



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VINICIUS HENRIQUE DA FÉ FREIRE

**ANÁLISE E PROPOSIÇÕES DE EFICIÊNCIA TÉRMICA E ENERGÉTICA DA
CENTRAL DE AULAS 2 DA UFERSA ANGICOS/RN**

ANGICOS

2021

VINICIUS HENRIQUE DA FÉ FREIRE

**ANÁLISE E PROPOSIÇÕES DE EFICIÊNCIA TÉRMICA E ENERGÉTICA DA
CENTRAL DE AULAS 2 DA UFRSA ANGICOS/RN.**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Professor Me. Marcílio Luís Viana Correia.

ANGICOS

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F862a Freire, Vinicius Henrique da Fé .
ANÁLISE E PROPOSIÇÕES DE EFICIÊNCIA TÉRMICA E
ENERGÉTICA DA CENTRAL DE AULAS 2 DA UFERSA
ANGICOS/RN / Vinicius Henrique da Fé Freire. -
2021.
102 f. : il.

Orientador: Me. Marcílio Luís Viana Correia.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2021.

1. Conforto Térmico. 2. Consumo de Energia
Elétrica. 3. Paredes Verdes. 4. Sustentabilidade.
I. Correia, Me. Marcílio Luís Viana , orient. II.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

VINICIUS HENRIQUE DA FÉ FREIRE

**ANÁLISE E PROPOSIÇÕES DE EFICIÊNCIA TÉRMICA E ENERGÉTICA DA
CENTRAL DE AULAS 2 DA UFRSA ANGICOS/RN.**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Defendida em: 31 / 05 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

MARCILIO LUIS VIANA
CORREIA: [REDACTED]

Assinado de forma digital por MARCILIO
LUIS VIANA CORREIA: [REDACTED]
Dados: 2021.06.07 19:12:23 -03'00'

Marcílio Luís Viana Correia. Professor Me. (UFERSA)
Presidente

VALQUIRIA MELO SOUZA
CORREIA: [REDACTED]

Assinado de forma digital por VALQUIRIA MELO SOUZA
CORREIA: [REDACTED]
Dados: 2021.06.07 19:04:18 -03'00'

Valquíria Melo Souza Correia. Professora Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

ADNA ERICA MELO DE
SOUZA: [REDACTED]

Assinado de forma digital por ADNA
ERICA MELO DE SOUZA: [REDACTED]
Dados: 2021.06.07 22:25:03 -03'00'

Ádna Érica Melo de Sousa. Engenheira Civil
Membro Examinador

*Dedico este trabalho a minha mãe Gilvanete, e,
aos meus avós Damião e Gelza por sempre me apoiarem.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças e por não permitir desistir dos meus sonhos, por me fazer encarar novos desafios buscando sempre o melhor, e por estar comigo em todos os momentos da minha vida.

Agradeço a minha mãe Gilvanete Maria da Fé, por ser a pessoa que sempre me apoiou nas minhas escolhas, por ter investido na minha educação e ter acreditado nos meus sonhos, abrindo mão dos dela para que eu alcançasse os meus objetivos.

Agradeço aos meus avós Damião e Gelza (Voinha) por terem me dedicado todo amor e cuidado, por me incentivarem mesmo não possuindo muito conhecimento didático, e por me ajudarem na minha estadia em Angicos.

Agradeço ao meu orientador Marcílio Correia por toda dedicação e paciência e pelas inúmeras contribuições dadas no transcorrer desse trabalho.

Agradeço a professora Valquíria Correia e engenheira civil Ádna Fontes por terem aceitado avaliar este trabalho e pelo tempo empregado para avaliá-lo.

Agradeço o apoio de toda a minha família, em especial ao meu irmão Victor da Fé por ter sido paciente e cuidadoso com minha mãe e meus avós enquanto eu estava na universidade, e por ser um amigo acima de tudo.

Agradeço ao meu pai por ter me ajudado como pôde, mesmo não estando muito presente sempre me incentivou e fez o que estava ao seu alcance para me ajudar.

Agradeço as minhas colegas de apartamento em Angicos Laize Costa, Janne Mary e Débora Monic por toda paciência e companheirismo, pelas muitas risadas e conversas.

Agradeço a todos os membros da Empresa Junior - CONSOLIDA Engenharia por sempre me apoiarem e estarem comigo em todos os momentos, por não soltarem minha mão quando tudo parecia estar dando errado, em especial aos meus amigos Inglisson Eduardo e

Wriel Herison por terem encabeçado esse desafio comigo, e a todos os professores colaboradores.

Agradeço aos meus amigos do Movimento Empresa Júnior, em especial ao time da RN Júnior por me incentivarem e por me mostrarem que eu posso ser melhor do que penso.

Agradeço a minha amiga Janne Mary por toda ajuda e companheirismo, pelo laço de amizade construído da forma mais natural possível durante o tempo que passamos juntos em Angicos.

Agradeço a minha amiga Sara do Movimento Empresa Júnior - MEJ por ter me dado forças e me incentivado quando as coisas não iam muito bem no meu coração, por ter sido uma mão em meio a tantas dúvidas e desencontros pessoais.

Agradeço a todos os meus colegas da universidade pelas incontáveis vezes que me ajudaram, pelas inúmeras noites estudando e compartilhando conhecimentos.

Agradeço a todos os professores que me acompanharam e contribuíram para a construção do meu conhecimento técnico científico, assim como a todos os técnicos administrativos e auxiliares de serviços gerais.

Agradeço a todos os que não acreditaram em mim, que proferiram palavras contrárias que por momentos me fizeram repensar sobre meus sonhos, vocês foram essenciais para que eu pudesse acreditar mais em mim mesmo.

Agradeço a todos e a cada um que somou de todas as formas possíveis à minha formação pessoal e profissional.

O segredo da vida está na eficiência do trabalho
e no desprendimento da ilusão do poder.

Oswaldo Almeida Gonçalves

RESUMO

Atualmente, faz-se oportuna a busca por produtos e práticas construtivas que propiciem melhorias no que tange à eficiência energética em edificações. Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho consiste em analisar a eficiência energética relacionada ao uso de aparelhos condicionadores de ar de uma repartição pública. Para tanto, realizou-se um estudo de caso na Central de Aulas II da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Campus Angicos. A metodologia empregada foi dividida em cinco etapas, das quais temos a caracterização do objeto de estudo, a análise de dados meteorológicos da região, o uso de software de Excel para cálculo da carga térmica, a análise dos dados para os condicionadores de ar e para a edificação. Por fim foi possível concluir que algumas medidas precisam ser tomadas, como por exemplo a troca dos condicionadores de ar já instalados por aparelhos novos classe A de eficiência energética, para que se tenha uma construção mais eficiente, além de contribuir para uma redução nas contas de energia, tendo em vista que no mês de maio de 2021 se pagou em média R\$ 16.019,12 (dezesesseis mil e dezenove reais e doze centavos) e que se fossem adotadas as medidas propostas neste trabalho se teria uma economia de aproximadamente R\$ 3.063,00 (três mil e sessenta e três reais), resultando em uma redução da ordem de 19,12% no consumo mensal, culminando em uma redução anual de R\$ 36.756,12 (trinta e seis mil, setecentos e cinquenta e seis reais e doze centavos). Com relação ao consumo no horário de ponta, haveria uma economia de R\$ 33.398,57 (trinta e três mil, trezentos e noventa e oito reais e cinquenta e sete centavos), o que corresponde a 19,12% do custo mensal, perfazendo uma contenção anual de R\$ 400.782,84 (quatrocentos mil, setecentos e oitenta e dois reais e oitenta e quatro centavos).

Palavras-chave: Conforto Térmico; Consumo de Energia Elétrica; Paredes Verdes; Sustentabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- a) Fachada com aplicação de Vegetação e b) resultados obtidos através de uma câmara de infra vermelho à 21°C.....	23
Figura 2	- Instalação da evaporadora (piso-teto) e condensadora.....	25
Figura 3	- Figura 3. Como ler etiquetas de aparelhos condicionadores de ar.....	27
Figura 4	- Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)	28
Figura 5	- Localização do município de Angicos – Rio Grande do Norte.....	31
Figura 6	- Localização da central de salas de aula 2.....	32
Figura 7	- Planta baixa da central de salas de aulas 2.	33
Figura 8	- Layout das salas de aula	34
Figura 9	- Localização dos layouts na central de salas de aula 2.....	34
Figura 10	- Sala de aula 1 – Layout 1	35
Figura 11	- Sala de aula referente ao layout 2	36
Figura 12	- Sala de aula 5 – Layout 3	36
Figura 13	- Sala de aula referente ao layout 4	37
Figura 14	- Estação Meteorológica	38
Figura 15	- Modelo de estação meteorológica usada	39
Figura 16	- Instalação das evaporadoras no piso e no teto.....	41
Figura 17	- Distanciamento mínimo	42
Figura 18	- Obstrução da circulação de ar pela presença de empecilhos	42
Figura 19	- Disposição adequada para instalação dos condensadores de ar.....	43
Figura 20	- Disposição inapropriada das evaporadoras de ar das salas do layout 2.	43
Figura 21	- a) Condicionador de ar Electrolux e b) Condicionador de ar Carrier	44
Figura 22	- Condensadoras fixas na platibanda e sobre o teto.....	44
Figura 23	- Precauções para instalação adequada das condensadoras	45
Figura 24	- Instalação feita em mãos francesas	46
Figura 25	- Condensadoras apoiadas sobre superfícies da edificação	46
Figura 26	- Instalação das condensadoras em mãos francesas sem calços de borracha.....	47
Figura 27	- Mãos francesas de fibra de vidro.....	47
Figura 28	- Conexões utilizadas para transporte da água condensada	48
Figura 29	- Inclinação de drenagem	49

Figura 30	-	a) Etiqueta classe B e b) Etiqueta classe c	50
Figura 31	-	Conta de Energia da UFERSA Campus Angicos – mês 05/2021	53
Figura 32	-	Tipo de aparelhos versus consumo mensal	56
Figura 33	-	Potência instalada versus potência calculada.....	58
Figura 34	-	Lâmpadas utilizadas nas salas de aula	61
Figura 35	-	Tipo de janela utilizada.....	62
Figura 36	-	Brisas utilizados	63
Figura 37	-	Tipo de porta utilizada.....	64
Figura 38	-	Configuração das paredes internas das salas de aula	65
Figura 39	-	a) Paredes externa voltada ao Norte e b) Paredes externa voltada ao Oeste	65
Figura 40	-	Forro de fibra mineral	66
Figura 41	-	Corte AA	67
Figura 42	-	Cobertura da central de salas de aula 2	68
Figura 43	-	Arborização do sentido sul da central de salas de aula 2.....	69
Figura 44	-	Arborização do sentido norte da central de salas de 2.....	69
Figura 45	-	Radiação global.....	70
Figura 46	-	Umidade relativa do ar.....	71
Figura 47	-	Temperatura relativa do ar	72
Figura 48	-	Projeto como construído da central de salas de aula 2.....	71
Figura 49	-	Planta baixa do sistema para reuso da água condensada.....	76
Figura 50	-	Corte do sistema de reaproveitamento de água condensada.	77
Figura 51	-	Projeto visual de parede verde – Sentido Norte.....	78
Figura 52	-	Projeto visual de parede verde – Sentido Oeste.....	78
Figura 53	-	Detalhamento da parede verde.....	79
Figura 54	-	Projeto de arborização para o central de salas de aula 2 – sentido norte.....	79
Figura 55	-	Vista posterior da central de salas de aula 2 com projeto de arborização.....	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Tipos de condensadores de ar.....	24
Quadro 2	–	Informações referentes as salas com base nos layouts adotados.....	35
Quadro 3	–	Documentos analisados	40
Quadro 4	–	Configuração dos aparelhos condensadores de ar	51
Quadro 5	–	Aparelhos classe A	52
Quadro 6	–	Cálculo do custo total mensal em reais do consumo de energia elétrica de condicionadores de ar da central de salas de aula 2	53
Quadro 7	–	Cálculo do custo total mensal em reais do consumo de energia elétrica de condicionadores de ar da central de salas de aula 2 nos horários de ponta	54
Quadro 8	–	Estimativa do custo total mensal em reais do consumo de energia elétrica para condicionadores de ar classe A.....	54
Quadro 9	–	Estimativa do custo total mensal em reais do consumo de energia elétrica para condicionadores de ar classe A em horário de ponta.....	54
Quadro 10	–	Comparativo de custos com energia elétrica para a central de salas de aula 2.....	55
Quadro 11	–	Comparativo de custos com energia elétrica para a central de salas de aula 2 nos horários de ponta.....	55
Quadro 12	–	Demonstrativo de Potências de projeto, instalada e calculada (BTU's).....	57
Quadro 13	–	Capacidade máxima de pessoas por sala de aula	59
Quadro 14	–	Quantitativos de equipamentos elétricos	60
Quadro 15	–	Potência total instalada	60
Quadro 16	–	Proposições.....	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1 Desenvolvimento sustentável	18
3.2 Desenvolvimento sustentável no Brasil	19
3.3 Eficiência Energética no Brasil.....	20
3.4 Conforto térmico x eficiência energética	21
3.5 Equipamentos e tecnologias de promoção de conforto térmico.....	22
3.5.1 Brises.....	22
3.5.2 Telhados e Paredes Verdes.....	22
3.5.3 Condicionadores de Ar.....	23
3.6 Projetos e Instalação de condicionadores de ar	24
3.6.1. ABNT NBR 16655-1 – Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado – Split e compacto.	25
3.6.2 ABNT NBR 16655-3 – Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado – Split e compacto.	26
3.6.3 Etiquetagem dos condicionadores de ar	26
3.7 PROCEL Edifica.....	27
3.8 ISO 50001.....	28
3.8 Leis e Decretos Federais	29
3.8.1 Lei Federal nº 8.666	29
3.8.2 Lei Federal nº 10.295	30
3.6.7 Decreto Federal nº 9.178.....	30
4 METODOLOGIA DA PESQUISA	31
4.1 Caracterização do Objeto de Estudo	31
4.2 Análise dos dados meteorológicos	37
4.3 Uso de software para cálculo de carga térmica.....	38
4.4 Análise de dados.....	39
4.5 Proposições	40
5 RESULTADOS	41
5.1 Análise dos Condicionadores de ar	41
5.2 Etiquetagem dos aparelhos	49

5.3 Potência (BTU's)	56
5.4 Calculo da carga térmica e dimensionamento dos condensadores de ar	58
5.4.1 Capacidade das salas de aula.....	59
5.4.2 Potências Instaladas em cada sala de aula.....	59
5.4.3 Lâmpadas	61
5.4.4 Janelas com películas e brises	62
5.4.5 Portas.....	63
5.4.6 Paredes Internas.....	64
5.4.7 Paredes Externas	65
5.4.8 Forro	66
5.4.9 Cobertura.....	67
5.7 Arborização da central de salas de aula 2	68
5.8 Análise dos dados meteorológicos	70
5.9 Proposições	72
5.9.1 Projeto como construído.....	73
5.9.2 Utilização de água condensada	34
5.9.3 Construção de uma parede verde e/ou arborização	77
6 CONCLUSÃO.....	81
7 REFERÊNCIAS	83
ANEXO 1 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 01	87
ANEXO 2 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 02	88
ANEXO 3 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 03	89
ANEXO 4 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 04	90
ANEXO 5 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 05	91
ANEXO 6 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 06	92
ANEXO 7 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 07	93
ANEXO 8 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 08	94
ANEXO 9 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 09	95
ANEXO 10 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 10	96
ANEXO 11 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 11	97
ANEXO 12 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 12	98
ANEXO 13 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 13	99
ANEXO 14 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 14	100

ANEXO 15 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 15	101
ANEXO 16. CONTA DE ENERGIA DA UFERSA – 05/2021.	102

1 INTRODUÇÃO

A escassez dos recursos naturais promovida pela ação humana é algo que precisa ser tratado o mais rápido possível, o crescimento da população mundial tem preocupado muitos pesquisadores, principalmente no que concerne ao desenvolvimento ambiental e a segurança dos recursos naturais para a atual e as futuras gerações (ALMEIDA,2009).

A utilização consciente e eficaz de fontes de energia é algo que vem ganhando muita força, estando essa utilização sendo incentivada por órgãos brasileiros tais como o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério de Minas e Energia (MME), a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL dentre outros.

Atualmente, está em vigor o Plano Nacional de Energia (PNE 2030), onde tem se definido uma redução na ordem de 10% no consumo final de energia elétrica, tal redução é incorporada por medidas de incremento à eficiência energética em edifícios, equipamentos, indústrias, saneamento básico, prédios públicos, municípios e na iluminação pública e semafórica.

Segundo dados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL só no ano de 2010 foram reduzidos cerca de 6,16 milhões de KWh, decorrentes de ações de cunho ambiental buscando maior eficiência energética.

Observando que a adoção de medidas sustentáveis tem melhorado a eficiência de alguns aparelhos e até mesmo reduzido os gastos com energia elétrica, é que se pretende analisar os condicionadores de ar da central de aulas 2 da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) Campus Angicos, para que de forma teórica se tenha uma visão da eficiência térmica e energética que estes possuem, assim como propor melhorias de caráter térmico visando potencializar a eficiência termo-energética promovida pelos aparelhos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o grau de eficiência energética promovida pelos condicionadores de ar da central de aulas 2 da UFERSA Campus Angicos.

2.2 Objetivos específicos

- Apontar a conformidade ou não conformidade do ambiente analisado com relação aos requisitos exigidos pelas normas brasileiras relacionadas à instalação de condicionadores de ar.
- Verificar se os aparelhos condicionadores de ar instalados estão funcionando de forma eficaz;
- Analisar a disposição dos aparelhos dentro das salas de aula;
- Verificar se a disposição dos aparelhos atende as exigências técnicas recomendadas;
- Propor melhorias que potencializem a eficiência energética do prédio, propiciando redução de gastos na conta de energia, sem afetar negativamente o bem-estar dos usuários.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Desenvolvimento sustentável

O cenário atual da eficiência energética global é de um quadro preocupante, a escassez de recursos aliada o consumo exagerado de fontes naturais e do crescente populacional tem preocupado a diversos pesquisadores e especialistas, principalmente no tocante a falência de recursos naturais, o que tem impulsionado a busca por ações de cunho sustentável (ALMEIDA, 2009).

É importante observar que a má utilização de recursos energéticos renováveis pode determinar a sua exaustão, ou seja, quando determinada fonte é utilizada além da sua taxa de renovação sustentável (VIANA *et al.*, 2012).

Um dos desafios enfrentados para o que chamamos de “desenvolvimento sustentável” é contribuir para superar os problemas já existentes, mas também de assegurar a própria vida, por meio da proteção e manutenção das fontes naturais que a tornam possíveis (REIS; ROMERO; PHILIPPI JUNIOR, 2012).

Todavia a problemática envolvendo as questões sustentáveis e as formas de garantir os recursos naturais para as futuras gerações não vem de hoje, um exemplo prático disso foi a Conferência de Estocolmo realizada em 1972, onde foram discutidas e aprovadas diretrizes para enfrentar os problemas decorrentes da utilização dos recursos naturais (JAPIASSÚ e GUERRA, 2017).

De acordo com o Relatório Brundtland intitulado “*Nosso Futuro Comum*” de 1987 aborda que o desenvolvimento sustentável deve ser entendido como:

Um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988, p. 49).

3.2 Desenvolvimento sustentável no Brasil

Assim como em todo mundo, a busca pelo desenvolvimento sustentável no Brasil também vem ganhando força, embora não tenham sido tomadas medidas para reduzir os problemas causados ao meio ambiente em meados de 1973, como é reportado por Japiassú e Guerra (2017) “é preciso mencionar que o Brasil, apesar de ter participado da reunião de Cúpula em Estocolmo e de ter assinado a Declaração sobre Meio Ambiente Humano, não a implementou de maneira adequada naquele momento”.

Japiassú e Guerra (2017) ainda associam o tardio investimento em políticas que visassem o desenvolvimento sustentável no Brasil ao modelo de governo existente naquela época, onde segundo os autores “A política brasileira, ao tempo dos governos militares, era marcadamente desenvolvimentista, caracterizada por grandes obras públicas de infraestrutura questionáveis e ambientalmente preocupantes”.

Já em meados de 1980 segundo Altoé *et al.* (2017) começou-se a elaboração de legislações de incentivo a eficiência energética, muito embora que tais medidas de uso eficiente dos recursos foi moderadamente bem-sucedida como exalta Geller *et al.* (2004).

Ainda segundo Japiassú e Guerra (2017) as medidas de impulso sistematizado ao poder público visando a proteção ambiental só foi possível por meio da lei nº 6.803/1980 que “dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências”. Altoé *et al.* (2017) ainda ressalva a implantação de programas como CONSERVE e Mobilização Energética.

Japiassú e Guerra (2017) afirmam que o ano de 1980 foi marcado pelo incentivo a ações propositivas voltadas a proteção de recursos naturais, e pelas series de inovações legislativas no âmbito ambiental, destacando a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981).

Como se tem visto a problemática envolvendo o desenvolvimento sustentável tem levado as autoridades a pensarem e traçarem formas de reduzir os problemas ambientais causados pelo uso desenfreado dos recursos naturais e de como garantir esses recursos para as futuras gerações, todavia todo esse movimento pró meio ambiente só foi possível devido à crise do petróleo em 1973, onde o preço saiu de três para doze dólares, o que resultou em uma crise imediata no setor de edifícios (REIS; ROMERO; PHILIPPI JUNIOR, 2012).

Partindo dessa crise é que se passou a pensar no termo desenvolvimento sustentável estando aliado a ele a Eficiência Energética, onde segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Conservação de Energia – ABESCO a “eficiência energética é por definição relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização”.

3.3 Eficiência Energética no Brasil

Por definição a eficiência energética consiste na relação da quantidade de energia que é utilizada para desenvolver determinada ação e a quantidade de energia disponível para que essa ação ou atividade seja realizada, ou seja, é preciso ter energia disponível para que determinada atividade seja realizada (ABESCO, 2020).

Analisando o atual cenário vemos que cerca de 52% da energia produzida no Brasil é utilizada em edificações (PROCEL, 2020). Esse alto percentual de utilização de energia elétrica pode ser explicado por (REIS; ROMERO; PHILIPPI JUNIOR, 2012) onde para eles “a energia é tida como um bem básico necessário à integração do ser humano ao desenvolvimento”.

Com base nessa informação podemos observar que a matriz energética no Brasil deve ser aproveitada da melhor forma possível, ou seja, a promoção de medidas sustentáveis que minimizem os gastos com energia elétrica, o que condiz com afirmação apresentada por Poveda (2007):

Deve-se ter em mente que a eficiência energética na sua concepção mais ampla visa manter o serviço que presta, ao mesmo tempo que reduz o consumo de energia. Em outras palavras, trata-se de reduzir as perdas que ocorrem em qualquer transformação ou processo, incorporando melhores hábitos de uso e melhores tecnologias. Vai além de apenas manter os serviços obtidos com a energia e mostra, com vários exemplos, que é possível cortar o consumo pela metade dobrando os benefícios. (POVEDA, 2007. p.5). (traduzido).

No Brasil, só nos anos de 1975 a 2000 teve-se um aumento na ordem de 250% no consumo de energia (Geller *et al.*, 2004), ainda segundo o autor a produção de energia elétrica por meios das hidrelétricas saiu 16 gigawatts em 1975 para 60 gigawatts no ano 2000, fornecendo assim cerca de 90% da energia elétrica produzida.

Diante da crescente utilização de energia elétrica e da preocupação com o meio ambiente é que o governo brasileiro criou a Lei nº10.295 de 17 de outubro de 2001, onde em seu artigo primeiro dispõe o seguinte “A Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia visa a alocação eficiente de recursos energéticos e a preservação do meio ambiente”. A Lei nº10.295 ainda determina níveis mínimos de eficiência energética de aparelhos e máquinas fabricados e comercializados no país.

Atualmente o consumo de energia elétrica está cada vez mais presente na realidade do brasileiro, principalmente depois da expansão das linhas de transmissão e das redes de fornecimento de energia elétrica, e da utilização de aparelhos eletrodomésticos (freezer, geladeiras, ar condicionados, aquecedores, fornos elétricos etc.), eletroeletrônicos (televisão, celulares, computadores etc.) e de iluminação.

3.4 Conforto térmico x eficiência energética

Para Lambert (2000) conforto térmico refere-se ao estado de satisfação que o homem sente quando inserido em um dado ambiente, ou seja, o calor perdido para o ambiente e o produzido se equiparam gerando o sentimento de satisfação promovido pelo conforto térmico ambiente.

Ainda segundo Lambert (2000), o conforto térmico é algo subjetivo pois cada indivíduo possui níveis de satisfação distintos, e tais níveis variam de acordo com alguns mecanismos de termo regulação (a pele, trocas térmicas entre o corpo e o ambiente), e de algumas variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade relativa do ar) e humanas (metabolismo, e vestimenta).

Para Frota (2001) a termo regulação é a manutenção regular da temperatura interna do organismo humano, e consiste na troca de calor com o ambiente, e para ele o ser humano goza do conforto térmico quando perde para o ambiente sem recorrer a nenhum mecanismo de termo regulação, ou seja, o calor produzido pelo metabolismo é compatível com a sua atividade.

A temática do conforto térmico vem sendo amplamente estudada, em especial o uso de condicionadores de ar, uma vez que estes possibilitam um maior controle da temperatura no interior dos ambientes.

Atrelando a crescente utilização de aparelhos condicionadores de ar à utilização de energia elétrica promovida por fontes da matriz energética e a preservação de recursos naturais

afim de assegurar esses recursos para as próximas gerações, é que se tem investido em formas de potencializar a eficiência energética promovida pelos condicionadores de ar, principalmente quando se observa o atual panorama energético nacional (PEREIRA; LAMBERTS; GHISI, 2003).

3.5 Equipamentos e tecnologias de promoção de conforto térmico

3.5.1 Brises

“Para Oliveira (2020) ”

Os brises são alternativas que compõem a fachada arquitetônica de um edifício e impedem a incidência direta de radiação solar no interior do edifício, prevenindo o ofuscamento e o aumento excessivo de calor. Os brises podem ser compostos de materiais diversos, sendo os mais utilizados concreto, madeira e alumínio. Geralmente, são compostos por lâminas que podem ser fixas ou móveis, localizadas em frente às aberturas dos edifícios. (OLIVEIRA, 2020).

Os brises também proporcionam uma camada de ar na parte externa das paredes, pois sua inclinação faz com o ar que entra percorra um determinado caminho a depender da posição vento, essa circulação de ar faz com que haja um resfriamento das paredes externas das edificações.

3.5.2 Telhados e Paredes Verdes

A utilização de Paredes/muros e telhados verdes é algo que vem se destacando no modelo construtivo de novas edificações, de acordo com Morelli (2016) são realizadas diversas pesquisas quanto a utilização dessas tecnologias, afim de possibilitar maior diversidade do seu uso. Morelli (2016) ainda aborda que as pesquisas realizadas com paredes e telhados verdes evidenciam um melhor desempenho térmico em decorrência da redução no ganho de calor por radiação solar.

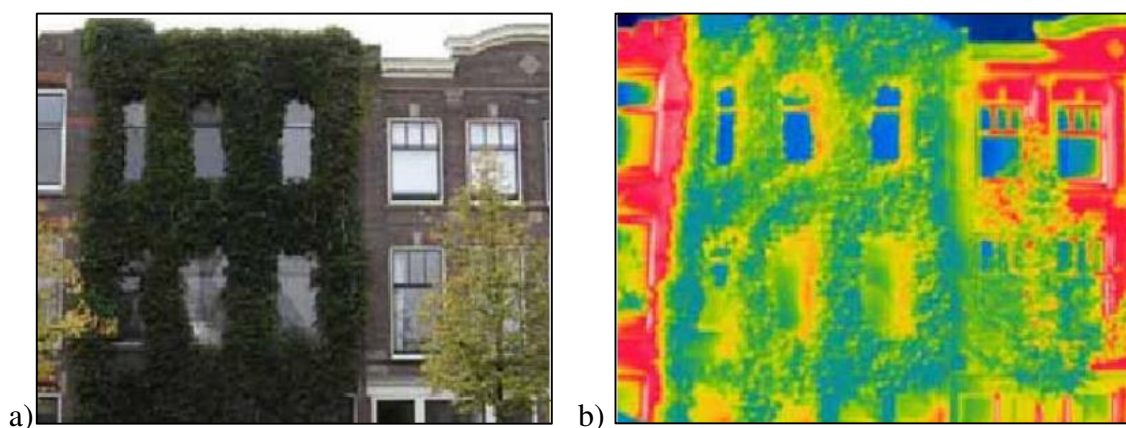
Bartholomei (2003) afirma que as árvores em grupos ou isolados atenuam grande parte da radiação solar, reduzindo assim a influência dos raios solares (promovedores de calor) nas edificações gerando um maior conforto térmico, o que podemos chamar de resfriamento passivo.

Desta forma entende-se por resfriamento passivo a utilização de tecnologias ou técnicas construtivas que objetivem a redução da temperatura sem que haja a interferência de fontes de energia.

Sousa (2012) relata a existência de duas classificações para os benefícios promovidos pela implantação de paredes verdes, segundo o autor os benefícios se aplicam a envolvente urbana (redução do efeito ilha de calor, o aumento da biodiversidade, a melhoria da qualidade do ar exterior, etc.) e para o próprio prédio (contribuindo para a eficiência energética, a proteção da estrutura do próprio edifício, as melhorias na qualidade do ar interior etc.).

Ottelé (2011) observou os benefícios em termos térmicos promovidos pelas paredes verdes, nas figuras abaixo observa-se que onde se possui a cobertura vegetal existe a incidência das cores verde e azul (que representa a resistência as trocas de calor), e onde não são aplicadas estas coberturas vegetais as cores existentes são amarelo e vermelho (representando maior incidência de calor), o que comprova a eficiência da vegetação na regulação térmica.

Figura 1 - a) Fachada com aplicação de Vegetação e b) resultados obtidos através de uma câmara de infra vermelho à 21°C.



Fonte. Ottelé (2011)

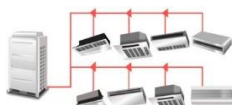
3.5.3 Condicionadores de Ar

Segundo a Norma ABNT NBR 16655-1:2018 entende-se por condicionador de ar “equipamento completo e autossuficiente para resfriar/aquecer um ambiente a ser condicionado para conforto humano”.

Ainda segundo a NBR 16655-1 os condicionadores de ar se dividem em: condicionador de ar portátil, condicionador de ar compacto de janela, condicionador de ar dividido (mini-

split), condicionador de ar dividido (multi-split) e condicionador de ar dividido central (multi-split VRF) como mostrado no quadro abaixo.

Quadro 1. Tipos de condensadores de ar.

Tipo	Descrição	Imagem
Janela	Equipamento com todo circuito de refrigeração/aquecimento contido em um único corpo.	
Mini Split (Tipo paredes, piso, teto, cassette ou embutido)	Equipamento dividido em duas partes, uma condensadora e uma evaporadora conectados por fios, dutos e drenos.	
Portátil	Equipamento com todo circuito de refrigeração/aquecimento contido em um único corpo, podendo ser transportado para o ambiente desejado	
Multi-split (Piso-Teto, cacete, de parede ou embutidos)	Equipamento dividido em duas ou mais partes, uma condensadora e uma evaporadora conectados por fios, dutos e drenos.	
Multi-split (VRF) (Inverter)	O VRF é um sistema de ar condicionado do tipo multi-split conhecido como vazão de refrigerante variável, que tem a capacidade de chegar até 64 máquinas interligadas a uma unidade externa	

Fonte. Adaptado da NBR 16655-1 (2018).

3.6 Projetos e Instalação de condicionadores de ar

Para promover melhores índices de eficiência termo-energética por meio dos condicionadores de ar nas edificações (quer sejam elas de pequeno, médio ou grande porte) é

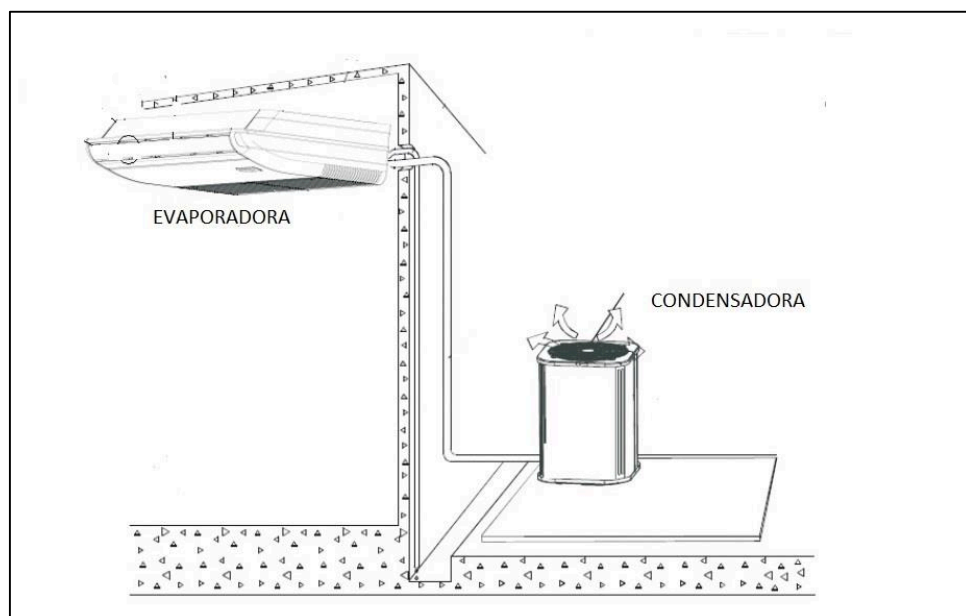
que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e outras competências governamentais tem desenvolvido estudos e, aplicado normas e instruções técnicas que possibilitem a instalação adequada dos aparelhos, visando uma redução no consumo de energia elétrica frente as crises na matriz energética brasileira.

3.6.1. ABNT NBR 16655-1 – Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado – Split e compacto.

Visando assegurar o dimensionamento de projetos e a instalação correta de aparelhos condicionadores de ar, é que a ABNT elaborou a NBR 16655-1, que trata da elaboração de projetos e da instalação desses aparelhos.

A NBR 16655-1 objetiva-se em descrever os requisitos mínimos a serem tomados quando se elabora um projeto para sistemas de condicionadores de ar com capacidade de até 18 Kw (60000 BTU/h), afim de garantir a segurança dos indivíduos nos locais onde se instalam os aparelhos, observando a fixação dos aparelhos internos (evaporadoras) e externos (condensadoras), conforme mostrado na Figura 2, bem como assegurar o desempenho, operação e a satisfação do cliente.

Figura 2. Instalação da evaporadora (piso-teto) e condensadora.



Fonte. Adaptado do manual de instruções da Electrolux (2011).

3.6.2 ABNT NBR 16655-3 – Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado – Split e compacto.

Analisando a crescente utilização de aparelhos de ar-condicionado é possível compreender um aumento na demanda por energia elétrica, o que pode ocasionar em uma sobrecarga no sistema de geração e distribuição, desta forma a parte 3 da NBR 16655 resolve tratar sobre o cálculo da carga térmica, visando a aquisição de equipamentos corretos, evitando assim o superdimensionamento na escolha do aparelho, o que leva a um aumento no consumo de energia elétrica.

Em toda sua composição a Norma Brasileira enfatiza a utilização de programas de computador para o cálculo da carga térmica, para estimar o dimensionamento correto como trata o item 4.1 da NBR 16655-3.

3.6.3 Etiquetagem dos condicionadores de ar

O programa de etiquetagem de aparelhos condicionadores de ar tem o objetivo de apoiar o consumidor na decisão de compra e incentivar o desenvolvimento tecnológico por meio da classificação dos produtos disponíveis no mercado quanto à eficiência energética (Portaria nº 234, de 29 de junho de 2020).

Considerando que o estímulo a tecnologias mais eficientes para condicionamento de ar é um fator fundamental para evitar o aumento demasiado do consumo de energia elétrica, sobretudo face à expectativa de que a demanda por eletricidade pelo uso de condicionadores de ar continue aumentando nas próximas décadas, decorrente, principalmente, do crescimento da população, da elevação da renda e das projeções de aumento das temperaturas, tornando a climatização um fator de saúde e bem-estar, conforme aponta a Nota Técnica da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) nº 030, de 2018. (PORTARIA nº 234. 2020).

As etiquetas dos aparelhos condicionadores de ar variam de A à D, tendo os de classe A maior índice de eficiência energética, ou seja, aparelhos que consomem menos energia, e os de classe D menores índices de eficiência (consomem mais energia). Das informações contidas nas etiquetas temos tipo de fluido refrigerante, a classe do aparelhos dentre outras informações (figura 3) (INMETRO 2020).

Figura 3. Como ler etiquetas de aparelhos condicionadores de ar.



Fonte. INMETRO (2020).

3.7 PROCEL Edifica

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) foi criado em 1985 pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e tem sido executado pela Eletrobras na qual foi instituído pela Portaria Interministerial nº 1.877, o programa tem como objetivo promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício (Eletrobras, 2020).

O programa visando atingir seus objetivos tem atuado em diferentes áreas, sendo elas: equipamentos, edificações (promoção do uso eficiente de energia no setor de construção civil, em edificações residenciais, comerciais e públicas), iluminação pública, poder público, indústria e comércio e na área do conhecimento.

Segundo o Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética, o Selo PROCEL Edifica foi estabelecido em novembro de 2014, e tem como principal objetivo identificar as edificações que apresentam as melhores classificações de eficiência energética no Brasil.

De acordo com o relatório de resultados do PROCEL 2020, foram economizados aproximadamente 21,6 milhões de kWh, além da economia de energia consumida, também se observou uma redução na emissão de Dióxido de Carbono na ordem de 1,6 milhão de tCO₂.

Foi lançado em 2003 o programa de etiquetagem para edificações (figura 4), que objetiva incentivar a conservação e uso eficiente dos recursos naturais (água, luz, ventilação etc.), tendo em vista que 45 % da energia gerada no Brasil é consumida em edificações. Estima-se uma redução de aproximadamente 50% para novas construções e 35% para reformas que contemplem conceitos de eficiência energética em edificações.

Figura 4. Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).



Fonte. PROCEL Info (2020).

3.8 ISO 50001

A ISO (International Organization for Standardization) é uma federação mundial de organismos nacionais de normalização, onde a partir de decisões tomadas em comum acordo ou com aprovação de pelo menos 75% da comissão são aprovadas normas técnicas internacionais (ABESCO).

A série ISO 50001:2018 foi desenvolvida para organizações que estejam comprometidas em lidar com o impacto gerado por ela, de modo a promover a conservação de recursos e melhorar os resultados financeiros por meio do gerenciamento eficiente da energia (ISO).

Segundo a ABESCO (2021) a ISO 50001 está baseada no modelo de sistema de gestão de melhoramento contínuo, assim como a ISO 9001 e a ISO 14001, para que esse modelo possa ser empregado pelas organizações foi elaborada uma estrutura de requisitos onde têm-se que as organizações devem:

- Desenvolver uma política de uso mais eficiente de energia;
- Estabelecer metas e objetivos para cumprir essa política;
- Usar dados para entender melhor e tomar decisões frente ao uso de energia;
- Medir os resultados;
- Verificar o bom desenvolvimento da política desenvolvida, e;
- Melhorar continuamente a gestão de energia.

3.8 Leis e Decretos Federais

3.8.1 Lei Federal nº 8.666

A Lei Federal nº 8.666 de 21 de junho de 1993, estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos, e dá parecer sobre a aquisição de aparelhos e máquinas, impondo que as instituições e órgãos optem por adquirir aparelhos e máquinas que não agridam tanto ao meio ambiente e que promovam o desenvolvimento nacional sustentável, analisando a proposta mais vantajosa.

Em linhas gerais fica delegado as empresas e instituições contratantes, que elas usando de toda sua autonomia, realizem seus processos licitatórios buscando além do menor preço, o produto que apresente melhor desempenho sustentável.

3.8.2 Lei Federal nº 10.295

Em virtude do grande consumo de energia elétrica e da escassez e deficiência da matriz energética brasileira, foi criada a Lei Federal nº 10.295 de 17 de outubro de 2001, esta dispõe sobre a política nacional de conservação e uso Racional de Energia, além de dar outras providências. Esta Lei propõe que sejam estabelecidos níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética de máquinas e aparelhos consumidores de energia.

3.6.7 Decreto Federal nº 9.178

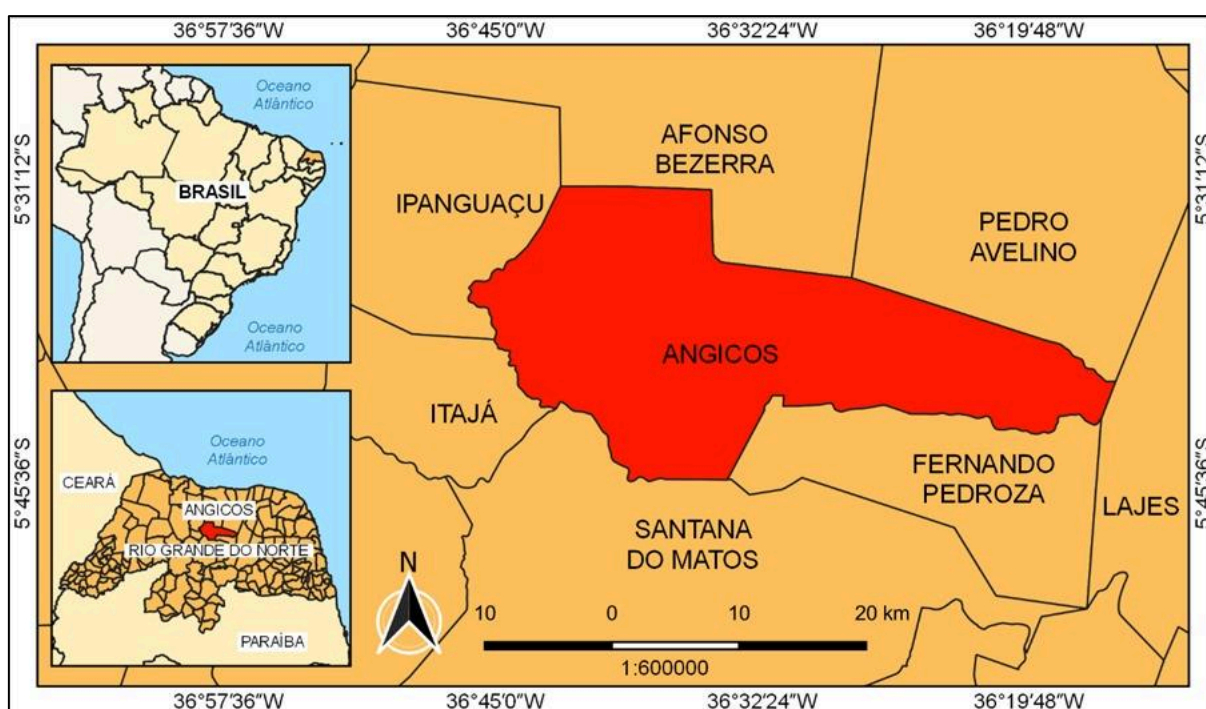
O Decreto Federal nº 9.178 de 23 de outubro de 2017, foi constituido visando alterar o decreto nº 7.746 de 5 de junho de 2012, que regulamenta a Lei Federal nº 8.666 para estabelecer critérios, práticas e diretrizes para o desenvolvimento nacional sustentável por meio das licitações realizadas por órgãos e instituições públicas.

Além da promoção do desenvolvimento sustentável voltado à práticas adotadas para potencializar a eficiência energética, este decreto em seu Art. 5º aborda que a administração pública bem como entidades e empresas poderão exigir no instrumento convocatório que os bens a serem contratados sejam constituídos de material renovável, reciclado atóxico e/ou biodegradáveis, de forma a colaborar com o desenvolvimento sustentável nacional.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

O trabalho consistiu em um estudo de caso realizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Campus Angicos. O município de Angicos (figura 5) está situado na microrregião de Angicos e na mesorregião Central Potiguar do estado do Rio Grande do Norte, localizado a aproximadamente 180,7 km da capital Natal. O município possui área territorial de 741,582 km² e possui atualmente uma população estimada em 11.705 habitantes segundo dados do último censo (IBGE, 2020)

Figura 5. Localização do município de Angicos – Rio Grande do Norte.



Fonte. Batista (2020).

A metodologia aplicada nesse trabalho foi dividida nos seguintes pontos: caracterização do objeto de estudo, análise de dados meteorológicos, análise dos aparelhos condicionadores de ar, análise de dados.

4.1 Caracterização do Objeto de Estudo

O estudo foi desenvolvido na central de salas de aula 2 da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no município de Angicos/RN (figura 6). A partir da planta baixa da edificação

(figura 6) foi possível analisar fatores climáticos e construtivos que contribuíram tanto positiva como negativamente para o desempenho da eficiência energética do bloco.

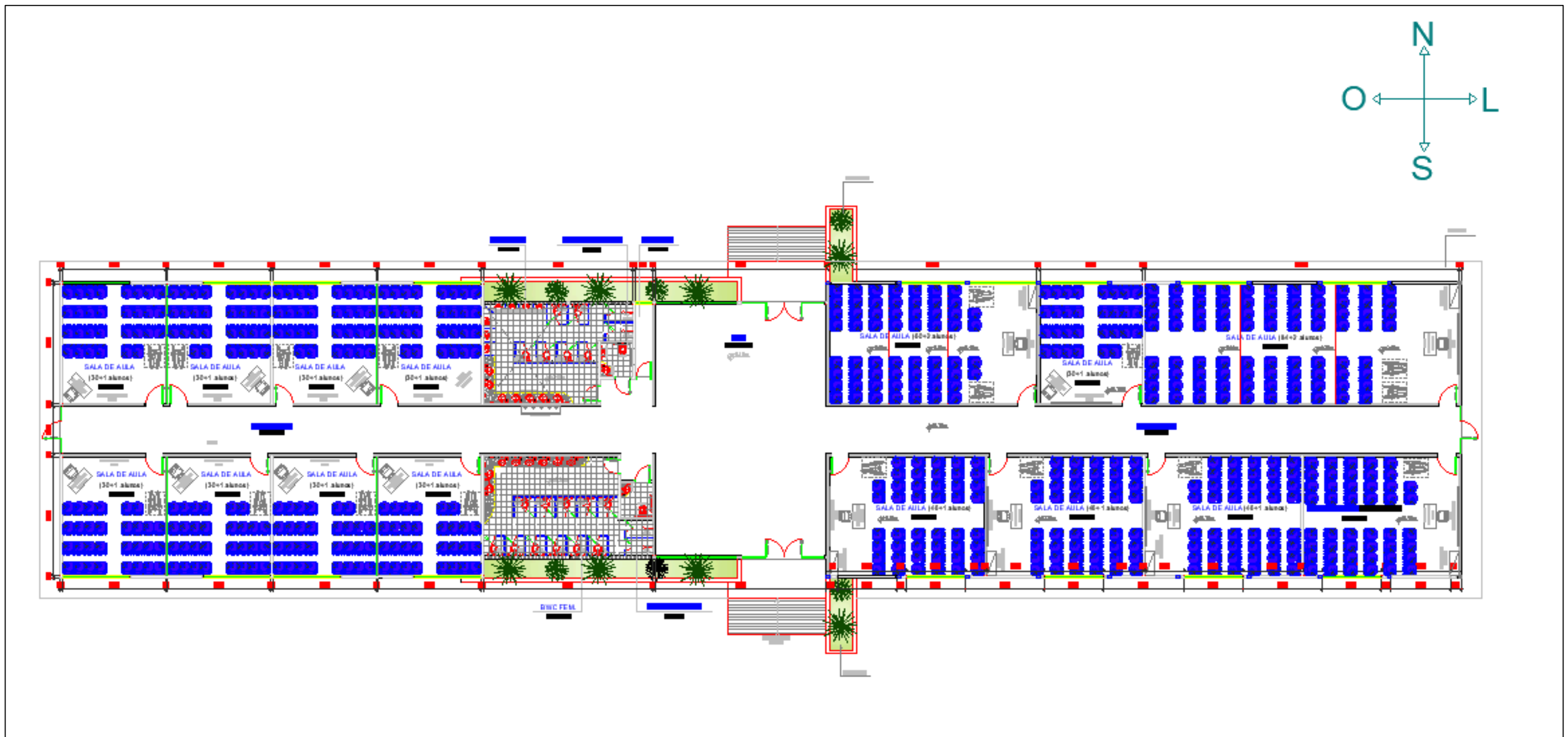
Figura 6. UFERSA Campus Angicos - Localização da central de salas de aula 2.



Fonte. Adaptado de Google Earth (2021).

Para localização da área analisada foi utilizada a plataforma Google Earth, a área demarcada em vermelho corresponde a área de estudo. O bloco possui uma área construída de 1062,75 metros quadrados, contando com um total de quinze salas de aulas como mostra a figura 7.

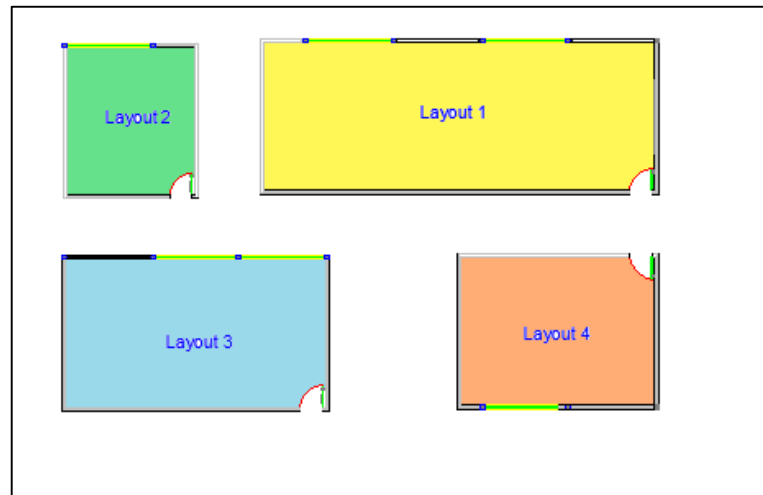
Figura 7. Planta baixa da central de salas de aulas 2.



Fonte. UFERSA (2012).

Das quinze salas de aula, observou-se que algumas delas apresentavam o mesmo layout e por isso caracterizou-se as salas segundo a sua geométrica (figura 7).

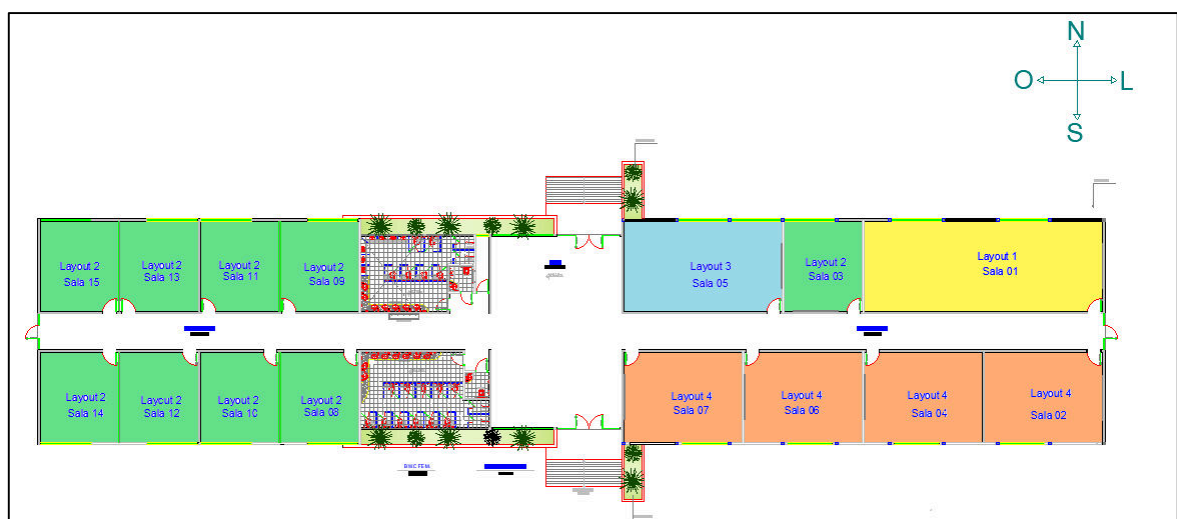
Figura 8. Layout das salas de aulas.



Fonte. Autoria própria (2021).

A adoção dos layouts permitiu uma melhor caracterização e dimensionamento da carga térmica dos condicionadores de ar, promoveu um melhor entendimento onde cada layout se encontra no prédio (figura 8 e 9) e ainda conseguiu organizar informações como a área do ambiente, área das janelas e vidros existentes nas portas, bem como a capacidade (projetada) de pessoas por cada sala de aula (quadro 2).

Figura 9. Localização dos layouts na central de salas de aula 2.



Fonte. Adaptado de UFERSA (2012).

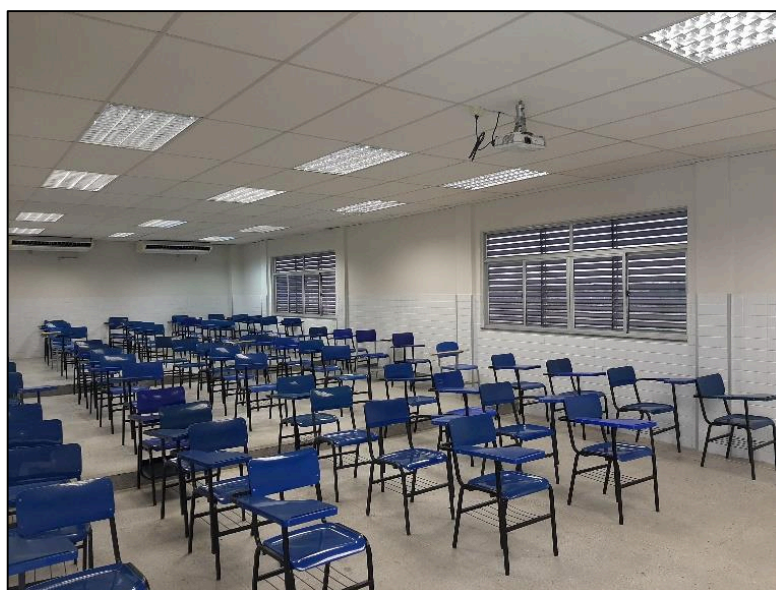
Quadro 2. Informações referentes as salas com base nos layouts adotados.

Layout	Área (m ²)	Janelas (m ²)	Vidro das Portas (m ²)	Capacidade	Nº das salas
1	94,95	4,55	0,72	87	1
2	31,05	4,55	0,72	32	3 e 8 – 15
3	63	4,55	0,72	67	5
4	47,25	4,2	0,72	43	2,4,6,7

Fonte. Autoria própria (2021).

O layout 1(figura 10) representa a sala 1 da central de salas de aula 2, o espaço corresponde a uma área de 94,95 metros quadrados e conta com duas janelas de vidro nas dimensões de 3,25 metros de largura e 1,40 metros de altura, totalizando uma área de 4,55 metros quadrados.

Figura 10. Sala de aula 1 – Layout 1.



Fonte. Autoria Própria (2021).

O layout 2 corresponde a sala 3 e as salas 8 a 15 (figura 11), as salas foram projetadas para comportar 36 pessoas e possuem área construída das salas de 31,05 metros quadrados, cada sala conta com uma janela de 3,25 metros de largura e 1,40 metros de altura, correspondendo a uma área de 4,55 metros quadrados.

Figura 11. Sala de aula referente ao layout 2.



Fonte. Autoria própria (2021).

O layout 3 refere-se à sala 5 (figura 12) da central de salas de aulas 2, o ambiente foi projetado para atender a uma quantidade de 62 (sessenta e dois) alunos e 1 (um) professor e possui uma área total de 63 metros quadrados. A sala conta com duas janelas nas dimensões de 3,25 metros de largura e 1,40 metros de altura, totalizando uma área de 4,55 metros quadrados.

Figura 12. Sala de aula 5 – Layout 3



Fonte. Autoria própria (2021).

A figura 13 se refere ao layout adotado para as salas 2,4,6 e7 da central de salas de aula 2, o ambiente analisado possui capacidade para 47 (quarenta e sete) alunos e 1 (um) professor. As salas apresentam uma área de 47,25 metros quadrados, e cada sala possui uma janela com 3 metros de largura e 1,40 metros de altura, construindo uma área de 4,2 metros quadrados, todas as salas que apresentam esse layout possuem suas janelas voltadas para o sul, e também possuem sombreamento por parte de árvores do tipo *Azadirachta Indica*, popularmente conhecida como Nim.

Figura 13. Sala de aula referente ao layout 4.



Fonte. Autoria própria (2021).

4.2 Análise dos dados meteorológicos

Para analisar os fatores climáticos que influenciam diretamente no consumo de energia elétrica por meios dos condicionadores de ar, foi analisado os dados fornecidos pela estação meteorológica da UFERSA Campus Angicos (figura 14), a mesma encontra-se em uso desde 2018 e desde então vem sendo coletados os dados climáticos da região.

Figura 14. Estação meteorológica da UFERSA Angicos.



Fonte. Autoria própria (2021).

O equipamento é de origem americana e funciona em tempo integral, a coleta de dados é feita a cada cinco minutos e o mesmo armazena dados atemporais (presente e passado), as informações são disponibilizadas em sítio eletrônico - <https://dashboard.hobolink.com/public/angicos#/> que faz a atualização das informações em tempo real. Ainda são coletadas informações como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade, direção e rajada dos ventos, radiação global, tempo ponto de carvalho, chuvas e evapotranspiração.

4.3 Uso de software para cálculo de carga térmica

O setor de infraestrutura da UFERSA Campus Mossoró, forneceu a planta baixa da central de salas de aula 2, juntamente com o projeto de climatização. Posteriormente, foi feita uma visita *in loco* no Campus Angicos para quantificar os equipamentos de condicionadores de ar em cada sala de aula, a sua disposição, suas marcas e respectivas potências, visando elaborar m comparativo do projeto original com o projeto executado. Os dados coletados foram aplicados na planilha de Excel (figura 15) fornecida pelo Laboratório de conforto e eficiência energética (LABCEE) da Universidade Federal de Pelotas – RS.

No cálculo da carga térmica foram considerados fatores como a orientação das paredes externas, pois a depender desse posicionamento algumas paredes podem receber maior incidência solar, também foram consideradas as áreas da janelas e das portas, assim como a

orientação delas, foram consideradas ainda as cargas dos equipamentos e a quantidade de tomadas nas salas de aula visando projetar a transferência de calor por parte dos equipamentos instalados e que possam ser interligados por meio das tomadas, também foi tratado a quantidade de pessoas que usam as salas e o tipo de atividade realizada, foi considerado ainda a área do teto e tipo de cobertura utilizada (teto sob telhado sem insolação), assim como a quantidade e tipo de lâmpadas utilizadas e o fator geográfico para a região em que a edificação está inserida.

Foi utilizada planilha do LABCEE que foi desenvolvida em concordância com o objetivo da ABNT NBR 5410, que estabelece as condições que devem ser satisfeitas nas instalações elétricas de baixa tensão, afim de garantir a segurança das pessoas e o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

Figura 15. Planilha para cálculo simplificado de carga térmica.

LABCEE LABORATÓRIO DE CONFORTO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Proben PROGRAMA DO BOM USO ENERGÉTICO

CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA SEGUNDO NBR 5410

1 Janelas: Insolação

PROTEÇÃO

CAMPOS PARA PREENCHIMENTO

Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)
Norte		240	115	70		-	-
Nordeste		240	95	70		-	-
Leste		270	130	85		-	-
Sudeste		200	85	70		-	-
Sul		0	0	0		-	-
Sudoeste		400	160	115		-	-
Oeste		500	220	150		-	-
Noroeste		350	150	95		-	-

2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)

	Área (m²)	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)
Vidro Comum	18.00	50	900.00	3,571.20

CARGA TÉRMICA (+)

Fonte. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/proben/planilha-de-carga-termica/>. Acesso em 15/04/2021.

4.4 Análise de dados

Foram pesquisadas algumas normas e documentos legais (quadro 3) com o objetivo de analisar e propor ações no tocante a promoção de eficiência energética para a central de salas de aula 2, os documentos e normas analisados se referem ao uso e instalação de condensadores

de ar, bem como ações que se tomadas potencializam a melhor promoção da eficiência energética.

Quadro 3. Documentos analisados.

Autor	Título	Ano
Governo Federal	Lei Federal nº 8.666	1993
	Lei Federal nº 10.295	2001
	Decreto Federal nº 9.178	2017
ABNT	NBR 16655-1 – Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado – Split e compacto. Parte 1: Projeto e Instalação	2018
	NBR 16655-3 – Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado - Split e compacto. Parte 3: Método de cálculo da carga térmica residencial	2019
	NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão	2005
INMETRO	Portaria nº 234	2020
Carrier	Manual de Instalação	2017
Electrolux	Manual de Instalação	2011
ISO	ISO 50001 – Sistemas de Gestão de Energia	2011
PROCEL Edifica	Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações	2003

Fonte. Autoria própria (2021).

4.5 Proposições

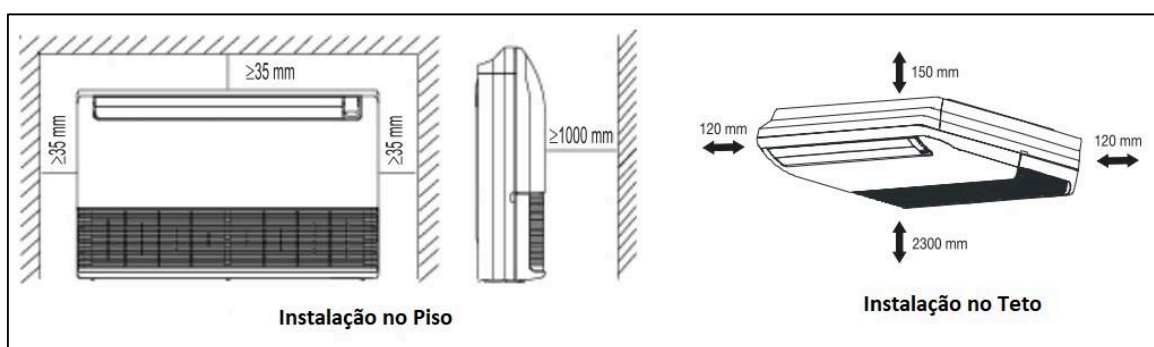
Foram definidas metas com base nos documentos e normas descritas no quadro 3, onde por meio desses documentos se analisou as salas da central de salas de aula 2 e foram propostas algumas melhorias.

5 RESULTADOS

5.1 Análise dos Condicionadores de ar

Ao se analisar os aparelhos condensadores de ar da UFERSA Campus Angicos, foi possível compreender que estes se caracterizam como piso teto, esse tipo de aparelho apresenta vantagens de instalação, pois suas evaporadoras podem ser fixadas tanto na vertical (em caso de instalação no piso) como na horizontal (na parte superior das paredes e no teto) como mostrado na figura 16.

Figura 16. Instalação das evaporadoras no piso e no teto.

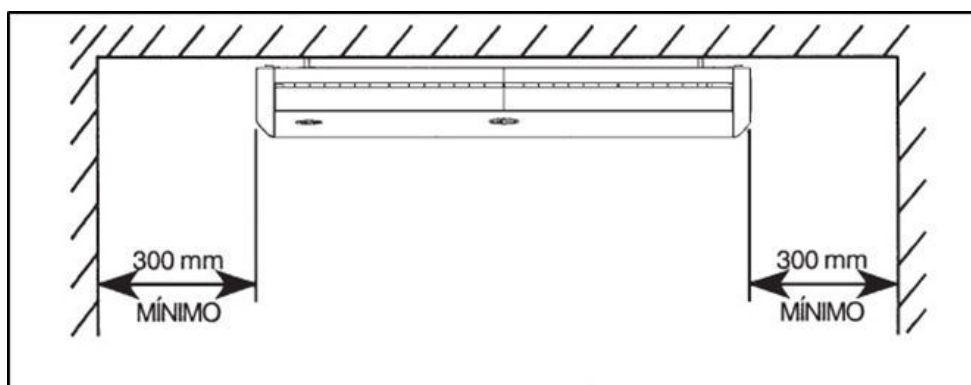


Fonte. Manual de Instalação Electrolux (2011).

Os condensadores de ar do tipo piso teto em geral apresentam potências variando entre 18.000 e 80.000 BTU's, e os que são instalados no teto apresentam função frio e calor. As marcas mais utilizadas são: Carrier, Elgin, Fujitsu, LG, Midea, Samsung Springer e Springer Midea.

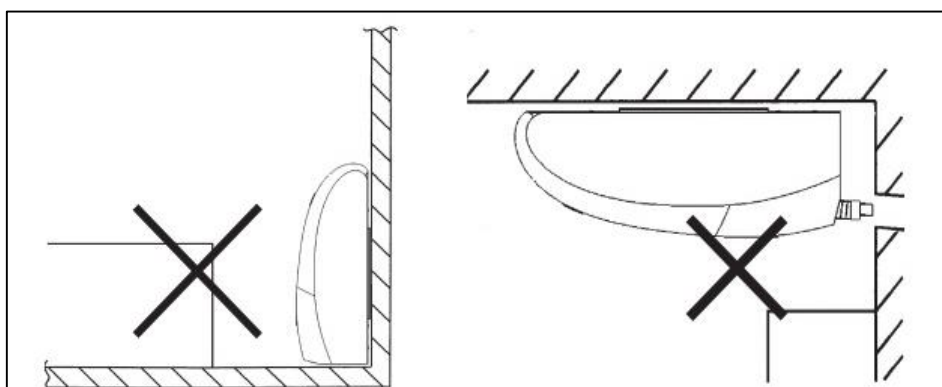
Em geral, as evaporadoras instaladas para os aparelhos do tipo piso teto devem seguir algumas recomendações, como por exemplo: estejam em locais que possibilitem a manutenção e respeitem o distanciamento mínimo (figura 17), que não promovam a obstrução da circulação de ar (figura 18) e que o local a ser instalado permita a passagem de tubulações (tubos do sistema, fiação elétrica e drenos de água condensada) como é especificado no manual de instalação do fabricante.

Figura 17. Distanciamento mínimo



Fonte. Manual de instalação Carrier (2017).

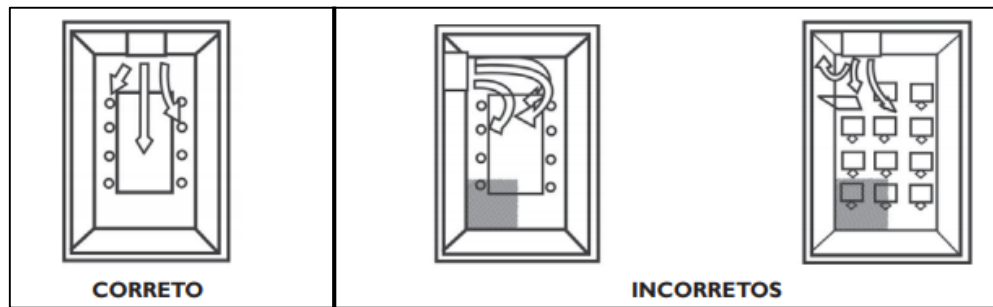
Figura 18. Obstrução da circulação de ar pela presença de empecilhos.



Fonte. Manual de Instalação Carrier (2017).

Analisando a disposição das evaporadoras instaladas nas salas de aula da UFERSA, se pôde concluir que os aparelhos estão localizados em pontos sem interferências físicas, o que culmina numa melhor refrigeração dos ambientes, mesmo que alguns equipamentos não estivessem nos locais mais apropriados conforme a figura 19. A fixação das evaporadoras foi feita em vedos cerâmicos e não em paredes de gesso acartonado (drywall) e janelas.

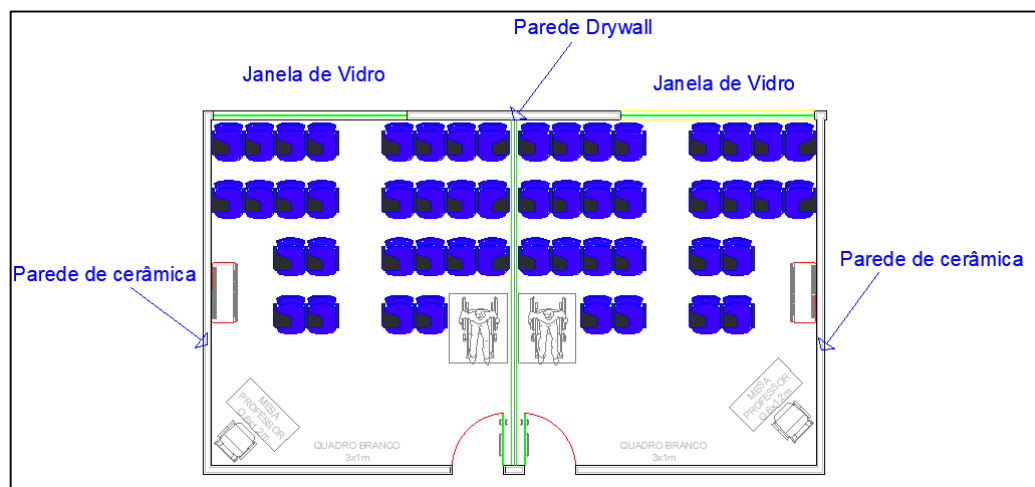
Figura 19. Disposição adequada para instalação dos condensadores de ar.



Fonte. Manual de instalação Carrier (2017).

Considerando as observações realizadas frente à disposição das evaporadoras de ar, e as recomendações dadas pelos fabricantes quanto ao local mais apropriado para instalação, compreendeu-se que as salas que apresentam geometria igual ao layout 2 da figura 8 são as únicas em que os aparelhos não estão localizados nos pontos mais apropriados em virtude da existência de janelas, conforme representado na figura 20 e explicitado anteriormente.

Figura 20. Disposição inapropriada das evaporadoras de ar para as salas do layout 2.



Fonte. Adaptado de UFERSA (2012).

Os aparelhos instalados na central de salas de aula 2 são das marcas Electrolux (figura 21 – a) e Carrier (figura 21 – b), e possuem potências de 36.000 e 58.000 BTU's. Ainda se observou que as evaporadoras instaladas nas salas de aula são fixadas no teto.

Figura 21 – a) Condicionador de ar Electrolux e b) Condicionador de ar Carrier.

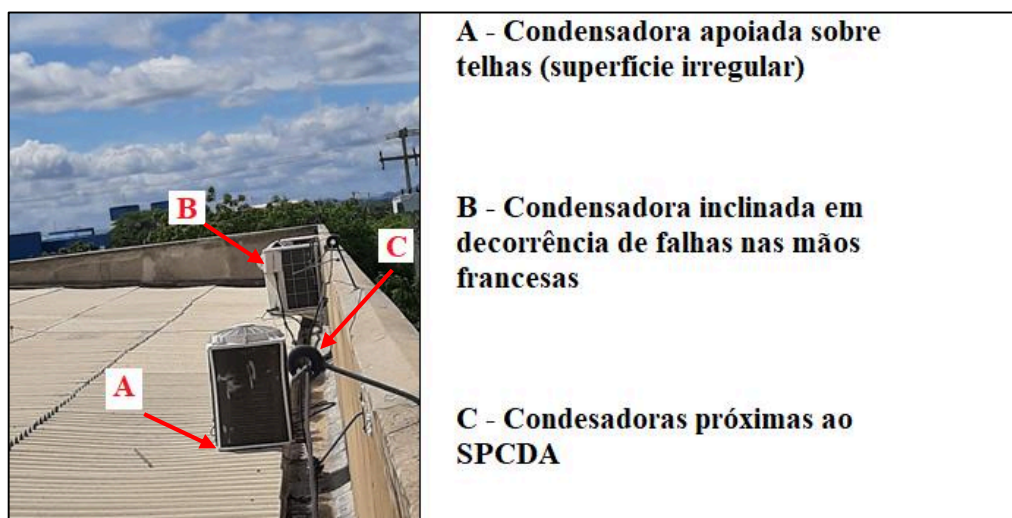


Fonte. Autoria própria (2021).

Algumas condensadoras estão instaladas nas platibandas do prédio e fixadas por mãos francesas, mas observou-se que algumas delas estavam sobre telhas (figura 22) e próximas ao cabeamento do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, o que é inadequado e muito perigoso, principalmente nos períodos chuvosos. Segundo a NBR 16655-1 os apoios utilizados para fixar as condensadoras devem suportar até seis vezes o seu peso, e serem confeccionadas de material resistente a intempéries.

Segundo o item 4.4.10 da NBR 16655-1 a visita ou manutenção deve ocorrer no mínimo a cada doze meses, ou quando um dos suportes estejam danificados ou causando problemas na edificação.

Figura 22. Condensadoras fixas na platibanda e sobre o telhado.



Fonte. Autoria própria (2021).

A NBR 16655-1 ainda ressalta que a instalação dos aparelhos tanto internos como externos devem cumprir o que está descrito nos manuais dos fabricantes, e observando o item 5.5 do manual de instalação Carrier (figura 23), temos que algumas condensadoras instaladas na central de salas de aula 2 não estão em concordância com as especificações e recomendações requeridas pelos fabricantes, pois encontram-se apoiadas sobre superfícies irregulares, e algumas até inclinadas, podendo estes fatores estarem prejudicando o funcionamento dos aparelhos.

Figura 23. Precauções para instalação adequada das condensadoras.

5.5 - Instalação Unidades Condensadoras

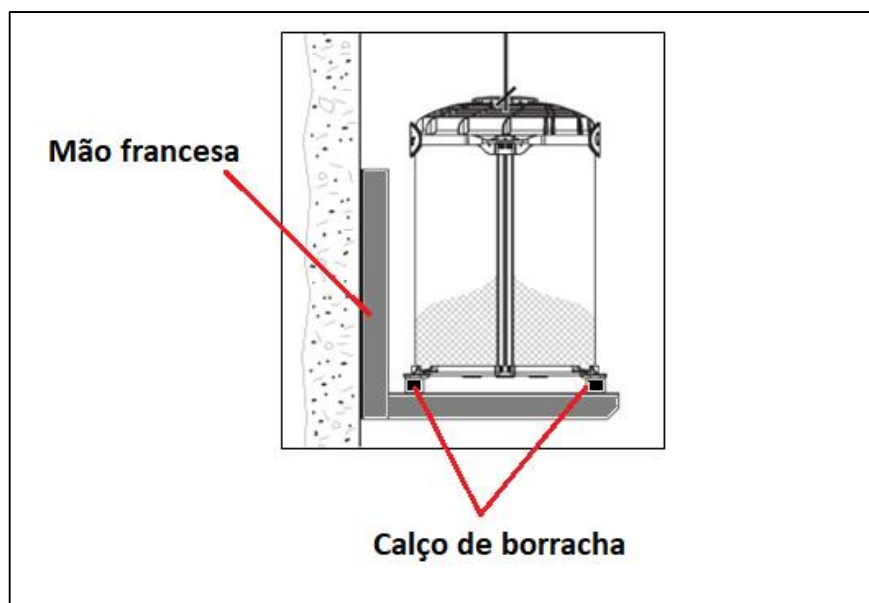
Quando da instalação das unidades deve-se tomar as seguintes precauções:

- Selecionar um lugar onde não haja circulação constante de pessoas.
- Selecionar um lugar o mais seco e ventilado possível.
- Evitar instalar próximo a fontes de calor ou vapores, exaustores ou gases inflamáveis.
- Evitar instalar em locais onde o equipamento ficará exposto a ventos predominantes, chuva forte frequente e umidade/poeira excessivas.
- Evitar instalar em locais irregulares, desnivelados, sobre gramas ou superfícies macias (a unidade deve estar nivelada).
- Recomendamos o uso de calços de borracha junto aos pés da unidade para evitar ruídos indesejáveis.
- Não instalar as unidades de maneira que a descarga de ar de uma unidade seja a tomada de ar da outra.
- Obedecer os espaços requeridos para instalação e circulação de ar conforme figuras a seguir.

Fonte. Manual de Instalação Carrier (2017).

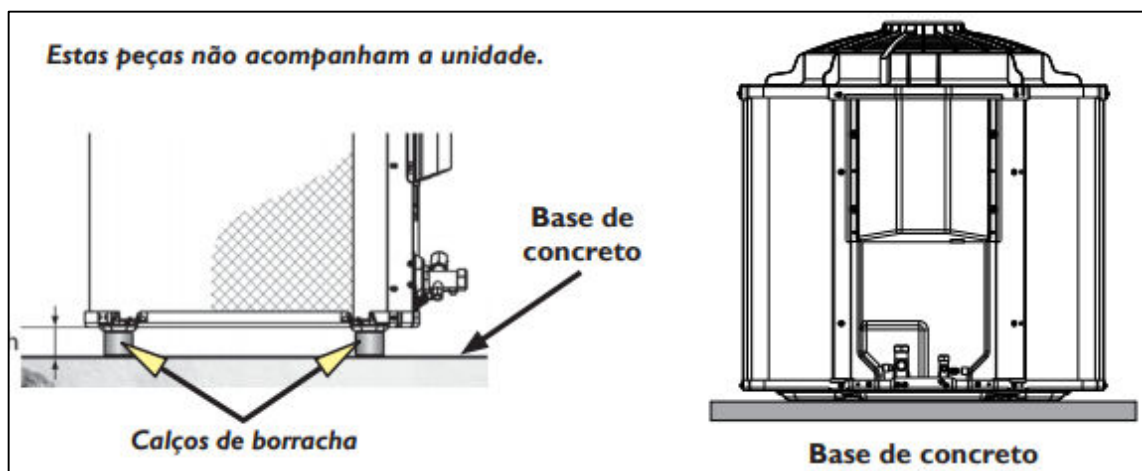
É recomendado a utilização de calços de borracha junto aos pés da unidade condensadora para evitar ruídos indesejáveis, e podem ser instalados em mãos francesas (figura 24) ou em pisos e lajes (figura 25).

Figura 24. Instalação feita em mãos francesas.



Fonte. Manual de instalação Carrier (2017).

Figura 25. Condensadoras apoiadas sobre superfícies da edificação.



Fonte. Manual de Instalação Carrier (2017).

Foi constatado que as condensadoras instaladas não possuíam os calços de borracha, provocando vibrações nas estruturas (figura 26).

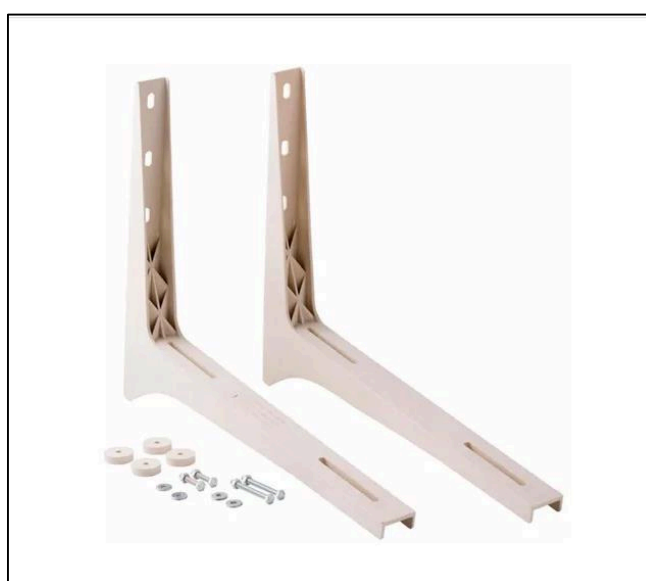
Figura 26. Instalação das condensadoras em mãos francesas sem calços de borracha.



Fonte. Autoria própria (2021).

Considerando as exigências da NBR 16655-1 sobre o uso de mãos francesas e com base nas propriedades das peças fabricadas em fibra de vidro (não propaga chamas, resistente, suporta intempéries - Sol, chuva e maresia e não enferruja) recomenda-se a utilização dessas peças (figura 27) na fixação das condensadoras.

Figura 27. Mãos francesas de fibra de vidro.



Fonte. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1134347209>. Acesso em 28/05/2021.

Analisando os aparelhos condensadores de ar foi possível notar que o sistema de drenagem no interior das salas é bem precário, notou-se que muitas ligações entre tubos oi feita de forma inapropriadas, a figura 28 apresenta uma conexão feita através do processo de esquentamento das tubulações conectadas, assim como demonstra que os tubos ão apresentam inclinação adequada, o que pode gerar o retorno da água condensada e o gotejamento em áreas que não foram vedadas completamente, causando transtornos a quem está no ambiente interno.

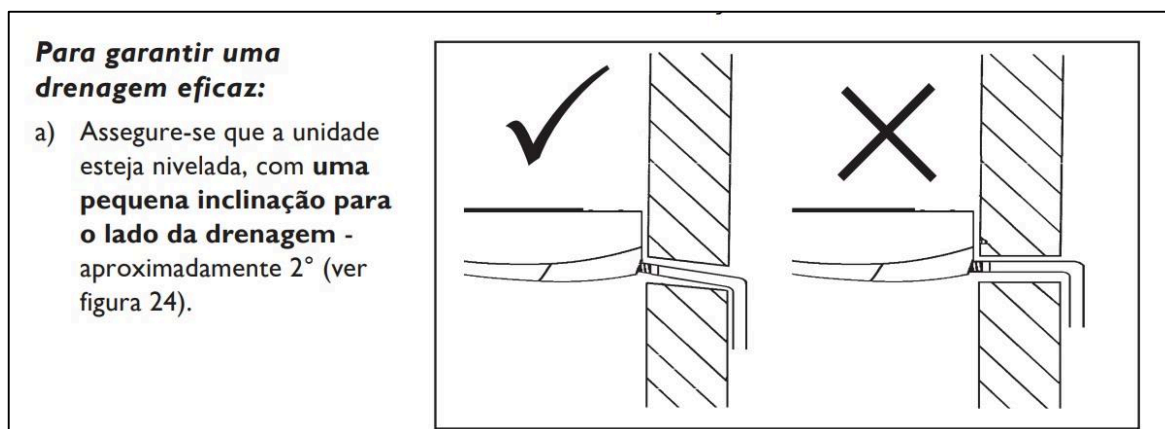
Figura 28. Conexões utilizadas para transporte da água condensada.



Fonte. Autoria própria (2021).

Na figura 28 foi possível observar a utilização de joelhos de 90°, onde o mais recomendado seria a utilização de curvas para redução das perdas de carga localizadas e possíveis entupimentos nas conexões como é recomendado no manual de instalação Carrier (figura 29).

Figura 29. Inclinação de drenagem.



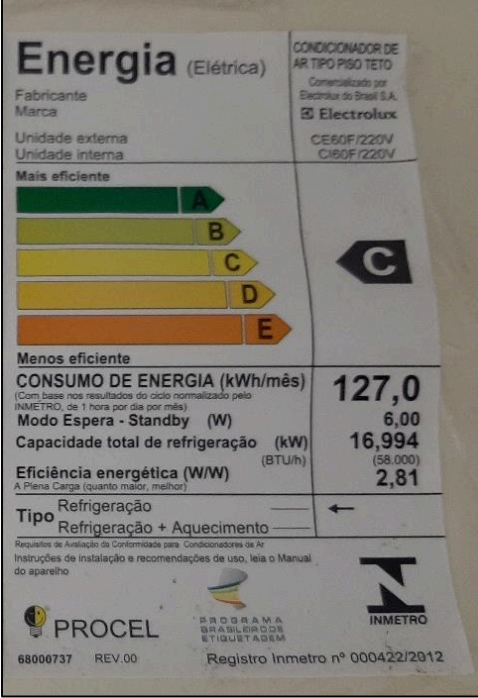
Fonte. Manual de Instalação Carrier (2017).

Observou-se que na figura 29 que o V apresenta a forma correta de instalação dos drenos, enquanto a figura com o X representa um sistema instalado de forma errada.

5.2 Etiquetagem dos aparelhos

A partir da visita realizada se observou que alguns dos aparelhos condensadores de ar instalados apresentam irregularidades frente as políticas públicas adotadas para promover melhores índices de eficiência energética, foram analisadas as etiquetas dos aparelhos como mostrado nas figuras 30.

Figura 30 – Etiquetas do INMETRO

Etiqueta classe B	Etiqueta classe C
 ENERGIA CONDICIONADOR DE AR Fabricantes: Springer Carrier Marca: Carrier Modelo: 38CCL060S35MC/42XQL60C5 Tipo: Refrigeração 220 Volts 58 mil BTU/h Mais eficiente A B C D Menos eficiente B Com base nos resultados do ciclo normalizado pelo Inmetro, de 1 hora por dia por mês 108,3 kWh/mês PROCEL PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM 3,0 (W) Nº Registro 002028/2013 Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho 11706169	 Energia (Elétrica) CONDICIONADOR DE AR TIPO PISO TETO Comercializado por Electrolux do Brasil S.A. Marca: Electrolux Unidade externa: CER0F1220N Unidade interna: CIB0F1220N Mais eficiente A B C D E Menos eficiente C CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês) (Com base nos resultados do ciclo normalizado pelo INMETRO, de 1 hora por dia por mês) Modo Espera - Standby (W) 6,00 Capacidade total de refrigeração (kW) 16,994 (BTU/h) (58.000) Eficiência energética (W/W) 2,81 A Plena Carga (quanto maior, melhor) Tipo Refrigeração Refrigeração + Aquecimento Requisitos de Avaliação da Conformidade para Condicionadores de Ar Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho PROCEL PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM 68000737 REV.00 Registro Inmetro nº 000422/2012

Fonte. Autoria própria (2021).

Analizando a etiqueta de cada condensador de ar, se observou que todos os aparelhos instalados não se encontram em conformidade, ou não atendem ao selo PROCEL de eficiência energética.

Ainda foi possível observar que os aparelhos instalados apresentam dois tipos distintos de eficiência energética, o que influencia diretamente no consumo de energia elétrica para central de salas de aula 2. O quadro 4 retrata as principais características observadas para medir o grau de eficiência energética dos condensadores de ar.

Quadro 4. Configuração dos aparelhos condensadores de ar.

Configuração dos aparelhos condensadores de ar						
Layout	Salas	Quantidade	Marca	Potência (BTU)	Classe	KWh/mês
1	1	2	Electrolux	58000	C	254,0
4	2	1	Electrolux	58000	C	127,0
2	3	1	Electrolux	36000	C	78,6
4	4	1	Carrier	58000	B	108,3
3	5	1	Carrier	58000	B	108,3
4	6	1	Electrolux	58000	C	127,0
4	7	1	Carrier	58000	B	108,3
2	8	1	Electrolux	36000	C	78,6
2	9	1	Electrolux	36000	C	78,6
2	10	1	Electrolux	36000	C	78,6
2	11	1	Electrolux	36000	C	78,6
2	12	1	Electrolux	36000	C	78,6
2	13	1	Electrolux	36000	C	78,6
2	14	1	Electrolux	36000	C	78,6
2	15	1	Electrolux	36000	C	78,6

Fonte. Autoria própria (2021).

Analisando os tipos dos aparelhos condensadores de ar foi constatado que todos eles não apresentavam índices satisfatórios de eficiência energética, o que contribui para um consumo maior de energia elétrica.

Considerando o que está descrito na Lei Federal nº 8.666, de 21 de junho de 1993 e regulamentado pelo Decreto nº 9.178 de 23 de outubro de 2017, no ato de licitação para

aquisição de novos aparelhos e máquinas, devem ser escolhidos os equipamentos que apresentem melhores índices de eficiência energética e que sejam fabricados com matérias primas que agredam menos o meio ambiente.

Em conformidade com as Leis e regulamentações, e propondo medidas que promovam a potencialização da eficiência energética por meio dos condensadores de ar, e visando a certificação do selo PROCEL Edifica, se realizou uma pesquisa de mercado por aparelhos que apresentassem índices de eficiência classe A para as potências de 36000 e 58000 BTU's, dos quais se escolheram os modelos descritos no quadro 5.

Quadro 5. Aparelhos classe A.

Marca	Potência	Loja	Valor de mercado	KWh/mês
Elgin	60000	Magazine Luiza	6.238,86	108,62
Trane (Inverter)	60000	Submarino	6.451,61	97,66
Gree	60000	Leroy Merlin	8.899,00	106,1
Elgin	36000	Magazine Luiza	5.189,00	65,1
Carrier (inverter)	36000	Frigelar	8.699,00	68,5
Philco	36000	Frigelar	5.369,00	73,4

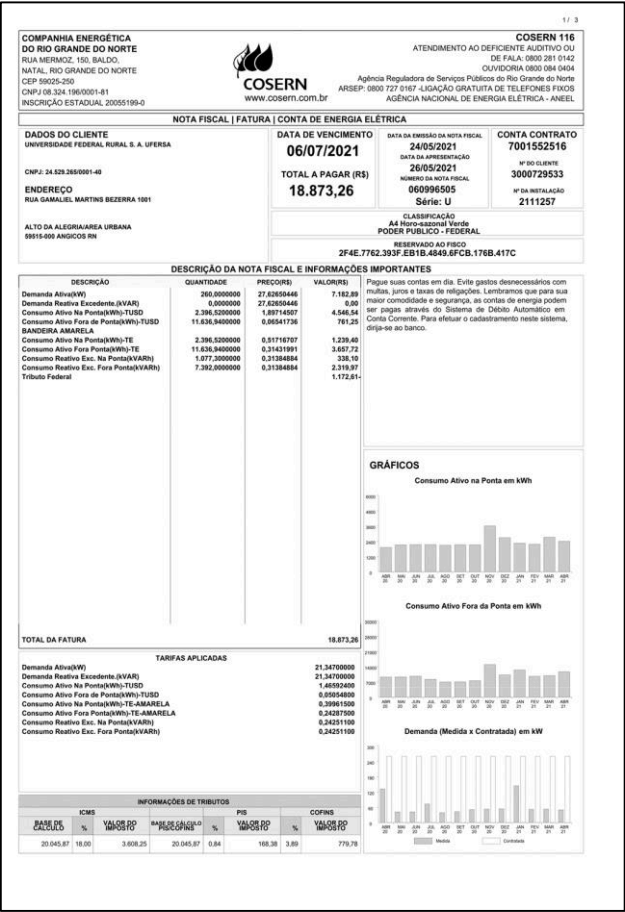
Fonte. Autoria própria (2021).

Observou-se que os aparelhos do tipo inverter apesar de mais onerosos são os que apresentam melhores propriedades frente a eficiência energética, pois seu funcionamento contínuo faz com que não existam oscilações na temperatura (o que reduz os ruídos) e por conseguinte os níveis de energia consumida também não, além economia de energia muitos dos aparelhos desse tipo utilizam de gases ecológicos como o R410a que não polui o ambiente e melhora o rendimento dos aparelhos.

Considerando que o tempo de funcionamento dos condensadores de ar das salas de aula da central 2 seja de 8 horas diárias, em um período mensal com aulas de segunda a sexta durante quatro semanas e totalizando 20 dias, temos que para os aparelhos existentes com base no quadro 4 são consumidos mensalmente aproximadamente 246.448 kW, consumo esse que quando multiplicado pelo preço do kWh de 0,065 reais (baseado na conta do mês de maio de

2021 – figura 31) gera um custo na ordem de aproximadamente R\$ 16.019,12 (dezesesseis mil e dezenove reais e doze centavos) (quadro 6).

Figura 31. Conta de Energia da UFERSA Campus Angicos – mês 05/2021.



Fonte. UFERSA (2021).

Quadro 6. Cálculo do custo total mensal em reais do consumo de energia elétrica de condicionadores de ar da central de salas de aula 2.

Potência (kWh/mês)	Tempo (horas)	Dias	Potência total mensal (kWh)	Preço do kWh (05/2021)	Custo total (reais)
1540,3	8	20	246.448	0,065	16.019,12

Fonte. Autoria própria (2021).

Segundo a Companhia de Energia do Rio Grande do Norte (COSERN) a leitura de consumo é verificada em três horários: ponta, intermediário e fora ponta e demonstrados com seus respectivos valores de pagamento na conta de energia.

- Ponta (das 17h 30min 00seg às 20h 29min 59seg)
- Intermediário (das 15h 30min 00seg às 17h 29 min 59seg)
- Fora de ponta (das 20h 30 min 00seg às 15h 29min 59seg).

Fins de semana e feriados o valor é sempre cobrado pela leitura de fora ponta.

Baseado na conta de energia da UFERSA Campus Angicos referente ao mês de maio de 2021 (figura 31), foi calculado o possível valor do custo da energia consumida no horário de ponta, cuja potência instalada foi de 1540,3 kWh, conforme apresentado no quadro 7.

Quadro 7. Cálculo do custo total mensal em reais do consumo de energia elétrica de condicionadores de ar da central de salas de aula 2 nos horários de ponta.

Potência (kWh/mês)	Tempo (horas)	Dias	Potência total mensal (kWh)	Preço do kWh – ponta (05/2021)	Custo total (reais)
1540,3	3	20	92.418	1,89	174.670,02

Fonte. Autoria própria (2021).

A partir da média entre as potências dos aparelhos descritos no quadro 6 para aparelhos classe A, e considerando a mesma base de cálculo dos aparelhos já instalados, constatou-se que o consumo mensal de energia para quinze condensadores de ar gira em torno de 199.324,8 kW, resultando em um custo mensal de aproximadamente R\$ 12.956,11 (doze mil, novecentos e cinquenta e seis e centavos) como mostra o quadro 8.

Quadro 8. Estimativa do custo total mensal em reais do consumo de energia elétrica para condicionadores de ar classe A.

Potência (kWh/mês)	Tempo (horas)	Dias	Potência total mensal (kWh)	Preço do kWh (05/2021)	Custo total mensal (reais)
1245,78	8	20	199.324,8	0,065	12.956,11

Fonte. Autoria própria (2021).

Considerou-se ainda que a utilização de aparelhos classe A em horários de ponta (das 17:30 as 20:30) custaria aproximadamente R\$ 141.271,45 (cento e quarenta e um mil, duzentos e setenta e um reais e quarenta e cinco centavos) (quadro 9).

Quadro 9. Estimativa do custo total mensal em reais do consumo de energia elétrica para condicionadores de ar classe A em horário de ponta (17h30min até 20h30min no Rio Grande do Norte).

Potência (kWh/mês)	Tempo (horas)	Dias	Potência total mensal (kWh)	Preço do kWh – ponta (05/2021)	Custo total (reais)
1245,78	3	20	74.746,8	1,89	141.271,45

Fonte. Autoria própria (2021).

Comparando os custos totais para os aparelhos já instalados e os propostos neste trabalho, se observou uma redução de aproximadamente R\$ 3.063,01 (três mil, sessenta e três reais e um centavo) para os horários normais (quadro 10), e um redução de aproximadamente R\$ 33.398,57 (trinta e três mil, trezentos e noventa e oito reais e cinquenta e sete centavos) (quadro 11) nos horários de ponta.

Quadro 10. Comparativo de custos com energia elétrica para a central de salas de aula 2.

Aparelhos	Potência total mensal (kW)	Preço do kWh	Custo total (reais)
Classe B e C	246.448	0,065	16.019,12
Classe A	199.324,8	0,065	12.956,11
Total			3.063,01

Fonte. Autoria própria (2021).

Quadro 11. Comparativo de custos com energia elétrica para a central de salas de aula 2 nos horários de ponta.

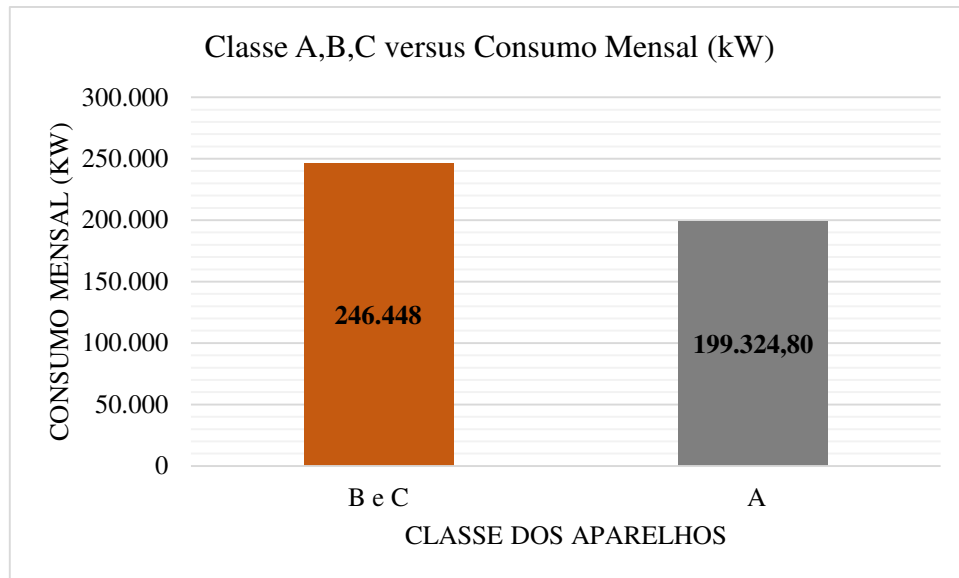
Aparelhos	Potência total mensal (kW)	Preço do kWh – ponta	Custo total (reais)
Classe B e C	92.418	1,89	174.670,02
Classe A	74.746,8	1,89	141.271,45
Total			33.398,57

Fonte. Autoria própria (2021).

Ressalta-se que na base de cálculo para os novos aparelhos foram considerados 15 ao invés de 16, pois pelo cálculo da carga térmica é necessário apenas um aparelho para refrigerar

a sala 1 da central de salas de aula 2. Observando a figura 32 podemos entender a utilização de aparelhos com índices de eficiência classe A, promoveram uma redução no consumo de energia.

Figura 32. Classe de aparelhos versus consumo mensal.



Fonte. Autoria própria (2021).

5.3 Potência (BTU's)

A visita realizada a central de salas de aula 2 objetivou analisar diversos fatores, sendo um deles a potência instalada por condensador de ar, o que nos proporcionou dados comparativos entre a potência de projeto e a potência atual de refrigeração de cada sala de aula. O quadro 12 elenca as informações adquiridas.

Quadro 12. Demonstrativo de Potências de projeto, instalada e calculada (BTU's).

Salas	Potência de Projeto (BTU's)	Potência Instalada (BTU's)	Potência Calculada (BTU's)
1	2 x 60.000	2 x 58.000	58.618
2	36.000	58.000	32.923
3	36.000	36.000	25.741
4	60.000	58.000	30.223
5	60.000	58.000	42.898
6	58.000	58.000	32.202
7	60.000	58.000	29.092
8	36.000	36.000	24.033
9	36.000	36.000	25.080
10	36.000	36.000	23.750
11	36.000	36.000	25.080
12	36.000	36.000	23.384
13	36.000	36.000	23.018
14	36.000	36.000	25.412
15	36.000	36.000	26.742

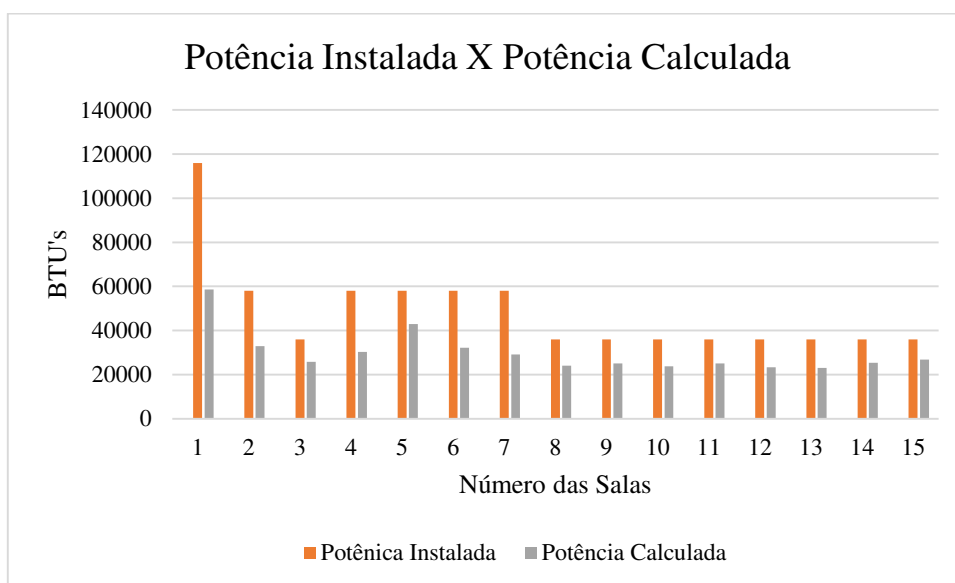
Fonte. Autoria própria (2021).

Na sala 2 foi apresentada uma discrepância entre o valor da potência de projeto e a instalada, 36000 e 58000 BTU's respectivamente. Isto se deu em função da ampliação da sala, que passou de 31,05 para 47,25 metros quadrados, comportando um total de 48 pessoas.

Com relação aos outros aparelhos não houve mudanças das potências instaladas de 58000 para 60000 BTU's, já que muitos aparelhos com potência de 58000 BTU's possuem capacidade de refrigeração iguais aos de 60000 BTU's, e devido a potência instalada ser menor que a de projeto, não acarretaria em custos adicionais frente ao consumo de energia.

Pelas aferições *in loco* se constatou que as estimativas de potências de cálculo, dos valores observados do sistema de refrigeração estão superdimensionados, o que corrobora para um maior consumo de energia elétrica. Tornando os dados mais compreensíveis, a figura 33 demonstra a variação entre a potência instalada e a potência calculada por meio da planilha de Excel do LABCEE, e em concordância com fatores adotados pelo modelo simplificado da ABNT NBR 16655-3 (quantidade pessoas, tipo de atividade desenvolvida etc.).

Figura 33. Potência instalada versus potência calculada.



Fonte. Autoria própria (2021).

5.4 Calculo da carga térmica e dimensionamento dos condensadores de ar

Analizando as potências dos aparelhos, foram calculados novos valores de potência com base nas informações coletadas na visita, no cálculo realizado utilizando a planilha de Excel do Laboratório de Conforto e Eficiência Energética, foi levado em consideração a capacidade da sala (quantidade de cadeiras/pessoas por sala de aula), número de tomadas, número e tipo de lâmpadas, aparelhos eletrônicos (Datashow), tipo de atividade desempenhada no ambiente, área das paredes externas e internas (descontando a área das portas e janelas), áreas das portas e janelas, influência do sol na cobertura das salas, e o fator geográfico.

A utilização de planilhas eletrônicas e programas de computador para estimativa de carga térmica é regulamentado pela ABNT NBR 16655-1, onde se pode utilizar a forma simplificada pela ABNT NBR 16655-3.

5.4.1 Capacidade das salas de aula

Na visita a central de salas de aula pode-se observar que a capacidade máxima de cada sala, ou seja, o número de cadeiras em cada sala de aula divergia da capacidade máxima adotada no projeto de climatização.

Vale ressaltar que para o dimensionamento dos condensadores de ar é considerado o número de pessoas presentes no ambiente a ser climatizado, e que se o valor de projeto for superior ao que será empregado, pode se haver um superdimensionamento dos aparelhos, apesar de podermos controlar a temperatura do ambiente, gerando um maior consumo de energia elétrica, provocando a ineficiência energética do local. O quadro 13 aponta a quantidade de cadeiras contabilizadas em cada sala de aula e traz a quantidade de cadeiras consideradas nos cálculos do projeto.

Quadro 13. Capacidade máxima de pessoas por sala de aula.

Salas	Capacidade de projeto	Capacidade observada
1	87	71
2	48	43
3	32	30
4	48	36
5	63	55
6	48	43
7	48	32
8	32	31
9	32	30
10	32	30
11	32	26
12	32	31
13	32	25
14	32	31
15	32	31

Fonte. Autoria própria (2021).

5.4.2 Potências Instaladas em cada sala de aula

Também foram contabilizadas as tomadas, lâmpadas e equipamentos eletrônicos utilizados nas salas de aula afim de estimar a troca de calor por meio de equipamentos elétricos. O quadro 14 aborda o quantitativo de cada equipamento por sala de aula e apresenta a potência requerida por cada um deles.

Quadro 14. Quantitativo de equipamentos elétricos.

Salas	Lâmpadas (Luminárias x n° de Lâmpadas)	Potência (W)	Projetor (unid.)	Potência (W)	Tomadas (unid.)	Potência (W)
1	18X4	40	1	1200	3	200
2	9X4	40	1	1200	2	200
3	6X4	40	1	1200	4	200
4	9X4	40	1	1200	3	200
5	12X4	40	1	1200	2	200
6	9X4	40	1	1200	3	200
7	9X4	40	1	1200	3	200
8	6X4	40	1	1200	3	200
9	6X4	40	1	1200	3	200
10	6X4	40	1	1200	3	200
11	6X4	40	1	1200	3	200
12	6X4	40	1	1200	2	200
13	6X4	40	1	1200	2	200
14	6X4	40	1	1200	3	200
15	6X4	40	1	1200	3	200

Fonte. Autoria própria (2021).

O quadro 15 apresenta o somatório das potências unitárias dos equipamentos elétricos utilizados por sala de aula (exceto os condicionadores de ar).

Quadro 15. Potência total instalada.

Salas	Potência (Watts)
1	4680
2	3040
3	2960
4	3240
5	3520
6	3240
7	3240
8	2760
9	2760
10	2760
11	2760
12	2560
13	2560
14	2760
15	2760

Fonte. Autoria própria (2021).

5.4.3 Lâmpadas

Observou-se que as lâmpadas utilizadas nas salas de aula são do tipo fluorescentes, e apresentam níveis de cores distintas entre si, o que além de tornar o ambiente desconfortável visualmente, promove trocas de temperatura com o ambiente de forma diferente, pois algumas apresentam coloração mais azulada (que trazem a sensação de um ambiente mais frio e consequentemente geram menos calor), e coloração amarelada (promovendo a sensação de um ambiente mais quente, e consequentemente transmitem mais calor em forma de luz ao ambiente). A figura 34 demonstra a variação de cores entre as lâmpadas utilizadas.

Figura 34. Lâmpadas utilizadas nas salas de aula.



Fonte. Autoria própria (2021).

Compreendeu-se, portanto, que o sistema luminotécnico da central de salas de aula 2 precisa ser revisto, pois os tipos de lâmpadas utilizadas não atendem as especificidades do PROCEL Info no tocante a promoção de eficiência energética, tendo em vista que as lâmpadas que apresentam melhores índices são as de LED, pois promovem maior fluxo luminoso com menor consumo de energia elétrica.

A troca das lâmpadas existentes pelas de LED, torna-se uma medida bastante viável para a redução nos custos com iluminação, principalmente quando se põe em prática o que o Art. 3º da Lei Federal nº 8.866/1993 estabelece, e é regulamentado pelo Decreto nº 9.178 de 23 de outubro de 2017. Em seu texto, a referida lei, estabelece que seja considerada a seleção de propostas mais vantajosas para a administração pública e, para o princípio do desenvolvimento nacional sustentável.

Art. 3º A licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável e será processada e julgada em estrita conformidade com os princípios básicos da legalidade, da impessoalidade, da moralidade, da igualdade, da publicidade, da probidade administrativa, da vinculação ao instrumento convocatório, do julgamento objetivo e dos que lhes são correlatos. (LEI FEDERAL nº 8.866. 1993)

5.4.4 Janelas com películas e brises

Foram consideradas no cálculo de cargas térmicas a área das janelas e das portas das salas de aula. Na figura 35 existem é demonstrado o contraste entre uma folha de vidro com e sem película (as películas reduzem a influência solar no ambiente interno, não afetando completamente a recepção de luminosidade, contribuindo de forma energética para uma menor utilização de lâmpadas no ambiente). E ao fundo uso de brises horizontais fixo de alumínio, como medidas para o conforto térmico e visual.

Figura 35. Tipo de janela utilizada.



Fonte. Autoria própria (2021).

Os brises instalados nas janelas da central de salas de aula 2 (figura 36), além de refletirem os raios solares, impedindo a sua incidência direta nas janelas, criam uma camada de

ar entre a janela e o material. A circulação de ar nesse espaço reduz a temperatura da parte externa das paredes que por sua vez transmitem menos calor a parte interna, diminuindo a carga calorífica do ambiente.

Figura 36. Brises utilizados.



Fonte. Autoria própria (2021).

Foi constatado que as quinze salas estão com suas janelas com películas e brises, contribuindo assim para um melhor conforto térmico e visual, bem como para um melhor desempenho térmico.

5.4.5 Portas

Com relação as portas das salas de aula (figura 37), elas possuem uma janela de vidro ao centro com a finalidade de interação visual entre o ambiente interno e externo e uma bandeirola envidraçada, cujas áreas contemplaram o cálculo de carga térmica do estudo.

A utilização dessas janelas além da finalidade proposta, contribuem também para a propagação de iluminação natural no ambiente interno das salas, possibilitando um menor consumo de energia elétrica voltada para iluminação artificial assim como as janelas.

Figura 37. Porta utilizada nas salas de aula.



Fonte. Autoria própria (2021).

5.4.6 Paredes Internas

As paredes e revestimentos internos das salas de aula apresentam cores neutras (figura 38). As salas são revestidas com cerâmicas 10x10 cm até a cota de 1,50 metros e o restante com paredes pintadas na cor branco gelo até a altura do forro (2,70 metros).

A utilização de cores claras em ambientes favorece a irradiação de luz e retorna ao ambiente um conforto visual mais agradável, favorecendo assim a eficiência energética voltada a utilização de lâmpadas uma vez que se exigirá menor potência.

Figura 38. Configuração das paredes internas das salas de aula.



Fonte. Autoria própria (2021).

5.4.7 Paredes Externas

As paredes externas voltadas para o norte (figura 39 – a) e oeste (figura 39 – b) recebem incidência direta do sol em uma área de (139,42 e 97,5 metros quadrados respectivamente) durante os horários em que as temperaturas são mais elevadas.

Figura 39 – a) Paredes orientadas para o norte e b) Paredes orientadas para o oeste.



Fonte. Autoria própria (2021).

A influência do sol nas paredes externas interfere diretamente no ambiente interno da edificação, em virtude da transferência de calor. Uma vez realizada essa troca de calor, o

ambiente interno passa a exigir mais eficiência dos condensadores de ar e estes requerem mais energia elétrica para resfriar o ambiente interno.

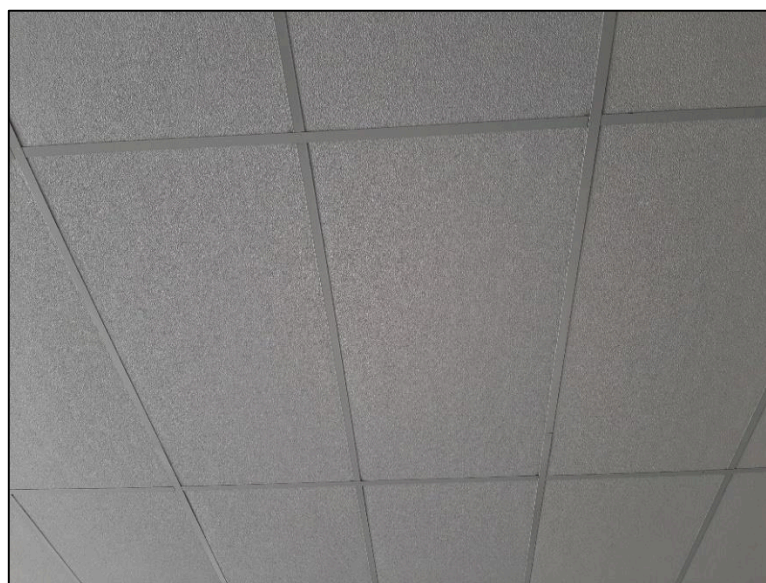
Outro fator considerado pode ser observado nas figuras 39 – a e b é que algumas paredes externas são totalmente revestidas com cerâmicas na cor azul escuro, todavia deveriam ter sido utilizadas cerâmicas em tons claros como no ambiente interno, principalmente porque utilização de cores mais escuras no exterior de prédios faz com que não haja a reflexão dos raios solares e sim a absorção, fator que potencializa um aumento na temperatura das paredes.

5.4.8 Forro

Assim como o telhado sobre a laje reduz a troca de calor do ambiente externo com o interno, os forros também desempenham essa função, mesmo que em proporção menor. O tipo de forro utilizado nas salas de aula é o de fibras minerais, esse tipo de material é fabricado com matérias primas naturais, como lãs minerais, argila, areia e lã de rocha.

Os forros utilizados nas salas de tornam o ambiente visualmente mais agradável em virtude da aparência do forro de fibra mineral, que além de promover uma melhor acústica ao ambiente, ainda apresenta bom desempenho frente a incêndios e manutenção, pois o forro é constituído por placas modulares padronizadas (figura 40) e são fáceis de serem instaladas.

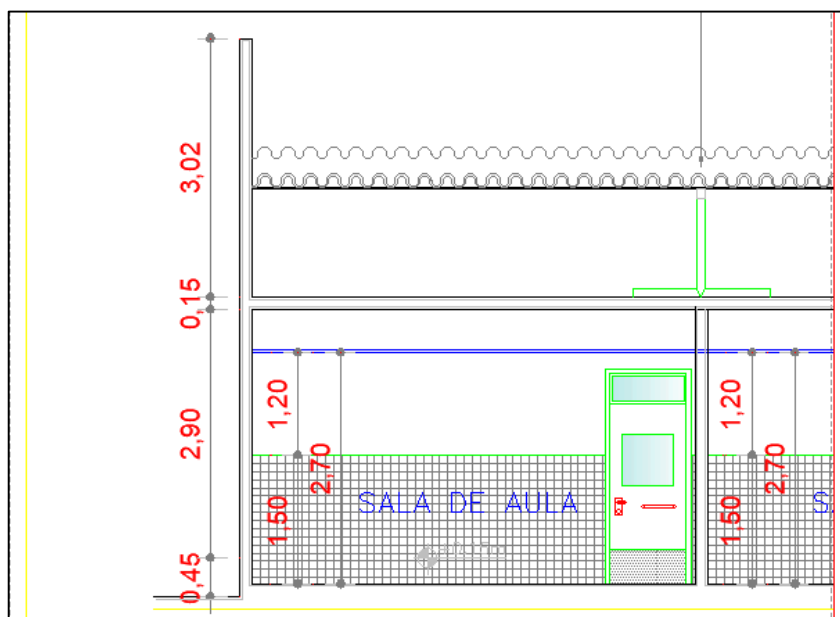
Figura 40. Forro de fibra mineral



Fonte. Autoria própria (2021).

Analisando o corte AA (figura 41) da planta baixa disponibilizada pelo setor de infraestrutura da UFERSA, temos que o forro das salas está fixado a uma altura de 2,70 metros do piso, e está a uma distância de aproximadamente 0,50 metros da laje, resultando na criação de uma camada de ar entre o forro e a laje, onde essa camada de ar reduz o calor transferido pelas telhas e laje ao ambiente interno.

Figura 41. Corte AA.

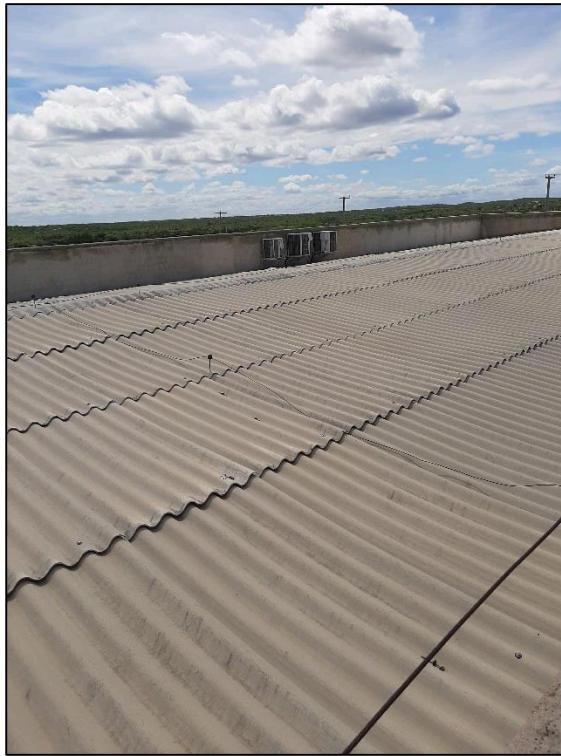


Fonte. Adaptado de UFERSA 2012.

5.4.9 Cobertura

A Cobertura da central de salas de aula 2 é feita em laje e coberta por telhas de amianto (figura 42), a laje fica coberta pelas telhas de modo que não recebe radiação solar direta em sua parte exterior, o ar que circula entre as telhas e a laje promove uma camada de ar que resfria essa laje, reduzindo a transmissão de calor ao ambiente interno.

Figura 42. Cobertura da Central de salas de aula 2.

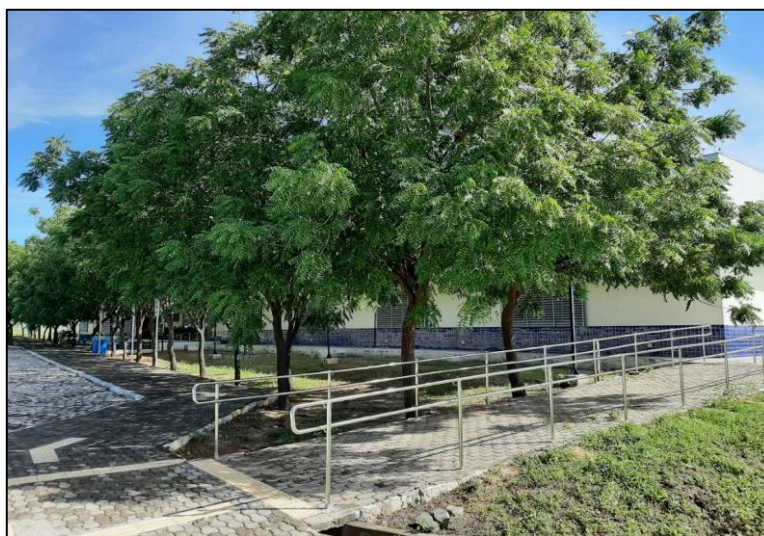


Fonte. Autoria própria (2021).

5.7 Arborização da central de salas de aula 2

Foi observado que a central de salas de aula 2 possui um de seus lados completamente arborizado, o que promove uma sensação de conforto térmico maior na área interna da edificação, as árvores de nim plantadas no sentido sul do prédio como mostrado na figura 43 fazem com que a incidência solar nas janelas e paredes seja reduzida, e consequentemente a transmissão de calor ao ambiente interno também é reduzindo, exigindo assim menos consumo de energia dos aparelhos condicionadores de ar.

Figura 43. Arborização do sentido sul da central de salas de aula 2.



Fonte. Autoria própria (2021).

Outro ponto a ser considerado frente a arborização da central de salas de aula em questão, é que as paredes orientadas ao norte não possuem arborização, ou está se começando a arborizar. Apesar da figura 44 mostrar que já existem árvores sendo plantadas, as mesmas ainda não apresentam tamanho e copa suficiente para reduzirem a radiação solar na edificação.

Figura 44. Arborização no sentido norte da central de salas de aula 2.



Fonte. Autoria própria (2021).

Ainda se observou que parte das paredes que mais recebem incidência direta do sol no período no dia em que as temperaturas são mais elevadas não possuem nem uma arborização como mostrado nas figuras 39 – a e b.

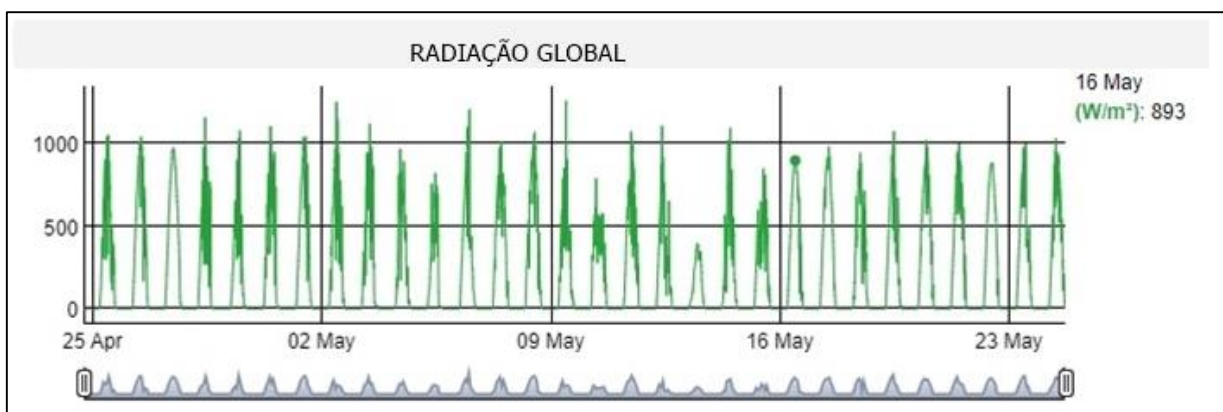
Assim como na figura 39 – b, é possível observar que as paredes voltadas para o oeste, sentido do pôr do sol não possuem arborização em seu entorno, o que gera no ambiente interno uma sensação térmica desconfortável em virtude da temperatura transmitida ao ambiente interno pelas paredes, ocasionando uma maior demanda dos aparelhos condensadores de ar e, por conseguinte de energia elétrica.

A falta de arborização nessas áreas tem afetado consideravelmente o ensino nas salas 14 e 15, pois estas são as que mais recebem influencia solar por parte das paredes externas e pela falta de arborização no seu entorno, a troca de calor nessas salas por parte das paredes externas com o ambiente interno promove um desconforto térmico considerável, e, por conseguinte se reduz a temperatura dos condensadores de ar, fazendo com os aparelhos exerçam mais trabalho e consumam mais energia elétrica.

5.8 Análise dos dados meteorológicos

Com base na análise feita dos dados coletados pela estação meteorológica da UFERSA Campus Angicos, foi possível comprovar que no período de 25 de abril a 23 de maio de 2021 a radiação solar expressa em W/m^2 ficou entre as faixas de 500 e 1000 W/m^2 , tendo seus pontas de radiação em torno de 1000 W/m^2 como se observa na figura 45.

Figura 45. Radiação Global.



Fonte. Disponível em: [https://dashboard.hobolink.com/public/angicos#/. Acesso em 22/05/2021.](https://dashboard.hobolink.com/public/angicos#/)

A radiação global observada na imagem acima é a totalidade de radiação que atingiu a superfície da estação meteorológica assim como dos prédios da UFERSA Campus Angicos, onde a potência transferida em forma de calor aos prédios faz que as paredes externas absorvam mais calor por parte dessa radiação e transmita ao ambiente interno parte dessa temperatura, afetando diretamente na utilização dos condensadores de ar.

Outro fator considerado pela estação é a umidade relativa do ar, pois quando maior for o percentual de gotículas de água no ar ou vapor d'água, o fator umidade diz muito sobre o ambiente interno e sobre o funcionamento dos condensadores de ar, pois estes sugam a umidade do ambiente para poder refrigera-los, se umidade ar estiver baixa (menor que 30%) considera-se crítico, tendo o recomendável na faixa de 60%. Analisando a figura 46, compreende-se que a umidade do ar segundo dados da estação meteorológica fica entre 50 e 100% em maior ocorrência, o que torna viável a utilização dos condensadores de ar, de forma não prejudicial à saúde dos que deles fazem uso.

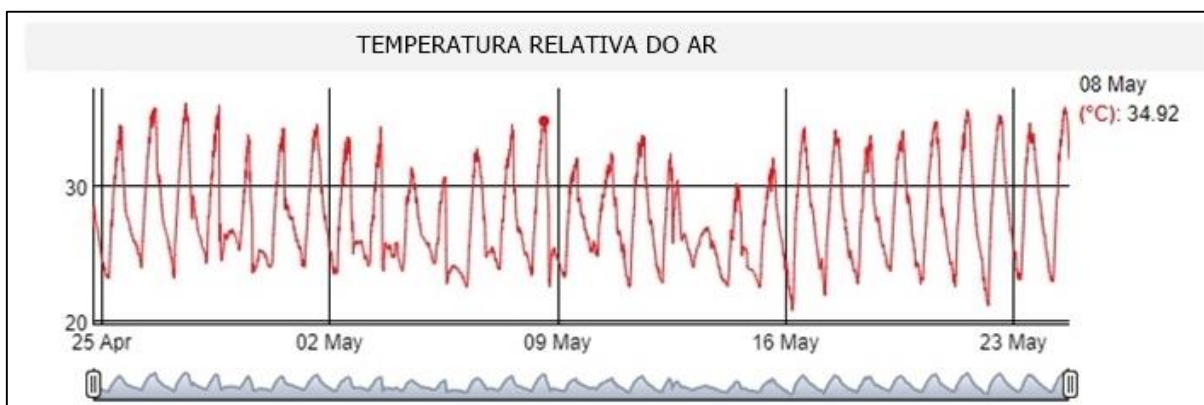
Figura 46. Umidade relativa do ar.



Fonte. Disponível em: <https://dashboard.hobolink.com/public/angicos#/>. Acesso em 22/05/2021.

Ainda se observou a temperatura do ar, pois assim como a radiação a temperatura do ar também afeta o desempenho dos aparelhos condensadores de ar. É notório que a temperatura do ar fica entre 30 e 35° C (figura 47) A troca de temperatura com o ambiente exterior na tentativa de equilibrar as temperaturas, faz com que os condensadores realizem maior quantidade de trabalho e, por conseguinte consumam mais energia.

Figura 47. Temperatura relativa do ar.



Fonte. Disponível em: <https://dashboard.hobolink.com/public/angicos#/>. Acesso em 22/05/2021.

5.9 Proposições

Considerando as normas e documentos legais se observou que necessárias algumas melhorias frente a eficiência energética da central de aulas 2, tais como: a troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED com menor consumo e maior fluxo luminoso, a troca dos condicionadores de ar classe B e C por aparelhos de classe A que contemplem os selos do INMETRO e do PROCEL, bem como medidas que potencializem essa eficiência energética como implantação de uma parede verde nas paredes que recebam incidência de sol durante os horários mais quentes do dia, assim como a reutilização da água condensada para fazer a irrigação das plantas usadas nas paredes verdes e/ou ventiladas e das árvores existentes no entorno do prédio (quadro 16).

Quadro 16. Proposições.

Estrutura/equipamentos	Problema	Proposição
Condicionadores de ar	Obsoletos	Troca por aparelhos classe A com selos PROCEL e INMETRO.
Lâmpadas	Fluorescentes - Muito consumo e baixo fluxo luminoso	Troca por lâmpadas LED de baixo consumo e alto fluxo luminoso
Paredes	Alta incidência solar	Uso de paredes verdes, arborização no entorno da central de salas de aulas 2
Drenos	Instalação não segue a norma 16655-3	Sistema para reuso da água condensada na irrigação das paredes verdes e/ou áreas arborizadas

Fonte. Autoria própria (2021).

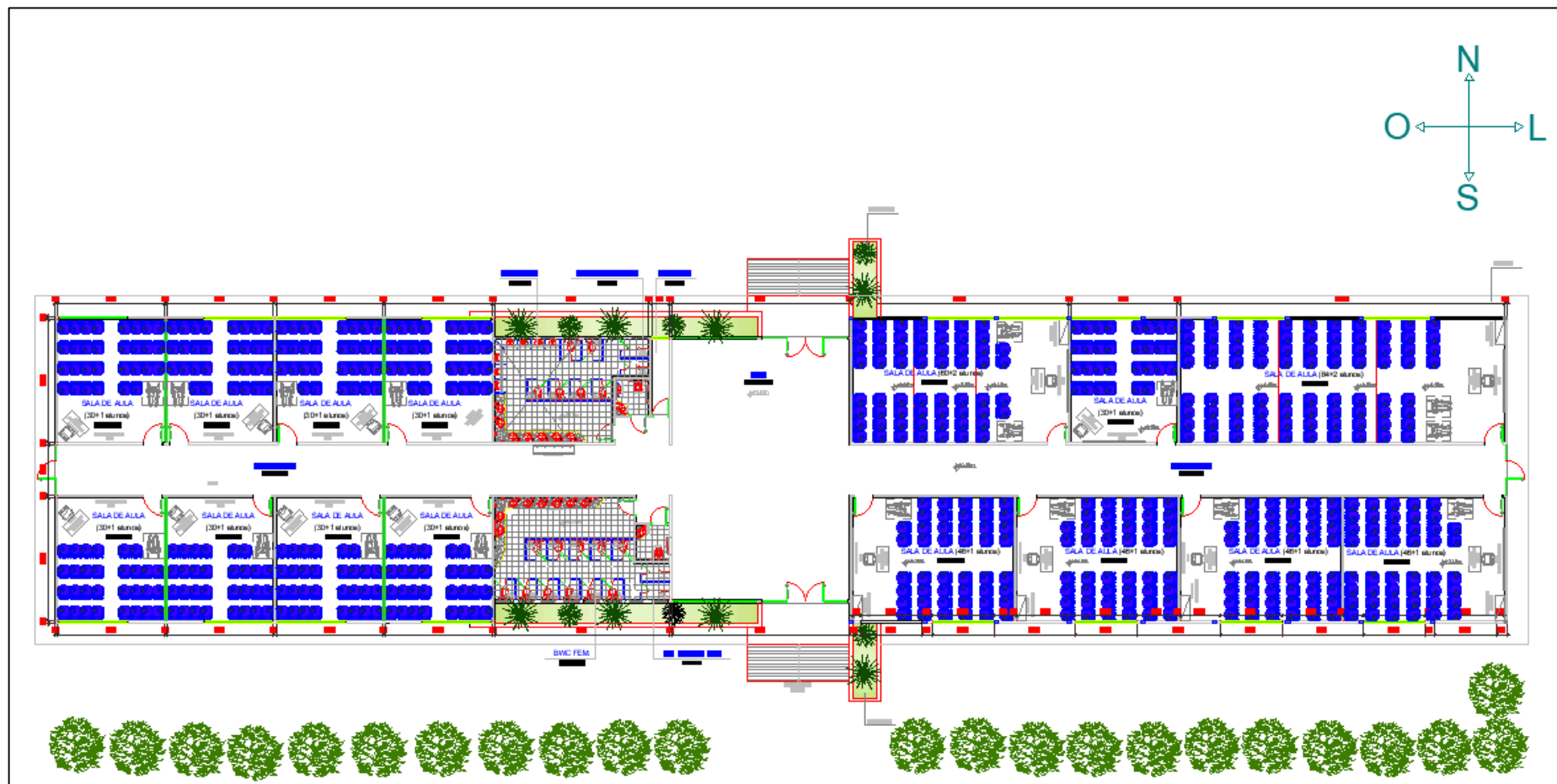
5.9.1 Projeto como construído

Considerando as observações feitas na central de sala de aula foi possível construir um modelo como construído para o referido prédio, tendo em vista a planta baixa disponibilizada pelo setor de infraestrutura não condizia com o ambiente construído.

Se observou que algumas salas apresentavam quantidades de janelas em projeto superiores as instaladas, como por exemplo nas salas 1, 2, 5 e 7. Outra consideração foi o tamanho da sala 2, que no projeto ela apresentava área menor que a executada e tinha sua porta instalada em um local diferente do que se foi projetado.

A observância desses fatores foi considerada pois para o cálculo da carga térmica se considerou principalmente as áreas das janelas, outro ponto que considerado foi a inexistência da arborização do prédio no projeto, onde temos que as árvores promovem condições de sombra ao prédio, reduzindo a interferência solar nas paredes externas. A figura 48 é resultado das observações feitas na visita em comparação com o projeto da central de salas de aula 2.

Figura 48. Projeto como construído da central de salas de aula 2.



Fonte. Adaptado de UFERSA (2012).

Todavia deve-se reiterar que foram feitas modificações apenas nos objetos de estudo deste trabalho, de forma que apenas as salas de aula sofreram correções.

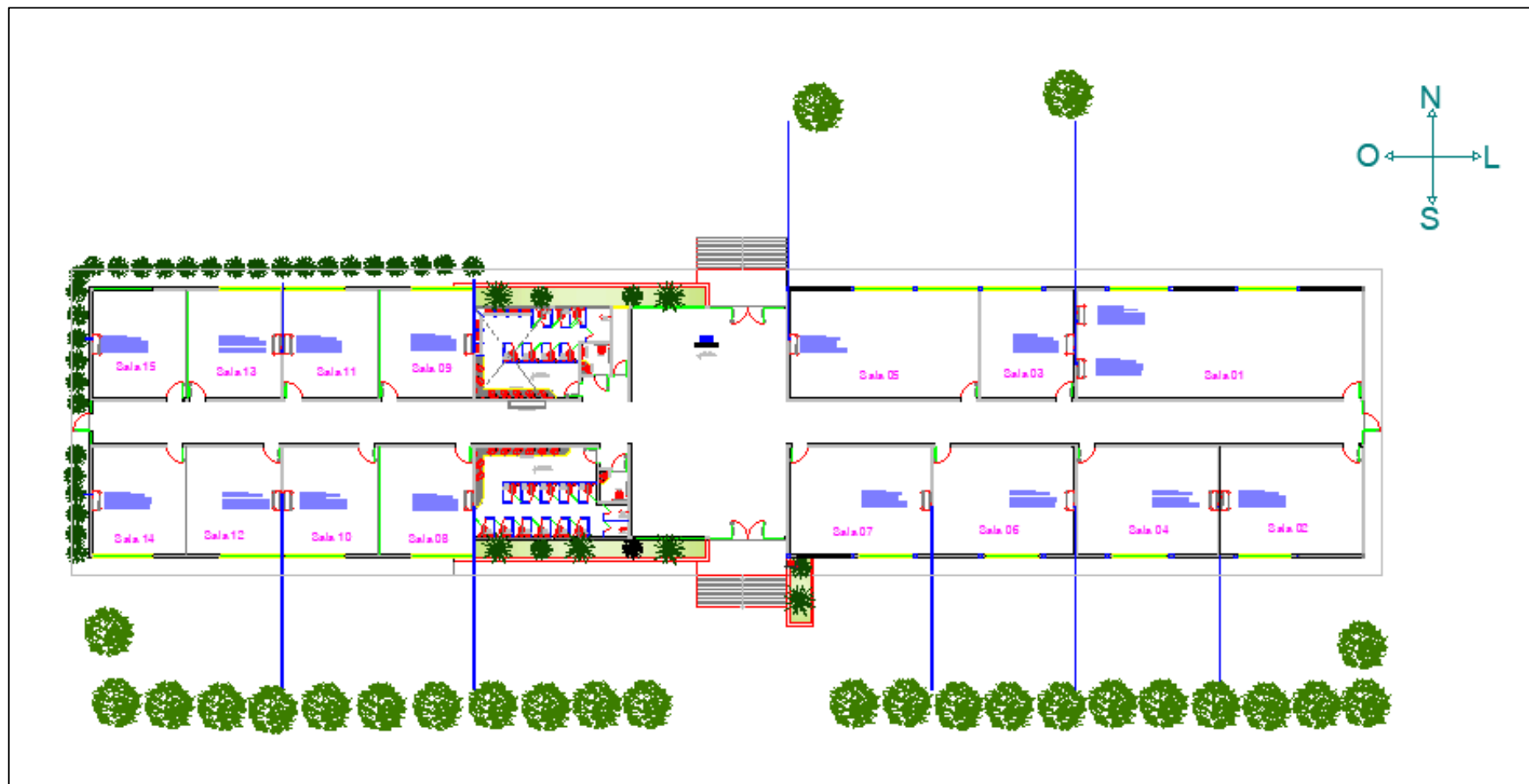
Os cálculos realizados também se basearam no projeto como construído da central de salas de aula, para que fossem gerados reais e não apenas estimativas, pois se verificaram as dimensões de projeto e as dimensões reais, desta forma o projeto como construído corroborou para toda base de cálculo da carga térmica presente neste trabalho.

5.9.2 Utilização de água condensada

Um fator observado na visita e nos projetos disponibilizados pelo setor de infraestrutura é inadequação de sistemas de drenagem dos aparelhos condensadores de ar, e a inexistência de sistema que faça a coleta, o transporte e destinação correta da água condensada.

Desta forma, analisando a possibilidade de instalação de uma parede ventilada e/ou verde, e considerando a arborização já existe na central de salas de aula 2, foi projetado de forma bem simples um pequeno sistema para aproveitamento da água condensada como mostrado na figura 49.

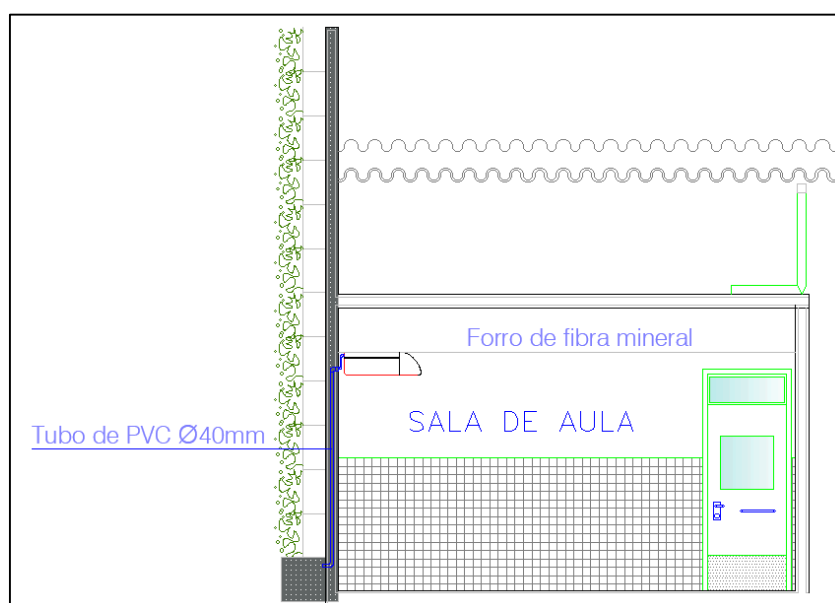
Figura 49. Planta baixa do sistema para reuso da água condensada.



Fonte. Adaptado de UFERSA (2012).

Para o projeto foram consideradas medidas construtivas simples, mais que se implantadas podem gerar bons resultados frente a utilização da água condensada. A primeira medida abordada é utilização de tubos de PVC de 40 milímetros de diametro instalados por dentro das paredes com saída dos aparelhos até o local de uso (figura 50). Outra proposição empregada é substituição de joelhos por curvas para redução de perdas de carga por atrito em conexões.

Figura 50. Corte do sistema de reaproveitamento de água condensada.



Fonte. Autoria própria (2021).

5.9.3 Construção de uma parede verde e/ou arborização

Como observado na literatura temos que a utilização de paredes verdes tem sido adotada como medida para reduzir a troca de calor entre o ambiente interno e externo, visando melhores índices de eficiência energética, em virtude da utilização em menor escala dos aparelhos condensadores de ar.

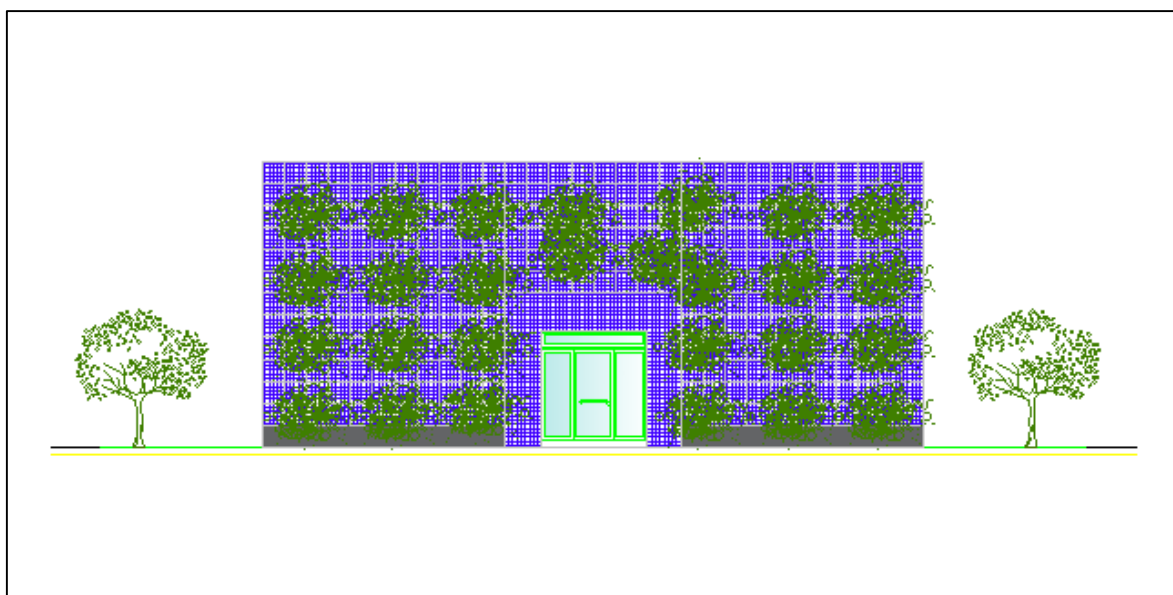
Em conformidade com o que foi visto na visita realizada a central de salas de aula 2, têm-se proposto a instalação de uma parede verde nas paredes voltadas para o norte (figura 51) e oeste (figura 52), como uma medida de reduzir a absorção de calor pelas paredes externas, principalmente nos horários mais quentes.

Figura 51. Projeto visual de parede verde – Sentido Norte.



Fonte. Adaptado de UFERSA (2012).

Figura 52. Projeto visual de parede verde – Sentido Oeste

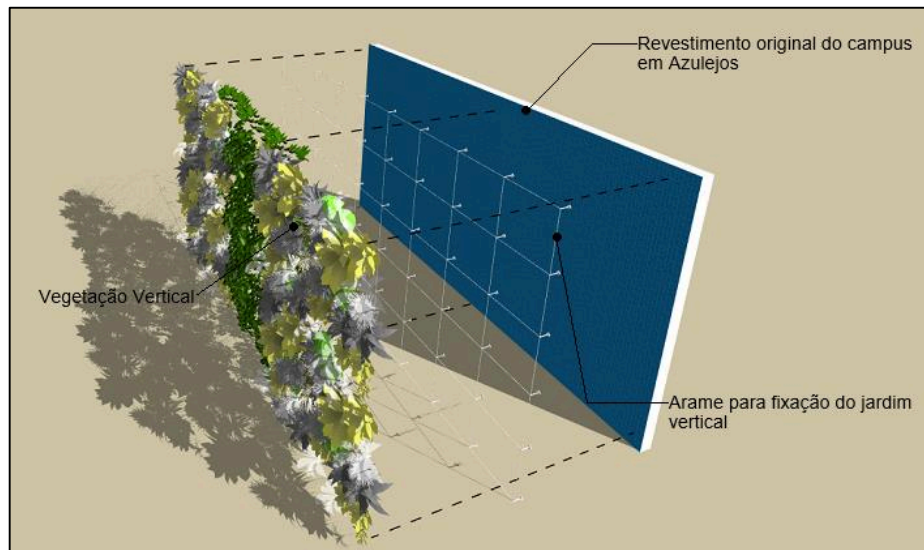


Fonte. Adaptado de UFERSA (2012).

Para a utilização das paredes verdes se pensou em plantas do tipo trepadeira, pois estas requerem menor quantidade de água e são capazes de suportar ao sol e as altas temperaturas.

Para melhor compreensão da instalação das paredes verdes foi projetado um modelo utilizando o software REVIT (figura 53).

Figura 53. Detalhamento da parede verde.



Fonte. Autoria própria (2021).

O sistema projetado acima é fixado às paredes externas por arames, e posteriormente a camada de arame, são colocadas as plantas escolhidas. Na base das paredes se cria uma espécie de canteiro para que as plantas consigam extrair do solo os nutrientes necessários para seu crescimento, ou ainda pode-se utilizar de vasos para cultivo.

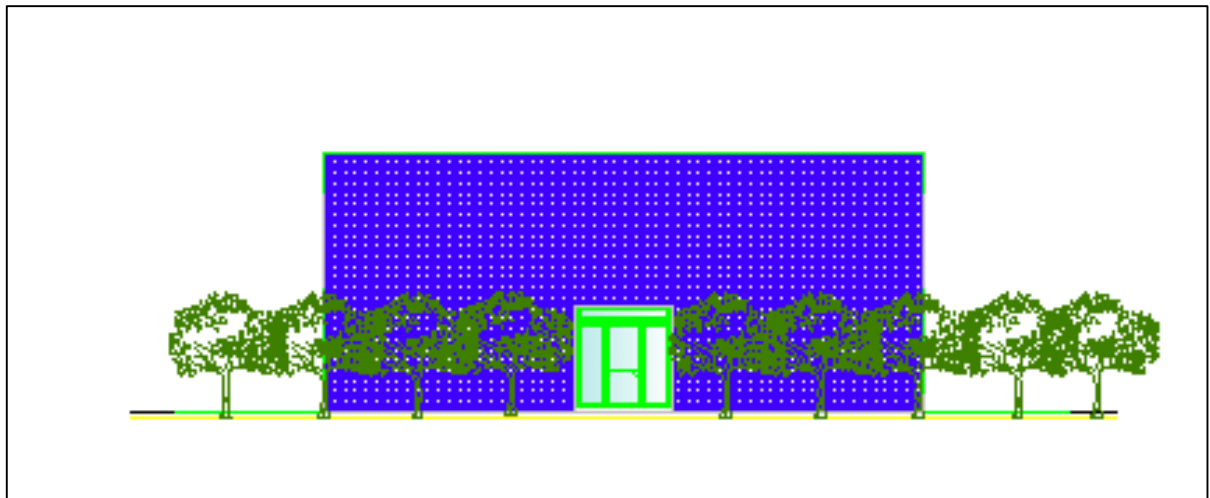
Todavia, considerando as questões financeiras que envolvem a instalação das paredes verdes, ainda é proposto uma medida considerada mais econômica, que seria a arborização total da central de salas de aula 2, principalmente nos locais que recebem maior incidência do sol como mostrado nas figuras 54 e 55.

Figura 54. Projeto de arborização para o central de salas de aula 2 – sentido norte.



Fonte. Adaptado de UFERSA (2012).

Figura 55. Vista posterior da central de salas de aula 2 com projeto de arborização.



Fonte. Adaptado de UFERSA (2012).

6 CONCLUSÃO

Considerando os fatores que foram observados nesta pesquisa foi possível compreender que a central de salas de aula 2 da UFERSA Campus Angicos não se enquadra dentro das especificações do selo PROCEL Edificações, tampouco da ISO 50001, apesar de terem sido observadas características que corroborem para melhor desempenho dos condensadores de ar, luminárias e envoltória do prédio, tal fator pode estar atrelado ao fato de que muitos profissionais apresentam resistência frente a adoção de práticas e aparelhos que promovam melhores índices de eficiência energética em edificações.

Foi possível observar que os projetos não se encontravam em concordância com a estrutura construída, o que pode ter ocasionado no mal dimensionamento dos aparelhos condensadores de ar, como por exemplo a inexistência de algumas janelas que possivelmente foram consideradas nos cálculos prévios de carga térmica das salas de aula.

Todavia também foi observado que algumas medidas foram tomadas, como por exemplo a pintura das paredes internas em cores claras, visando uma maior reflexão da luz artificial no ambiente interno, a utilização de brises e películas nas janelas como medida de reduzir a penetração dos raios solares e a arborização do entorno do prédio.

Apesar das medidas já implantadas, algumas ainda necessitam ser tomadas para que o consumo de energia possa ser reduzido, a exemplo da troca de todos os aparelhos condensadores de ar, pois os aparelhos instalados apresentam índices de eficiência energética classe B e C, onde se possui no mercado aparelhos com índice de eficiência classe A que consomem menos energia e desempenham as mesmas funções que os demais, além de serem menos poluentes.

Com base nos cálculos feitos para se estimar o quanto se economizaria se fossem substituídos os condensadores de ar classe B e C, temos que no mês maio de 2021, se pagou cerca de R\$ 16.019,12 reais, e, que se trocados os aparelhos pelos de classe A se pagaria cerca de R\$ 12.956,11 reais, totalizando uma redução na conta de energia da ordem de R\$ 3.063,01 reais, o que equivale a 19,2% de economia mensal (nos horários fora de ponta e intermediário).

Observou-se ainda que nos horários de ponta o custo com energia poderia ser reduzido em aproximadamente R\$ 33.398,57, o que corresponde a 19,2% de economia mensal, valor que cobriria a compra de até quatro aparelhos tipo inverter.

Ainda foi observado que as lâmpadas utilizadas na edificação são do tipo fluorescentes, onde recomenda-se a utilização de lâmpadas de LED em instituições públicas, desse modo sugere-se a troca das lâmpadas existentes por lâmpadas de LED, visando um menor consumo de energia por iluminação.

Considerando os pontos positivos e negativos encontrados, foram sugeridas algumas medidas que possam vir a contribuir com o desenvolvimento sustentável e energético da central de salas de aula 2, como a instalação de uma parede verde e/ou a conclusão da arborização no entorno da central, visando menor incidência do sol nas paredes externas e por conseguinte a troca de calor com o ambiente interno.

Pensando na utilização dos aparelhos condensadores de ar, foi proposto que se faça um sistema de drenagem eficiente nos aparelhos, possibilitando o reuso da água condensada para a irrigação da parede verde proposta, ou até mesmo da área arborizada.

Desta forma, conclui-se que a adoção de medidas mais eficientes partindo do ponto de eficiência energética só tendem a contribuir para o desenvolvimento sustentável e econômico em instituições, órgãos e quaisquer que sejam as edificações. Como proposta para trabalhos futuros sugere-se que se faça um estudo luminotécnico das salas de aula, com o intuito de verificar se a iluminação das salas se encontra adequada e o quanto esta iluminação contribui para o consumo de energia elétrica por elas e pelos condensadores de ar.

7 REFERÊNCIAS

ABESCO - Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **ISO 50001 - Gestão de Energia**. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/pt/iso-50001-gestao-de-energia/>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

ABESCO, Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia -. **O que é eficiência energética? (EE)**. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/>. Acesso em: 26 jan. 2021.

ALMEIDA, Alana Mello de. **Conforto térmico e eficiência energética em edifício multifamiliar na cidade de Maceió-AL**. 2009. 220 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Dinâmicas do Espaço Habitado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

ALTOE, Leandra et al. Políticas públicas de incentivo à eficiência energética. **Estud. av.**, São Paulo, v. 31, n. 89, p. 285-297, abr. 2017. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142017000100285&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em 25 jan. 2021. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16655-1**: Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado – Split e compacto. Parte 1: Projeto e Instalação. 1 ed. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16655-3**: Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado - Split e compacto Parte 3: Método de cálculo da carga térmica residencial. 1 ed. Rio de Janeiro, 2019.

BASSANI, R.. **Forro de Fibra Mineral**: você sabe o que é o forro de fibra mineral?. Você sabe o que é o Forro de Fibra Mineral?. Disponível em: <https://bassani.com.br/voce-sabe-o-que-e-forro-de-fibra-mineral/>. Acesso em: 26 abr. 2021.

BRASIL. Decreto federal nº 9.178 de 23 de outubro de 2017. Altera o decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, que regulamenta o art. 3º da lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional

sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a comissão interministerial de sustentabilidade na administração pública - CISAP. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9178.htm>. Acesso em: 18 de maio 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 8.666 de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da administração pública e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm>. Acesso em: 16 de maio 2021.

BRASIL. Lei Nº 10.295 de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10295.htm>. Acesso em: 16 de maio 2021.

CARRIER. Manual de Instalação, Operação e Manutenção. 256.08.765 - B - 02/17. Manaus – AM 2017. Disponível em: < http://cdn.carriero brasil.com.br/downloads_docs/f3f65-IOM-Split-Space-42XQL_256.08.765-B-02-17--view-.pdf>. Acesso em 21 de maio 2021.

ELECTROLUX. Manual de Serviços. Curitiba – Paraná 2011. Disponível em: < <https://ead.jccempresas.com.br/wp-content/uploads/2015/08/CONDICIONADORES-DE-AR-PISO-E-TETO.pdf>>. Acesso em 21 de maio 2021.

ELETROBRAS. Relatório de resultados do PROCEL 2020: ano base 2019. Rio de Janeiro: PROCEL, 2020.

Geller, Howard & Schaeffer, Roberto & Szklo, Alexandre & Tolmasquim, Mauricio. (2004). **Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil.** Energy Policy. 32. 1437-1450. 10.1016/S0301-4215(03)00122-8.

INMETRO. Ar-condicionado: Inmetro atualiza critérios para o Programa Brasileiro de Etiquetagem: mudanças evidenciam os aparelhos mais econômicos, auxiliando o consumidor na hora da compra. Mudanças evidenciam os aparelhos mais econômicos, auxiliando o consumidor na hora da compra. 2020. Disponível em: <https://www4.inmetro.gov.br/noticias/ar-condicionado-inmetro-atualiza-criterios-para-o-programa-brasileiro-de-etiquetagem>. Acesso em: 27 maio 2021.

INMETRO. **Portaria nº 234**: aperfeiçoamento parcial dos requisitos de avaliação da conformidade para condicionadores de ar, estabelecendo o índice de desempenho de resfriamento sazonal (idrs), a reclassificação das categorias de eficiência energética e determinando outras providências para a disponibilização destes produtos no mercado nacional, aperfeiçoamento parcial dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Condicionadores de Ar, estabelecendo o Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal (IDRS), a reclassificação das categorias de eficiência energética e determinando outras providências para a disponibilização destes produtos no mercado nacional.. 2020. Disponível em: <https://www4.inmetro.gov.br/sites/default/files/media/file/portaria-234-29-de-junho-de-2020.pdf>. Acesso em: 28 maio 2021.

ISO –International Organization For Standardization. **ISO 50001**: gerenciamento de energia. Gerenciamento de energia. Disponível em: <<https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

JAPIASSÚ, Carlos Eduardo; GUERRA, Izabella Franco. 30 ANOS DO RELATÓRIO BRUNDTLAND: NOSSO FUTURO COMUM E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO DIRETRIZ CONSTITUCIONAL BRASILEIRA. **Revista Direito da Cidade**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 1984-1901, out. 2017.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; PAPST, Ana L. Desempenho térmico de edificações. **Universidade Federal de Santa Catarina**, 2000.

MORELLI, Denise Damas de Oliveira. **DESEMPENHO DE PAREDES VERDES COMO ESTRATÉGIA BIOCLIMÁTICA**. 2016. 161 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2016.

OLIVEIRA, Pedro Eugênio Nogueira. **ANÁLISE E PROPOSTA DE MELHORIAS NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DESTINADA À ILUMINAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO DO BLOCO DE AULAS 2 DA UFERSA – CAMPUS ANGICOS/RN**. 2020. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Ufersa, Angicos, 2020.

OTTELÉ, Marc. The green building envelope. **Vertical Greening, Delft**, 2011. 260 f. ISBN 9090262172, 9789090262178.

PEREIRA, Cláudia Donald; LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir. Nota técnica referente aos níveis mínimos de eficiência energética de condicionadores de ar no Brasil. **Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis**, p. 9, 2013.

POVEDA, Mentor. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: RECURSO NO APROVECHADO**. Qualidade de Energia. Ano: 2015.

PROBEN, Programa do Bom Uso Energético –. **Planilha de Carga Térmica**. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/proben/planilha-de-carga-termica>. Acesso em: 10 abr. 2021.

PROCEL. Selo PROCEL de Economia de Energia. Disponível em: <http://www.PROCELinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632%7D>. Acesso em: 25 de janeiro de 2021.

REIS, Lineu Belico dos; ROMERO, Marcelo de Andrade; PHILIPPI JUNIOR, Arlindo (org.). **Eficiência energética em edifícios**. São Paulo: Manole, 2012. 208 p. (ISBN 9788520444580).

SOUZA, Andrea de; SILVA, Christian Luiz da; KRUGER, Eduardo Leite; GUERRA, Jorge Carlos Correa. GESTÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO: um estudo aplicado ao sistema de iluminação da utfpr sob a ótica técnica e econômica. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 190-209, 13 ago. 2012. RGSA- Revista de Gestao Social e Ambiental. <http://dx.doi.org/10.5773/rgsa.v6i1.303>.

SUSTENTÁVEL, Conselho Brasileiro de Construção. **Eficiência Energética**. Disponível em: http://cidadeseeficientes.cbcs.org.br/?page_id=484. Acesso em: 27 jan. 2020.

VIANA, Augusto Nelson Carvalho *et al.* **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES**. Campinas/sp: Elektro – Eletricidade e Serviços S.A., 2012. 314 p.

ANEXO 1 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 01



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação										
Tipo de Vidro C C C C C C C C	PROTEÇÃO		CAMPOS PARA PREENCHIMENTO							
	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
	Norte	9,10	240	115	70	70,00	637,00	2.527,62		
	Nordeste		240	95	70		-	-		
	Leste		270	130	85		-	-		
	Sudeste		200	85	70		-	-		
	Sul	0,72	0	0	0		-	-		
	Sudoeste		400	160	115		-	-		
Oeste		500	220	150		-	-			
Noroeste		350	150	95		-	-			
							637,00	2.527,62		
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)										
	Área (m²)	Fator								
Vidro Comum		50				-	-			
Tijolo de Vidro		25				-	-			
							-	-		
3 Paredes:										
Paredes externas	Área (m²)	Construção Leve	Construção Pesada	Fator						
orientação Sul		13	10							
outra orientação	58,40	20	12	20,00		1.168,00	4.634,62			
Paredes internas	Área (m²)	Fator								
Paredes (amb.ñ.ref.)	46,90	13				609,70	2.419,29			
							1.777,70	7.053,91		
4 Teto:										
	Área (m²)	Fator								
Em lage exposta ao Sol sem isolamento		75				-	-			
Em lage com 2,5cm de isolamento ou mais		30				-	-			
Entre andares		13				-	-			
Sob telhado com isolamento		18				-	-			
Sob telhado sem isolamento	94,95	50				4.747,50	18.838,08			
							4.747,50	18.838,08		
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)										
	Área (m²)	Fator								
Piso		13				-	-			
							-	-		
6 Número de Pessoas										
	Número	Fator								
Em atividade normal	1,00	150				150,00	595,20			
Em repouso	70,00	75				5.250,00	20.832,00			
Em forte atividade		750				-	-			
							5.400,00	21.427,20		
7 Outras fontes de Calor:										
	Potência (W)	Fator				Energia (kcal/h)	Energia (BTU)			
Aparelhos Elétricos	1.800,00	0,86				1.548,00	6.142,46			
Forno Elétrico		0,86				-	-			
Aparelhos de Grelhar		0,86				-	-			
Mesa Quente		0,86				-	-			
Cafeteiras		0,86				-	-			
Motores	Potência (HP)	Fator								
		645				-	-			
Alimentos por pessoa	Nº Refeições	Fator								
		16				-	-			
Iluminação	Potência (W)	Fator								
Incandescente		1				-	-			
Fluorescente	2.880,00	0,5				1.440,00	5.713,92			
							2.988,00	11.856,38		
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas										
	Área (m²)	Fator								
Portas	2,25	150				337,50	1.339,20			
							337,50	1.339,20		
9 Sub - Total						em (kcal/h)	15.550,20	61.703,19		
10 Fator Geográfico:						0,95	Referente ao índice da Região (MAPA)	em (kcal/h)	14.772,69	58.618,03
11 Carga térmica Total										
						em (kcal/h)	14.772,69			
						em (BTU/h)	58.618,03			
						em TR	4,89			
						em kW	17,18			

ANEXO 2 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 02



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO					
Tipo de Vidro C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
	Norte	0,72	240	115	70	70,00	50,40	199,99		
	Nordeste		240	95	70		-	-		
	Leste		270	130	85		-	-		
	Sudeste		200	85	70		-	-		
	Sul	4,20	0	0	0		-	-		
	Sudoeste		400	160	115		-	-		
	Oeste		500	220	150		-	-		
	Noroeste		350	150	95		-	-		
							50,40	199,99		
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)										
	Área (m²)	Fator								
Vidro Comum		50				-	-			
Tijolo de Vidro		25				-	-			
3 Paredes:										
Paredes externas	Área (m²)	Construção	Construção Pesada		Fator					
orientação Sul	20,50	Leve	10		13,00	266,50	1.057,47			
outra orientação	18,30	20	12		20,00	366,00	1.452,29			
Paredes internas	Área (m²)			Fator						
Paredes (amb.ñ.ref.)	22,50			13		292,50	1.160,64			
						925,00	3.670,40			
4 Teto:										
	Área (m²)			Fator						
Em lage exposta ao Sol sem isolamento				75		-	-			
Em lage com 2,5cm de isolamento ou mais				30		-	-			
Entre andares				13		-	-			
Sob telhado com isolamento				18		-	-			
Sob telhado sem isolamento	47,25			50		2.362,50	9.374,40			
						2.362,50	9.374,40			
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)										
	Área (m²)			Fator						
Piso				13		-	-			
						-	-			
6 Número de Pessoas										
	Número			Fator						
Em atividade normal	1,00			150		150,00	595,20			
Em repouso	42,00			75		3.150,00	12.499,20			
Em forte atividade				750		-	-			
						3.300,00	13.094,40			
7 Outras fontes de Calor:										
	Potência (W)			Fator		Energia (kcal/h)	Energia (BTU)			
Aparelhos Elétricos	1.600,00			0,86		1.376,00	5.459,97			
Forno Elétrico				0,86		-	-			
Aparelhos de Grelhar				0,86		-	-			
Mesa Quente				0,86		-	-			
Cafeteiras				0,86		-	-			
Motores	Potência (HP)			Fator						
				645		-	-			
Alimentos por pessoa	Nº Refeições			Fator						
				16		-	-			
Iluminação	Potência (W)			Fator						
Incandescente				1		-	-			
Fluorescente	1.440,00			0,5		720,00	2.856,96			
						2.096,00	8.316,93			
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas										
	Área (m²)			Fator						
Portas	2,25			150		337,50	1.339,20			
						337,50	1.339,20			
9 Sub - Total						em (kcal/h)	8.733,90	34.656,12		
10 Fator Geográfico:						0,95	Referente ao Índice da Região (MAPA)	em (kcal/h)	8.297,21	32.923,31
11 Carga térmica Total						em (kcal/h)	8.297,21			
						em (BTU/h)	32.923,31			
						em TR	2,74			
						em kW	9,65			



ANEXO 3 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 03



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação			PROTEÇÃO		CAMPOS PARA PREENCHIMENTO					
Tipo de Vidro C C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
	Norte	4,55	240	115	70	70,00	318,50	1.263,81		
	Nordeste		240	95	70		-	-		
	Leste		270	130	85		-	-		
	Sudeste		200	85	70		-	-		
	Sul	0,72	0	0	0		-	-		
	Sudoeste		400	160	115		-	-		
	Oeste		500	220	150		-	-		
	Noroeste		350	150	95		-	-		
							318,50	1.263,81		
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)										
	Área (m²)				Fator					
	Vidro Comum					50	-	-		
	Tijolo de Vidro					25	-	-		
3 Paredes:										
Paredes externas	Área (m²)	Construção	Construção Pesada		Fator					
orientação Sul		Leve	13	10						
outra orientação	12,20	20	12		20,00	244,00	968,19			
Paredes internas	Área (m²)				Fator					
Paredes (amb.ñ.ref.)	14,50				13	188,50	747,97			
							432,50	1.716,16		
4 Teto:										
	Área (m²)				Fator					
Em lage exposta ao Sol					75	-	-			
sem isolamento										
Em lage com 2,5cm de					30	-	-			
isolação ou mais										
Entre andares					13	-	-			
Sob telhado com										
isolação					18	-	-			
Sob telhado sem										
isolação	31,05				50	1.552,50	6.160,32			
							1.552,50	6.160,32		
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)										
	Área (m²)				Fator					
Piso					13	-	-			
							-	-		
6 Número de Pessoas										
	Número				Fator					
Em atividade normal	1,00				150	150,00	595,20			
Em repouso	29,00				75	2.175,00	8.630,40			
Em forte atividade					750	-	-			
							2.325,00	9.225,60		
7 Outras fontes de Calor:										
	Potência (W)				Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)			
Aparelhos Elétricos	2.000,00				0,86	1.720,00	6.824,96			
Forno Elétrico					0,86	-	-			
Aparelhos de Grelhar					0,86	-	-			
Mesa Quente					0,86	-	-			
Cafeteiras					0,86	-	-			
	Potência (HP)				Fator					
Motores					645	-	-			
	Nº Refeições				Fator					
Alimentos por pessoa					16	-	-			
	Potência (W)				Fator					
Iluminação					1	-	-			
Incandescente										
Fluorescente	960,00				0,5	480,00	1.904,64			
							2.200,00	8.729,60		
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas										
	Área (m²)				Fator					
Portas	2,25				150	337,50	1.339,20			
							337,50	1.339,20		
9 Sub - Total						em (kcal/h)	6.828,50	27.095,49		
10 Fator Geográfico:						0,95	Referente ao índice da Região (MAPA)	em (kcal/h)	6.487,08	25.740,71
11 Carga térmica Total						em (kcal/h)	6.487,08	25.740,71		
						em (BTU/h)	27.095,49			
						em TR	2,15			
						em kW	7,54			

ANEXO 4 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 04



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410			
1 Janelas: Insolação			PROTEÇÃO		CAMPOS PARA PREENCHIMENTO				
Tipo de Vidro C C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)	
	Norte	0,72	240	115	70	70,00	50,40	199,99	
	Nordeste		240	95	70		-	-	
	Leste		270	130	85		-	-	
	Sudeste		200	85	70		-	-	
	Sul	4,20	0	0	0		-	-	
	Sudoeste		400	160	115		-	-	
	Oeste		500	220	150		-	-	
	Noroeste		350	150	95		-	-	
							50,40	199,99	
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)									
	Área (m²)				Fator				
	Vidro Comum					50	-	-	
	Tijolo de Vidro					25	-	-	
3 Paredes:									
	Paredes externas	Área (m²)	Construção Leve	Construção Pesada	Fator				
	orientação Sul	20,60	13	10	13,00	267,80	1.062,63		
	outra orientação		20	12		-	-		
	Paredes internas	Área (m²)				Fator			
	Paredes (amb.ñ.ref.)	22,60				13	293,80	1.165,80	
							561,60	2.228,43	
4 Teto:									
		Área (m²)				Fator			
	Em laje exposta ao Sol sem isolamento					75	-	-	
	Em laje com 2,5cm de isolamento ou mais					30	-	-	
	Entre andares					13	-	-	
	Sob telhado com isolamento					18	-	-	
	Sob telhado sem isolamento	47,25				50	2.362,50	9.374,40	
							2.362,50	9.374,40	
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)									
		Área (m²)				Fator			
	Piso					13	-	-	
							-	-	
6 Número de Pessoas									
		Número				Fator			
	Em atividade normal	1,00				150	150,00	595,20	
	Em repouso	35,00				75	2.625,00	10.416,00	
	Em forte atividade					750	-	-	
							2.775,00	11.011,20	
7 Outras fontes de Calor:									
		Potência (W)				Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)	
	Aparelhos Elétricos	1.800,00				0,86	1.548,00	6.142,46	
	Forno Elétrico					0,86	-	-	
	Aparelhos de Grelhar					0,86	-	-	
	Mesa Quente					0,86	-	-	
	Cafeteiras					0,86	-	-	
	Motores					645	-	-	
	Alimentos por pessoa					16	-	-	
	Iluminação Incandescente					1	-	-	
	Fluorescente	1.440,00				0,5	720,00	2.856,96	
							2.268,00	8.999,42	
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas									
		Área (m²)				Fator			
	Portas	2,25				150	337,50	1.339,20	
							337,50	1.339,20	
9 Sub - Total							em (kcal/h)	8.017,50	31.813,44
10 Fator Geográfico:							em (kcal/h)	7.616,63	30.222,77
11 Carga térmica Total							em (kcal/h)	7.616,63	
							em (BTU/h)	30.222,77	
							em TR	2,52	
							em kW	8,86	

ANEXO 5 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 05



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410	
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO		
Tipo de Vidro ↓	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)
	Norte	9,10	240	115	70	70,00	637,00
	Nordeste		240	95	70		
	Leste		270	130	85		
	Sudeste		200	85	70		
	Sul	0,72	0	0	0		
	Sudoeste		400	160	115		
	Oeste		500	220	150		
	Noroeste		350	150	95		
							Energia (BTU)
							2.527,62
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)							
	Área (m²)		Fator				
Vidro Comum			50				
Tijolo de Vidro			25				
3 Paredes:							
Paredes externas	Área (m²)	Construção	Construção Pesada	Fator			
orientação Sul		Leve	10	13,00			
outra orientação	32,90	20	12	20,00		658,00	2.610,94
Paredes internas	Área (m²)		Fator				
Paredes (amb.ñ.ref.)	30,70		13			399,10	1.583,63
						1.057,10	4.194,57
4 Teto:							
	Área (m²)		Fator				
Em lage exposta ao Sol sem isolamento			75				
Em lage com 2,5cm de isolação ou mais			30				
Entre andares			13				
Sob telhado com isolação			18				
Sob telhado sem isolação	63,00		50			3.150,00	12.499,20
						3.150,00	12.499,20
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)							
	Área (m²)		Fator				
Piso			13				
6 Número de Pessoas							
	Número		Fator				
Em atividade normal	1,00		150			150,00	595,20
Em repouso	54,00		75			4.050,00	16.070,40
Em forte atividade			750				
						4.200,00	16.665,60
7 Outras fontes de Calor:							
	Potência (W)		Fator			Energia (kcal/h)	Energia (BTU)
Aparelhos Elétricos	1.600,00		0,86			1.376,00	5.459,97
Forno Elétrico			0,86				
Aparelhos de Grelhar			0,86				
Mesa Quente			0,86				
Cafeteiras			0,86				
Motores	Potência (HP)		Fator				
			645				
Alimentos por pessoa	Nº Refeições		Fator				
			16				
Iluminação	Potência (W)		Fator				
Incandescente			1				
Fluorescente	1.920,00		0,5			960,00	3.809,28
						2.336,00	9.269,25
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas							
	Área (m²)		Fator				
Portas	2,25		150			337,50	1.339,20
						337,50	1.339,20
9 Sub - Total						em (kcal/h)	45.156,24
10 Fator Geográfico:						em (kcal/h)	42.898,42
0,95 Referente ao índice da Região (MAPA)							
11 Carga térmica Total						em (kcal/h)	10.811,10
						em (BTU/h)	42.898,42
						em TR	3,58
						em kW	12,57

ANEXO 6 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 06



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO					
Tipo de Vidro C C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
	Norte	0,72	240	115	70	70,00	50,40	199,99		
	Nordeste		240	95	70		-	-		
	Leste		270	130	85		-	-		
	Sudeste		200	85	70		-	-		
	Sul	4,20	0	0	0		-	-		
	Sudoeste		400	160	115		-	-		
	Oeste		500	220	150		-	-		
	Noroeste		350	150	95		-	-		
							50,40	199,99		
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)										
	Área (m²)	Fator								
Vidro Comum		50				-	-	-		
Tijolo de Vidro		25				-	-	-		
3 Paredes:										
Paredes externas	Área (m²)	Construção Leve	Construção Pesada		Fator					
orientação Sul	20,60	13	10		13,00	267,80	1.062,63			
outra orientação	-	20	12		20,00	-	-	-		
Paredes internas	Área (m²)	Fator								
Paredes (amb.f.ref.)	22,60	13				293,80	1.165,80			
						561,60	2.228,43			
4 Teto:										
	Área (m²)	Fator								
Em laje exposta ao Sol sem isolamento		75				-	-	-		
Em laje com 2,5cm de isolamento ou mais		30				-	-	-		
Entre andares		13				-	-	-		
Sob telhado com isolamento		18				-	-	-		
Sob telhado sem isolamento	47,25	50				2.362,50	9.374,40			
						2.362,50	9.374,40			
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)										
Piso	Área (m²)	Fator								
		13				-	-	-		
6 Número de Pessoas										
	Número	Fator								
Em atividade normal	1,00	150				150,00	595,20			
Em repouso	42,00	75				3.150,00	12.499,20			
Em forte atividade		750				-	-	-		
						3.300,00	13.094,40			
7 Outras fontes de Calor:										
	Potência (W)	Fator				Energia (kcal/h)	Energia (BTU)			
Aparelhos Elétricos	1.800,00	0,86				1.548,00	6.142,46			
Forno Elétrico		0,86				-	-			
Aparelhos de Grelhar		0,86				-	-			
Mesa Quente		0,86				-	-			
Cafeteiras		0,86				-	-			
Motores	Potência (HP)	Fator								
		645				-	-			
Alimentos por pessoa	Nº Refeições	Fator								
		16				-	-			
Iluminação	Potência (W)	Fator								
Incandescente		1				-	-			
Fluorescente	1.440,00	0,5				720,00	2.856,96			
						2.268,00	8.999,42			
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas										
	Área (m²)	Fator								
Portas	2,25	150				337,50	1.339,20			
						337,50	1.339,20			
9 Sub - Total						em (kcal/h)	8.542,50	33.896,64		
10 Fator Geográfico:						0,95	Referente ao índice da Região (MAPA)	em (kcal/h)	8.115,38	32.201,81
11 Carga térmica Total						em (kcal/h)	8.115,38			
						em (BTU/h)	32.201,81			
						em TR	2,68			
						em kW	9,44			



ANEXO 7 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 07



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA					SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO				
Tipo de Vidro C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)	
	Norte	0,72	240	115	70	70,00	50,40	199,99	
	Nordeste		240	95	70		-	-	
	Leste		270	130	85		-	-	
	Sudeste		200	85	70		-	-	
	Sul	4,20	0	0	0		-	-	
	Sudoeste		400	160	115		-	-	
	Oeste		500	220	150		-	-	
	Noroeste		350	150	95		-	-	
							50,40	199,99	
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)									
	Área (m²)				Fator				
	Vidro Comum					50	-	-	
	Tijolo de Vidro					25	-	-	
3 Paredes:									
	Paredes externas	Área (m²)	Construção	Construção Pesada		Fator			
	orientação Sul	20,60	Leve	10		13,00	267,80	1.062,63	
	outra orientação		20	12		20,00	-	-	
	Paredes internas	Área (m²)			Fator				
	Paredes (amb.ñ.ref.)	22,60			13		293,80	1.165,80	
							561,60	2.228,43	
4 Teto:									
	Área (m²)				Fator				
	Em lage exposta ao Sol sem isolamento					75	-	-	
	Em lage com 2,5cm de isolamento ou mais					30	-	-	
	Entre andares					13	-	-	
	Sob telhado com isolamento					18	-	-	
	Sob telhado sem isolamento	47,25				50	2.362,50	9.374,40	
							2.362,50	9.374,40	
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)									
	Área (m²)				Fator				
	Piso					13	-	-	
							-	-	
6 Número de Pessoas									
	Número				Fator				
	Em atividade normal	1,00				150	150,00	595,20	
	Em repouso	31,00				75	2.325,00	9.225,60	
	Em forte atividade					750	-	-	
							2.475,00	9.820,80	
7 Outras fontes de Calor:									
	Potência (W)				Fator		Energia (kcal/h)	Energia (BTU)	
	Aparelhos Elétricos	1.800,00				0,86	1.548,00	6.142,46	
	Forno Elétrico					0,86	-	-	
	Aparelhos de Grelhar					0,86	-	-	
	Mesa Quente					0,86	-	-	
	Cafeteiras					0,86	-	-	
	Potência (HP)				Fator				
	Motores					645	-	-	
	Nº Refeições				Fator				
	Alimentos por pessoa					16	-	-	
	Potência (W)				Fator				
	Iluminação Incandescente					1	-	-	
	Fluorescente	1.440,00				0,5	720,00	2.856,96	
							2.268,00	8.999,42	
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas									
	Área (m²)				Fator				
	Portas	2,25				150	337,50	1.339,20	
							337,50	1.339,20	
9 Sub - Total							em (kcal/h)	7.717,50	30.623,04
10 Fator Geográfico:							em (kcal/h)	7.331,63	29.091,89
11 Carga térmica Total							em (kcal/h)	7.331,63	
							em (BTU/h)	29.091,89	
							em TR	2,42	
							em kW	8,53	

ANEXO 8 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 08



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410		
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO			
Tipo de Vidro C C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)
	Norte	0,72	240	115	70	70,00	50,40	199,99
	Nordeste		240	95	70		-	-
	Leste		270	130	85		-	-
	Sudeste		200	85	70		-	-
	Sul	4,55	0	0	0		-	-
	Sudoeste		400	160	115		-	-
	Oeste		500	220	150		-	-
	Noroeste		350	150	95		-	-
							50,40	199,99
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)		Fator						
Vidro Comum			50			-	-	
Tijolo de Vidro			25			-	-	
3 Paredes:		Construção						
Paredes externas	Área (m²)	Leve	Construção Pesada	Fator				
orientação Sul	12,10	13	10	13,00	157,30	624,17		
outra orientação	-	20	12	20,00	-	-		
Paredes internas	Área (m²)	Fator						
Paredes (amb.ñ.ref.)	14,40	13			187,20	742,81		
						344,50	1.366,98	
4 Teto:		Área (m²)			Fator			
Em lage exposta ao Sol sem isolamento				75	-	-		
Em lage com 2,5cm de isolamento ou mais				30	-	-		
Entre andares				13	-	-		
Sob telhado com isolamento				18	-	-		
Sob telhado sem isolamento	31,05			50	1.552,50	6.160,32		
						1.552,50	6.160,32	
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)		Área (m²)			Fator			
Piso				13	-	-		
6 Número de Pessoas		Número			Fator			
Em atividade normal	1,00			150	150,00	595,20		
Em repouso	30,00			75	2.250,00	8.928,00		
Em forte atividade				750	-	-		
						2.400,00	9.523,20	
7 Outras fontes de Calor:		Potência (W)			Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)	
Aparelhos Elétricos	1.800,00			0,86	1.548,00	6.142,46		
Forno Elétrico				0,86	-	-		
Aparelhos de Grelhar				0,86	-	-		
Mesa Quente				0,86	-	-		
Cafeteiras				0,86	-	-		
Motores	Potência (HP)			Fator				
				645	-	-		
Alimentos por pessoa	Nº Refeições			Fator				
				16	-	-		
Iluminação	Potência (W)			Fator				
Incandescente				1	-	-		
Fluorescente	960,00			0,5	480,00	1.904,64		
						2.028,00	8.047,10	
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas		Área (m²)			Fator			
Portas	2,25			150	337,50	1.339,20		
						337,50	1.339,20	
9 Sub - Total					em (kcal/h)	6.375,40	25.297,59	
10 Fator Geográfico:		0,95	Referente ao índice da Região (MAPA)			em (kcal/h)	6.056,63	24.032,71
11 Carga térmica Total					em (kcal/h)	6.056,63		
						em (BTU/h)	24.032,71	
						em TR	2,00	
						em kW	7,04	

ANEXO 9 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 09



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO					
Tipo de Vidro C C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
	Norte	4,55	240	115	70	70,00	318,50	1.263,81		
	Nordeste		240	95	70		-	-		
	Leste		270	130	85		-	-		
	Sudeste		200	85	70		-	-		
	Sul	0,72	0	0	0		-	-		
	Sudoeste		400	160	115		-	-		
	Oeste		500	220	150		-	-		
	Noroeste		350	150	95		-	-		
							318,50	1.263,81		
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)										
	Área (m²)			Fator						
Vidro Comum				50		-	-	-		
Tijolo de Vidro				25		-	-	-		
3 Paredes:										
Paredes externas	Área (m²)	Construção	Leve	Construção Pesada	Fator					
orientação Sul			13	10	13,00	-	-	-		
outra orientação	12,10		20	12	20,00	242,00	960,26			
Paredes internas	Área (m²)			Fator						
Paredes (amb.ñ.ref.)	14,40			13		187,20	742,81			
						429,20	1.703,07			
4 Teto:										
	Área (m²)			Fator						
Em lage exposta ao Sol sem isolamento				75		-	-	-		
Em lage com 2,5cm de isolação ou mais				30		-	-	-		
Entre andares				13		-	-	-		
Sob telhado com isolação				18		-	-	-		
Sob telhado sem isolação	31,05			50		1.552,50	6.160,32			
						1.552,50	6.160,32			
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)										
	Área (m²)			Fator						
Piso				13		-	-	-		
6 Número de Pessoas										
	Número			Fator						
Em atividade normal	1,00			150		150,00	595,20			
Em repouso	29,00			75		2.175,00	8.630,40			
Em forte atividade				750		-	-	-		
						2.325,00	9.225,60			
7 Outras fontes de Calor:										
	Potência (W)			Fator		Energia (kcal/h)	Energia (BTU)			
Aparelhos Elétricos	1.800,00			0,86		1.548,00	6.142,46			
Forno Elétrico				0,86		-	-	-		
Aparelhos de Grelhar				0,86		-	-	-		
Mesa Quente				0,86		-	-	-		
Cafeteiras				0,86		-	-	-		
Motores	Potência (HP)			Fator						
				645		-	-	-		
Alimentos por pessoa	Nº Refeições			Fator						
				16		-	-	-		
Iluminação	Potência (W)			Fator						
Incandescente				1		-	-	-		
Fluorescente	960,00			0,5		480,00	1.904,64			
						2.028,00	8.047,10			
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas										
	Área (m²)			Fator						
Portas	2,25			150		337,50	1.339,20			
						337,50	1.339,20			
9 Sub - Total						em (kcal/h)	6.653,20	26.399,90		
10 Fator Geográfico:						0,95	Referente ao índice da Região (MAPA)	em (kcal/h)	6.320,54	25.079,90
11 Carga térmica Total								em (kcal/h)	6.320,54	
								em (BTU/h)	25.079,90	
								em TR	2,09	
								em kW	7,35	



ANEXO 10 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 10



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO					
Tipo de Vidro C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
	Norte	0,72	240	115	70	70,00	50,40	199,99		
	Nordeste		240	95	70		-	-		
	Leste		270	130	85		-	-		
	Sudeste		200	85	70		-	-		
	Sul	4,55	0	0	0		-	-		
	Sudoeste		400	160	115		-	-		
	Oeste		500	220	150		-	-		
	Noroeste		350	150	95		-	-		
							50,40	199,99		
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)										
	Área (m²)	Fator								
	Vidro Comum		50				-	-		
	Tijolo de Vidro		25				-	-		
3 Paredes:										
	Paredes externas	Área (m²)	Construção	Construção Pesada	Fator					
	orientação Sul	12,10	Leve	10	13,00	157,30	624,17			
	outra orientação	-	20	12	20,00	-	-			
	Paredes internas	Área (m²)	Fator							
	Paredes (amb.ñ.ref.)	14,40	13			187,20	742,81			
						344,50	1.366,98			
4 Teto:										
	Área (m²)	Fator								
	Em laje exposta ao Sol sem isolamento		75			-	-			
	Em laje com 2,5cm de isolamento ou mais		30			-	-			
	Entre andares		13			-	-			
	Sob telhado com isolamento		18			-	-			
	Sob telhado sem isolamento	31,05	50			1.552,50	6.160,32			
						1.552,50	6.160,32			
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)										
	Área (m²)	Fator								
	Piso		13			-	-			
						-	-			
6 Número de Pessoas										
	Número	Fator								
	Em atividade normal	1,00	150			150,00	595,20			
	Em repouso	29,00	75			2.175,00	8.630,40			
	Em forte atividade		750			-	-			
						2.325,00	9.225,60			
7 Outras fontes de Calor:										
	Potência (W)	Fator			Energia (kcal/h)	Energia (BTU)				
	Aparelhos Elétricos	1.800,00	0,86			1.548,00	6.142,46			
	Forno Elétrico		0,86			-	-			
	Aparelhos de Grelhar		0,86			-	-			
	Mesa Quente		0,86			-	-			
	Cafeteiras		0,86			-	-			
	Potência (HP)	Fator								
	Motores		645			-	-			
	Nº Refeições	Fator								
	Alimentos por pessoa		16			-	-			
	Potência (W)	Fator								
	Iluminação Incandescente		1			-	-			
	Fluorescente	960,00	0,5			480,00	1.904,64			
						2.028,00	8.047,10			
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas										
	Área (m²)	Fator								
	Portas	2,25	150			337,50	1.339,20			
						337,50	1.339,20			
9 Sub - Total						em (kcal/h)	6.300,40	24.999,99		
10 Fator Geográfico:						0,95	Referente ao índice da Região (MAPA)	em (kcal/h)	5.985,38	23.749,99
11 Carga térmica Total						em (kcal/h)	5.985,38			
						em (BTU/h)	23.749,99			
						em TR	1,98			
						em kW	6,96			

ANEXO 11 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 11



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO					
Tipo de Vidro C C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
	Norte	4,55	240	115	70	70,00	318,50	1.263,81		
	Nordeste		240	95	70		-	-		
	Leste		270	130	85		-	-		
	Sudeste		200	85	70		-	-		
	Sul	0,72	0	0	0		-	-		
	Sudoeste		400	160	115		-	-		
	Oeste		500	220	150		-	-		
	Noroeste		350	150	95		-	-		
							318,50	1.263,81		
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)										
	Área (m²)	Fator								
Vidro Comum		50				-	-	-		
Tijolo de Vidro		25				-	-	-		
3 Paredes:										
Paredes externas	Área (m²)	Construção Leve	Construção Pesada		Fator					
orientação Sul		13	10		13,00	-	-	-		
outra orientação	12,10	20	12		20,00	242,00	960,26			
Paredes internas	Área (m²)			Fator						
Paredes (amb.ñ.ref.)	14,40			13		187,20	742,81			
						429,20	1.703,07			
4 Teto:										
	Área (m²)	Fator								
Em laje exposta ao Sol sem isolamento		75				-	-	-		
Em laje com 2,5cm de isolamento ou mais		30				-	-	-		
Entre andares		13				-	-	-		
Sob telhado com isolamento		18				-	-	-		
Sob telhado sem isolamento	31,05	50				1.552,50	6.160,32			
						1.552,50	6.160,32			
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)										
	Área (m²)	Fator								
Piso		13				-	-	-		
6 Número de Pessoas										
	Número	Fator								
Em atividade normal	1,00	150				150,00	595,20			
Em repouso	29,00	75				2.175,00	8.630,40			
Em forte atividade		750				-	-	-		
						2.325,00	9.225,60			
7 Outras fontes de Calor:										
	Potência (W)	Fator				Energia (kcal/h)	Energia (BTU)			
Aparelhos Elétricos	1.800,00	0,86				1.548,00	6.142,46			
Forno Elétrico		0,86				-	-			
Aparelhos de Grelhar		0,86				-	-			
Mesa Quente		0,86				-	-			
Cafeteiras		0,86				-	-			
Motores	Potência (HP)	Fator								
		645				-	-			
Alimentos por pessoa	Nº Refeições	Fator								
		16				-	-			
Iluminação Incandescente	Potência (W)	Fator								
		1				-	-			
Fluorescente	960,00	0,5				480,00	1.904,64			
						2.028,00	8.047,10			
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas										
	Área (m²)	Fator								
Portas	2,25	150				337,50	1.339,20			
						337,50	1.339,20			
9 Sub - Total						em (kcal/h)	6.653,20	26.399,90		
10 Fator Geográfico:						0,95	Referente ao índice da Região (MAPA)	em (kcal/h)	6.320,54	25.079,90
11 Carga térmica Total										
						em (kcal/h)	6.320,54			
						em (BTU/h)	25.079,90			
						em TR	2,09			
						em kW	7,35			

ANEXO 12 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 12



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410	
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO		
Tipo de Vidro C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)
	Norte	0,72	240	115	70	70,00	50,40
	Nordeste		240	95	70		-
	Leste		270	130	85		-
	Sudeste		200	85	70		-
	Sul	4,55	0	0	0		-
	Sudoeste		400	160	115		-
	Oeste		500	220	150		-
	Noroeste		350	150	95		-
							50,40
							199,99
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)							
	Área (m²)				Fator		
	Vidro Comum					50	-
	Tijolo de Vidro					25	-
3 Paredes:							
Paredes externas	Área (m²)	Construção	Construção Pesada		Fator		
orientação Sul	12,10	Leve	10		13,00	157,30	624,17
outra orientação	-	20	12		20,00	-	-
Paredes internas	Área (m²)			Fator			
Paredes (amb.f.f.ref.)	14,40			13		187,20	742,81
						344,50	1.366,98
4 Teto:							
	Área (m²)				Fator		
Em lage exposta ao Sol sem isolamento					75	-	-
Em lage com 2,5cm de isolamento ou mais					30	-	-
Entre andares					13	-	-
Sob telhado com isolamento					18	-	-
Sob telhado sem isolamento	31,05				50	1.552,50	6.160,32
						1.552,50	6.160,32
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)							
	Área (m²)				Fator		
Piso					13	-	-
						-	-
6 Número de Pessoas							
	Número				Fator		
Em atividade normal	1,00				150	150,00	595,20
Em repouso	30,00				75	2.250,00	8.928,00
Em forte atividade					750	-	-
						2.400,00	9.523,20
7 Outras fontes de Calor:							
	Potência (W)				Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)
Aparelhos Elétricos	1.600,00				0,86	1.376,00	5.459,97
Forno Elétrico					0,86	-	-
Aparelhos de Grelhar					0,86	-	-
Mesa Quente					0,86	-	-
Cafeteiras					0,86	-	-
Motores					645	-	-
Nº Refeições					Fator		
Alimentos por pessoa					16	-	-
Iluminação	Potência (W)				Fator		
Incandescente					1	-	-
Fluorescente	960,00				0,5	480,00	1.904,64
						1.856,00	7.364,61
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas							
	Área (m²)				Fator		
Portas	2,25				150	337,50	1.339,20
						337,50	1.339,20
9 Sub - Total						em (kcal/h)	6.203,40
10 Fator Geográfico:						em (kcal/h)	23.384,34
0,95 Referente ao índice da Região (MAPA)						5.893,23	23.384,34
11 Carga térmica Total						em (kcal/h)	5.893,23
						em (BTU/h)	23.384,34
						em TR	1,95
						em kW	6,85

ANEXO 13 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 13



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO					
Tipo de Vidro C C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
	Norte	4,55	240	115	70	70,00	318,50	1.263,81		
	Nordeste		240	95	70		-	-		
	Leste		270	130	85		-	-		
	Sudeste		200	85	70		-	-		
	Sul	0,72	0	0	0		-	-		
	Sudoeste		400	160	115		-	-		
	Oeste		500	220	150		-	-		
	Noroeste		350	150	95		-	-		
							318,50	1.263,81		
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)										
	Área (m²)			Fator						
Vidro Comum				50			-	-		
Tijolo de Vidro				25			-	-		
3 Paredes:										
Paredes externas	Área (m²)	Construção	Construção Pesada	Fator						
orientação Sul		Leve		13,00			-	-		
outra orientação	12,10	20	10	20,00			242,00	960,26		
Paredes internas	Área (m²)		Fator							
Paredes (amb.ñ.ref.)	14,40		13				187,20	742,81		
							429,20	1.703,07		
4 Teto:										
	Área (m²)		Fator							
Em laje exposta ao Sol sem isolamento			75				-	-		
Em laje com 2,5cm de isolamento ou mais			30				-	-		
Entre andares			13				-	-		
Sob telhado com isolamento			18				-	-		
Sob telhado sem isolamento	31,05		50				1.552,50	6.160,32		
							1.552,50	6.160,32		
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)										
	Área (m²)		Fator							
Piso			13				-	-		
6 Número de Pessoas										
	Número		Fator							
Em atividade normal	1,00		150				150,00	595,20		
Em repouso	24,00		75				1.800,00	7.142,40		
Em forte atividade			750				-	-		
							1.950,00	7.737,60		
7 Outras fontes de Calor:										
	Potência (W)		Fator				Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
Aparelhos Elétricos	1.600,00		0,86				1.376,00	5.459,97		
Forno Elétrico			0,86				-	-		
Aparelhos de Grelhar			0,86				-	-		
Mesa Quente			0,86				-	-		
Cafeteiras			0,86				-	-		
Motores	Potência (HP)		Fator							
			645				-	-		
Alimentos por pessoa	Nº Refeições		Fator							
			16				-	-		
Iluminação	Potência (W)		Fator							
Incandescente			1				-	-		
Fluorescente	960,00		0,5				480,00	1.904,64		
							1.856,00	7.364,61		
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas										
	Área (m²)		Fator							
Portas	2,25		150				337,50	1.339,20		
							337,50	1339,2		
9 Sub - Total						em (kcal/h)	6.106,20	24.229,40		
10 Fator Geográfico:						0,95	Referente ao índice da Região (MAPA)	em (kcal/h)	5.800,89	23.017,93
11 Carga térmica Total										
						em (kcal/h)		5.800,89		
						em (BTU/h)		23.017,93		
						em TR		1,92		
						em kW		6,75		

ANEXO 14 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 14



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410		
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO			
Tipo de Vidro C C C C C C C C C	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)
	Norte	0,72	240	115	70	70,00	50,40	199,99
	Nordeste		240	95	70		-	-
	Leste		270	130	85		-	-
	Sudeste		200	85	70		-	-
	Sul	4,55	0	0	0		-	-
	Sudoeste		400	160	115		-	-
	Oeste		500	220	150		-	-
	Noroeste		350	150	95		-	-
							50,40	199,99
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)								
	Área (m²)				Fator			
	Vidro Comum					50	-	-
	Tijolo de Vidro					25	-	-
3 Paredes:								
Paredes externas	Área (m²)	Construção	Construção Pesada		Fator			
orientação Sul	12,10	Leve	10		13,00	157,30	624,17	
outra orientação	18,30	20	12		20,00	366,00	1.452,29	
Paredes internas	Área (m²)			Fator				
Paredes (amb.ñ.ref.)	14,40			13		187,20	742,81	
						710,50	2.819,26	
4 Teto:								
	Área (m²)				Fator			
Em laje exposta ao Sol sem isolamento					75	-	-	
Em laje com 2,5cm de isolamento ou mais					30	-	-	
Entre andares					13	-	-	
Sob telhado com isolamento					18	-	-	
Sob telhado sem isolamento	31,05				50	1.552,50	6.160,32	
						1.552,50	6.160,32	
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)								
	Área (m²)				Fator			
Piso					13	-	-	
6 Número de Pessoas								
	Número				Fator			
Em atividade normal	1,00				150	150,00	595,20	
Em repouso	30,00				75	2.250,00	8.928,00	
Em forte atividade					750	-	-	
						2.400,00	9.523,20	
7 Outras fontes de Calor:								
	Potência (W)				Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)	
Aparelhos Elétricos	1.800,00				0,86	1.548,00	6.142,46	
Forno Elétrico					0,86	-	-	
Aparelhos de Grelhar					0,86	-	-	
Mesa Quente					0,86	-	-	
Cafeteiras					0,86	-	-	
Motores	Potência (HP)				Fator			
					645	-	-	
Alimentos por pessoa	Nº Refeições				Fator			
					16	-	-	
Iluminação	Potência (W)				Fator			
Incandescente					1	-	-	
Fluorescente	960,00				0,5	480,00	1.904,64	
						2.028,00	8.047,10	
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas								
	Área (m²)				Fator			
Portas	2,25				150	337,50	1.339,20	
						337,50	1.339,20	
9 Sub - Total						em (kcal/h)	6.741,40	26.749,88
10 Fator Geográfico:						em (kcal/h)	6.404,33	25.412,38
11 Carga térmica Total						em (kcal/h)	6.404,33	
						em (BTU/h)	25.412,38	
						em TR	2,12	
						em kW	7,45	



ANEXO 15 – RELATÓRIO DA PLANILHA DE CARGA TÉRMICA – SALA 15



CÁLCULO SIMPLIFICADO DE CARGA TÉRMICA						SEGUNDO NBR 5410				
1 Janelas: Insolação		PROTEÇÃO			CAMPOS PARA PREENCHIMENTO					
Tipo de Vidro c c c c c c c c c	Localização	Área (m²)	Sem	Com/Interna	Com/Externa	Fator	Energia (kcal/h)	Energia (BTU)		
	Norte	4,55	240	115	70	70,00	318,50	1.263,81		
	Nordeste		240	95	70		-	-		
	Leste		270	130	85		-	-		
	Sudeste		200	85	70		-	-		
	Sul	0,72	0	0	0		-	-		
	Sudoeste		400	160	115		-	-		
	Oeste		500	220	150		-	-		
	Noroeste		350	150	95		-	-		
							318,50	1.263,81		
2 Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)										
	Área (m²)	Fator								
Vidro Comum		50				-	-	-		
Tijolo de Vidro		25				-	-	-		
3 Paredes:										
Paredes externas	Área (m²)	Construção	Construção Pesada		Fator					
orientação Sul		Leve	10		13,00	-	-	-		
outra orientação	30,40	20	12		20,00	608,00	2.412,54			
Paredes internas	Área (m²)	Fator								
Paredes (amb.ñ.ref.)	14,40	13				187,20	742,81			
						795,20	3.155,35			
4 Teto:										
	Área (m²)	Fator								
Em lage exposta ao Sol sem isolamento		75				-	-	-		
Em lage com 2,5cm de isolação ou mais		30				-	-	-		
Entre andares		13				-	-	-		
Sob telhado com isolação		18				-	-	-		
Sob telhado sem isolação	31,05	50				1.552,50	6.160,32			
						1.552,50	6.160,32			
5 Piso: (exceto os diretamente sobre o solo)										
	Área (m²)	Fator								
Piso		13				-	-	-		
						-	-	-		
6 Número de Pessoas										
	Número	Fator								
Em atividade normal	1,00	150				150,00	595,20			
Em repouso	30,00	75				2.250,00	8.928,00			
Em forte atividade		750				-	-	-		
						2.400,00	9.523,20			
7 Outras fontes de Calor:										
	Potência (W)	Fator				Energia (kcal/h)	Energia (BTU)			
Aparelhos Elétricos	1.800,00	0,86				1.548,00	6.142,46			
Forno Elétrico		0,86				-	-			
Aparelhos de Grelhar		0,86				-	-			
Mesa Quente		0,86				-	-			
Cafeteiras		0,86				-	-			
Motores		Potência (HP)			Fator					
					645	-	-			
Alimentos por pessoa		Nº Refeições			Fator					
					16	-	-			
Iluminação		Potência (W)			Fator					
Incandescente					1	-	-			
Fluorescente	960,00				0,5	480,00	1.904,64			
						2.028,00	8.047,10			
8 Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas										
	Área (m²)	Fator								
Portas	2,25	150				337,50	1.339,20			
						337,50	1.339,20			
9 Sub - Total						em (kcal/h)	7.094,20	28.149,79		
10 Fator Geográfico:						0,95	Referente ao índice da Região (MAPA)	em (kcal/h)	6.739,49	26.742,30
11 Carga térmica Total						em (kcal/h)	6.739,49			
						em (BTU/h)	26.742,30			
						em TR	2,23			
						em kW	7,84			

ANEXO 16. CONTA DE ENERGIA DA UFRS - 05/2021.

1 / 3

COMPANHIA ENERGÉTICA DO RIO GRANDE DO NORTE
RUA MERMOZ, 150, BALDO,
NATAL, RIO GRANDE DO NORTE
CEP 59025-250
CNPJ 08.324.196/0001-81
INSCRIÇÃO ESTADUAL 20055199-0


COSERN
www.cosern.com.br

COSERN 116
ATENDIMENTO AO DEFICIENTE AUDITIVO OU
DE FALA: 0800 281 0142
OUVIDORIA 0800 084 0404
Agência Reguladora de Serviços Públicos do Rio Grande do Norte
ARSEP: 0800 727 0167 -LIGAÇÃO GRATUITA DE TELEFONES FIXOS
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL

NOTA FISCAL | FATURA | CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA

DADOS DO CLIENTE
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL S. A. UFRS

CNPJ: 24.529.265/0001-40

ENDEREÇO
RUA GAMALIEL MARTINS BEZERRA 1001

ALTO DA ALEGRIA/ÁREA URBANA
59515-000 ANGICOS RN

DATA DE VENCIMENTO
06/07/2021

TOTAL A PAGAR (R\$)
18.873,26

DATA DA EMISSÃO DA NOTA FISCAL
24/05/2021
DATA DA APRESENTAÇÃO
26/05/2021
NÚMERO DA NOTA FISCAL
060996505
Série: U

CONTA CONTRATO
7001552516

Nº DO CLIENTE
3000729533

Nº DA INSTALAÇÃO
2111257

CLASSIFICAÇÃO
A4 Horo-sazonal Verde
PODER PÚBLICO - FEDERAL

RESERVADO AO FISCO
2F4E.7762.393F.EB1B.4849.6FCB.176B.417C

DESCRIÇÃO DA NOTA FISCAL E INFORMAÇÕES IMPORTANTES

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO(R\$)	VALOR(R\$)
Demanda Ativa(kW)	260,0000000	27,62650446	7.182,89
Demanda Reativa Excedente.(kVAR)	0,0000000	27,62650446	0,00
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)-TUSD	2.396,5200000	1,89714507	4.546,54
Consumo Ativo Fora de Ponta(kWh)-TUSD	11.636,9400000	0,06541736	761,25
BADEIRA AMARELA			
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)-TE	2.396,5200000	0,51716707	1.239,40
Consumo Ativo Fora Ponta(kWh)-TE	11.636,9400000	0,31431991	3.657,72
Consumo Reativo Exc. Na Ponta(kVARh)	1.077,3000000	0,31384884	338,10
Consumo Reativo Exc. Fora Ponta(kVARh)	7.392,0000000	0,31384884	2.319,97
Tributo Federal			1.172,61
TOTAL DA FATURA			18.873,26

Pague suas contas em dia. Evite gastos desnecessários com multas, juros e taxas de religações. Lembramos que para sua maior comodidade e segurança, as contas de energia podem ser pagas através do Sistema de Débito Automático em Conta Corrente. Para efetuar o cadastramento neste sistema, dirija-se ao banco.

GRÁFICOS

Consumo Ativo na Ponta em kWh

Consumo Ativo Fora da Ponta em kWh

Demanda (Medida x Contratada) em kW

TARIFAS APLICADAS

Demanda Ativa(kW)	21,34700000
Demanda Reativa Excedente.(kVAR)	21,34700000
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)-TUSD	1,46592400
Consumo Ativo Fora de Ponta(kWh)-TUSD	0,05054800
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)-TE-AMARELA	0,39961500
Consumo Ativo Fora Ponta(kWh)-TE-AMARELA	0,24287500
Consumo Reativo Exc. Na Ponta(kVARh)	0,24251100
Consumo Reativo Exc. Fora Ponta(kVARh)	0,24251100

INFORMAÇÕES DE TRIBUTOS

ICMS		PIS		COFINS	
BASE DE CÁLCULO	%	BASE DE CÁLCULO PIS/COFINS	%	VALOR DO IMPOSTO	%
20.045,87	18,00	3.608,25	0,84	168,38	3,89
					779,78