 1970.

FARIA, Rogério Amorim de . **Treinamento Avançado em XML**. 1. ed. São Paulo, Digerati Books, 2005.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 5ª Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001

GRANDI, M. S. **Avaliação da percepção da sensação térmica em uma sala de controle**. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

HUMPHREYS, M. A. Field. **Studies of Thermal Comfort Compared and Applied**. Building Services Engineer. Watfort: v. 44, p. 5-27, 1976.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7730: Ergonomics of the thermal environment, analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of PMV and PPD índices local thermal comfort criteria**. 2005

_____. **ISO 8996: Ergonomics – Determination of metabolic heat production**. Genegra, 1990.

KADE, Adrovane M.; HEUSER, Carlos A. **Tendências em linguagem de consulta para documentos XML**. 2001. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

LAMBERTS, Roberto, Professor PhD. **Conforto e Stress Térmico**. Santa Catarina: Laboratório de Eficiência Energética e Edificações, 2012.

LAMBERTS, R.; XAVIER A. A. **Conforto térmico e stress térmico**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2002

LUIZETTO, Luciano E. F. **Conforto Térmico em ambientes de escritório**, 2014.

LIGHT, Richard ; MORAES, Neilande. **Iniciando em XML**. 1. ed. São Paulo, Makron Books, 1999.

MATERIAL DESIGN PARA ANDROID, Disponível em <<https://developer.android.com/design/material/index.html>> Acesso em jun 2017

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998.

NR 17. **Ergonomia**. Brasília/DF, BR: Ministério do Trabalho, 1990.

OLESEN, B. W.; PARSONS, K.C. **Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730 – Energy and building**. Elsevier Science, Loughborough, UK, 34, 2002, 537-548p.

RYBCZYNSKI, W. Home: **A Short History of an Idea**. 4ª Edição. São Paulo, 1986.

SAIBA COMO FOI CRIADO O AR CONDICIONADO, Disponível em <<http://blog.centralar.com.br/blog/2015/06/15/saiba-como-foi-criado-o-arcondicionado>> Acesso em jun 2017

SHIU, William M. **Utilizing multiple bioinformatic information sources: An XML Database proach 2001 Bioinformatics Honours Thesis**. University of New South Wales, 2001.

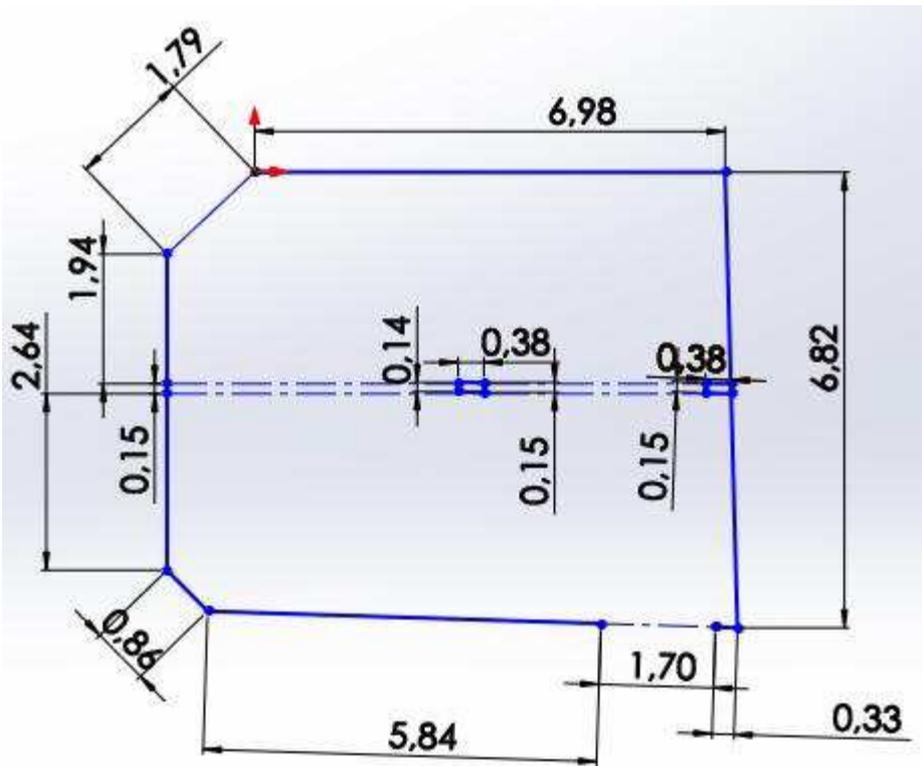
STRAUB, Karen Wrobel. **Determinação da temperatura de neutralidade em salas de aula do ensino superior para zonas bioclimáticas do Estado de Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Cuiabá – MT, 2016.

TANABE, S. **Thermal Comfort Requirements in Japan**. Waseda, 1984. Tese de Doutorado – Waseda University.1987

VIEIRA, C. C. **Conforto térmico e iluminação natural no edifício administrativo da escola de engenharia de São Carlos/USP – O Bloco E1**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2008.

XAVIER, A. A. P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

APÊNDICE A – PLANTA PISO 1



ANEXOS

1. Diferencial de temperatura usado nos projetos.

	<i>DT (°C)</i>
1. Paredes exteriores	9,4
2. Vidros nas paredes exteriores	9,4
3. Vidros nas divisórias	5,5
4. Vitruas de lojas com grande carga de luz	16,6
5. Divisórias	5,5
6. Divisórias junto de cozinha, lavanderias ou aquecedores	13,8
7. Pisos sobre recintos não-condicionados	5,5
8. Pisos do térreo	0
9. Pisos sobre porão	0
10. Pisos sobre porão com cozinha, lavanderias ou aquecedores	19,4
11. Pisos sobre espaços ventilados	9,4
12. Pisos sobre espaços não-ventilados	0
13. Tetos sobre espaços não-condicionados	5,5
14. Tetos sobre espaços com cozinhas, lavanderias e aquecedores	11,1
15. Tetos sob telhados com ou sem sótão	9,4

2. Coeficientes globais de transmissão de calor U

<i>Elementos</i>	<i>U em kcal/h · m² · °C</i>
a) Janelas	
- Janelas de vidros comuns (simples)	5,18
- Janelas de vidros duplos	3,13
- Janelas de vidros triplos	1,66
b) Paredes externas	
- Tijolos maciços (20 × 10 × 6 cm):	
meia-vez (14 cm) = 10 tijolos + 2 revestimentos	2,88
uma vez (24 cm) = 20 tijolos + 2 revestimentos	1,95
- Tijolos furados (20 × 20 × 10 ou 30 × 30 × 10 cm):	
meia-vez (14 cm) = 10 tijolos + 2 revestimentos	2,59
uma vez (24 cm) = 20 tijolos + 2 revestimentos	1,90
c) Paredes internas	
- Tijolos maciços (20 × 10 × 6 cm):	
meia-vez (14 cm) = 10 tijolos + 2 revestimentos	2,29
meia-vez (10 cm) = 6 tijolos + 2 revestimentos	2,68
uma vez (24 cm) = 20 tijolos + 2 revestimentos	1,66
- Tijolos furados (20 × 20 × 10 ou 20 × 10 × 6 cm):	
meia-vez (10 cm) = 6 tijolos + 2 revestimentos	2,54
meia-vez (14 cm) = 10 tijolos + 2 revestimentos	2,10
uma vez (24 cm) = 20 tijolos + 2 revestimentos	1,61
d) Concreto externo ou pedra	
15 cm	3,81
25 cm	3,03
35 cm	2,54
50 cm	2,00
e) Concreto interno	
10 cm	3,17
15 cm	2,83
20 cm	2,59

Observação: Estes coeficientes são usados para cálculos sem grandes precisões.

3. Acréscimo ao diferencial de temperatura

Superfície	Cor Escura		Cor Média		Cor Clara	
	°F	°C	°F	°C	°F	°C
Telhado	45	25,0	30	16,6	15	8,3
Parede E ou O	30	16,6	20	11,1	10	5,5
Parede N	15	8,3	10	5,5	5	2,7
Parede S	0	0	0	0	0	0

4. Calor liberado pelas pessoas

Temperatura Ambiente		Pessoa Sentada ou em Movimento Lento						Pessoa em Exercício Físico Moderado					
		Calor Sensível		Calor Latente		Calor Total		Calor Sensível		Calor Latente		Calor Total	
°C	°F	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h	kcal/h	BTU/h
29	84,2	45,1	179	54,9	218	100	397	38,1	151	128	508	166,1	659
28	82,4	50,2	199	50,2	199	100	397	45,1	179	121	480	166,1	659
27	80,6	54,9	218	45,1	179	100	397	51,9	206	144,1	572	166,1	659
26	78,8	58	230	42,1	167	100	397	58	230	108,1	429	166,1	659
25	77,0	62	246	38,1	151	100	397	64	254	101,8	404	166,1	659
24	75,2	66	262	34	135	100	397	72,1	286	94	373	166,1	659
23	73,4	69,1	274	31	123	100	397	77,1	306	89	353	166,1	659
22	71,6	72,1	286	28	111	100	397	82,2	326	83,9	333	166,1	659
21	69,8	75,1	298	24,9	99	100	397	88	349	78,1	310	166,1	659

A NBR-6401 (1978) dá os valores do calor sensível e latente em função do metabolismo em diversos locais.

5. Trocas de ar por hora nos recintos

Janelas Existentes	Trocas por Hora
Nenhuma janela ou porta para o exterior	3/4
Janelas ou portas em 1 parede	1
Janelas ou portas em 2 paredes	1 1/2
Janelas ou portas em 3 paredes	2
Lojas	2