CATÓLICA DE VITÓRIA
CENTRO UNIVERSITÁRIO

ARIADNE QUEIROZ PESTANA

ANÁLISE DO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE PARÂMETROS DE CONFORTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DAS SALAS DE AULA DA ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO CORONEL OLÍMPIO CUNHA

VITÓRIA

2021

ARIADNE QUEIROZ PESTANA

ANÁLISE DO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE PARÂMETROS DE CONFORTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DAS SALAS DE AULA DA ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO CORONEL OLÍMPIO CUNHA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao UNISALES - Centro Universitário Salesiano, como requisito obrigatório para obtenção do título de graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Me. Lilian Dazzi Braga Rupf

VITÓRIA

2021

ARIADNE QUEIROZ PESTANA

ANÁLISE DO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE PARÂMETROS DE CONFORTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DAS SALAS DE AULA DA ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO CORONEL OLÍMPIO CUNHA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao UNISALES - Centro Universitário Salesiano, como requisito obrigatório para obtenção do título de graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em _____ de _____ de _____, por:

_____

Profª Me. Lilian Dazzi Braga Rupf – Orientadora

_____

Profª Drª Virginia Magliano Queiroz – Unisales

_____

Profº Drº Marcos Antônio Spinassé – UFES

“*O homem* sonha e *faz planos*, *mas* quem realiza é o SENHOR”. Provérbios 19:21. A mim, por lutar pela realização do meu sonho. Meus pais, Joaquim Pestana e Maria Célia C. Queiroz Pestana, por me proporcionarem essa educação.

AGRADECIMENTOS

Toda honra e glória seja dada a Deus por cumprir esta promessa em minha vida, sem Ele não chegaria aqui. Dedico esta vitória a mim, por não ter desistido ao longo desta trajetória de dedicação, muitos foram os desafios. É preciso ousadia para enfrentar a vida e as próprias limitações. Aprendi não só sobre Arquitetura e urbanismo, mas também sobre a vida.

Agradeço, aos meus familiares e amigos por acreditaram em mim e colaboraram para efetivação do meu sonho. Aos meus pais Joaquim Pestana e Maria Célia C. Queiroz Pestana por me proporcionarem essa educação; a Shirley Marques que me apoiou, secou minhas lagrimas e que motivou a continuar nos dias mais difíceis, com palavras que acalentaram o meu coração. À minha amiga Nathalia Gratz por vivenciar essa experiência e lutar pelo nosso sonho de se tornar arquiteta e urbanista.

A minha prima-irmã Kethiele Queiroz que ouviu e me deu forças para prosseguir quando me cansei; a minha avó Olga Erlacher, tia Cacilda Erlacher e Maria do Carmo Queiroz que oraram por mim; a minha prima Magdiele Erlacher, tia Claudia Erlacher e Adilson Nepomuceno que me mostraram que eu chegaria aqui.

Aos meus amigos, pelo apoio e palavras de incentivo, me desejando carinhosamente sempre o melhor: Clara Natielly, Rizielly Pereira, Taylane Tavares, João Guilherme Vieira, Marilza Inácio, Fernanda Pereira, Hinayana Sampaio.

Aos meus mestres que desde o início me acompanharam, por compartilharem seus conhecimentos e que me marcaram como inspiração: Marcos Antônio Spinassé tão dedicado e que me apresentou a neurociência aplicada à arquitetura; Lilian Dazzi Braga Rupf minha orientadora que contribuiu grandemente em minha formação; Inah Durão da Cunha que transformou minha paixão pela história em amor; Patrick Santhiago que me presenteou com os melhores amigos, os livros; Adilson Lima, William Sales, Flávia Sales, Adriana Alvarenga que me ensinaram que ao tocar uma alma humana, devemos ser humanos. Gratidão!

“A vida é uma guerra, a começar pela luta contra nossas próprias limitações. Para chegar a alguma coisa que te proponhas é preciso primeiro a ambição e depois o talento, o conhecimento e, por fim, a oportunidade”. Carlos Ruiz Zafón

RESUMO

O presente estudo propõe a análise do ambiente de aprendizagem através de parâmetros de conforto ambiental. O objeto do estudo são as salas de aula do ensino fundamental II (6º ao 9º ano) da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha e tem como os usuários do espaço, os alunos de classe média baixa e professores. A referida escola fica localizada no bairro Santana, município de Cariacica, no estado do Espirito Santo. A qualidade da aprendizagem e arquitetura está relacionada diretamente na busca de ambientes que desenvolvam estímulos e, consequentemente resultados, ou seja, a composição dos ambientes impacta diretamente na rotina dos usuários, motivando ou não as atividades realizadas. Assim, é importante pensar formas de preservar ou potencializar o aprendizado enquanto esses espaços são utilizados, com o objetivo de trazer comportamentos positivos aos usuários.

Palavras-chaves: Conforto ambiental; ambientes de aprendizagem; qualidade do ambiente.

ABSTRACT

This study proposes an analysis of the learning environment through environmental comfort parameters. The object of the study are the classrooms of elementary education II (6th to 9th grade) of the Coronel Olímpio Cunha State Elementary and High School, and the users of the space are lower-middle class students and teachers. The school is located in the Santana district, municipality of Cariacica, in the state of Espírito Santo. The quality of learning and architecture is directly related to the search for environments that develop stimuli and, consequently, results, that is, a composition of environments directly impacts the routine of users, whether or not they motivate the activities performed. Thus, it is important to think of ways to preserve or enhance learning while these spaces are used, with the aim of bringing added users.

Keywords: Environmental comfort; learning environments; quality of the environment.

ILUSTRAÇÃO

Ilustração 1 — Croqui em vista de ventilação cruzada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha 20

Ilustração 2 — Croqui em planta baixa de ventilação cruzada 20

Ilustração 3 — Distanciamento entre lâmpadas e luminárias 23

Ilustração 4 — Layout Sugerido 25

Ilustração 5 — Layout Sugerido 26

Ilustração 6 — Layout Sugerido 27

Ilustração 7 – Dimensão sugerida da carteira dos alunos 30

Ilustração 8 – Distanciamento entre quadro e a carteira 30

Ilustração 9 — As salas de aula do ensino fundamental II da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha 31

Ilustração 10 — As salas de aula do ensino fundamental II da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha 37

Ilustração 11 — A Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha 37

Ilustração 12 — As salas de aula do ensino fundamental II da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha 38

Ilustração 13 — Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha, localizada dentro do bairro Santana — Cariacica 38

Ilustração 14 — Layout atual das salas de aula do ensino fundamental II 39

Ilustração 15 — Memoria de calculo dos materiais de absorção de acústica 40

Ilustração 16 — Croqui malha com 15 pontos 54

Ilustração 17 — Memoria de calculo de pontos da malha 55

Ilustração 18 — Esquema de iluminação atual 56

Ilustração 19 — Proposta de layout para as salas de aula do ensino fundamental II 64

Ilustração 20 — Proposta de layout alternativo para as salas de aula do ensino fundamental II 67

Ilustração 21 — Proposta de esquema de iluminação para as salas de aula do ensino fundamental II 68

Ilustração 22 — 3D da proposta para as salas de aula do ensino fundamental II 69

Ilustração 23 — 3D da proposta para as salas de aula do ensino fundamental II 69

Ilustração 24 — 3D da proposta para as salas de aula do ensino fundamental II 70

TABELA

Tabela 1 — Principais requisitos e critérios para o desempenho lumínico 23

Tabela 2 — Níveis mínimos de iluminação natural nos ambientes de aprendizagem 23

Tabela 3 — Níveis de iluminamento mínimo para iluminação artificial nos ambientes de aprendizagem 24

Tabela 4 — Níveis de iluminamento mínimo para iluminação artificial nos ambientes de aprendizagem 24

Tabela 5 — coeficiente de absorção acústica 52

Tabela 6 — Absorção Acústica dos Materiais 52

QUADROS E GRAFICOS

Quadro 1 — Quadro de analise walkthrough da sala 01 44

Quadro 2 — Quadro de analise walkthrough da sala 02 46

Quadro 3 — Quadro de analise walkthrough da sala 03 48

Quadro 4 — Quadro de analise walkthrough da sala 04 50

Quadro 5 — Quadro avaliativo critérios de Adequação/Inadequação da sala 01.... 58

Quadro 6 — Quadro avaliativo critérios de Adequação/Inadequação da sala 02.... 59

Quadro 7 — Quadro avaliativo critérios de Adequação/Inadequação da sala 03.... 61

Quadro 8 — Quadro avaliativo critérios de Adequação/Inadequação da sala 04 63

Gráfico 1 — Gráfico (Bolt Beranek and Newman) para buscarmos o TR Ótimo (500Hz) para cada atividade específica 52

LISTA DE SIGLAS

ABNT — Associação Brasileira de Normas

FNDE — Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

NBR — Norma Brasileira

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO 17

1.1 OBJETIVOS 18

1.1.1 Objetivos gerais 18

1.2 HIPOTESE 18

1.3 JUSTIFICATIVA 18

2. REFERENCIAL 19

2.1. CONFORTO AMBIENTAL 19

2.2 A SALA DE AULA VERSUS A APRENDIZAGEM 27

2.3 EFEITOS DO AMBIENTE NA APRENDIZAGEM II 28

2.4. CRITERIOS PARA PROJETO DE SALA DE AULA DO ENSINO FUNDAMENTAL II 29

2.5 CONCEITO DA NEUROCIÊNCIA APLICADA À ARQUITETURA 31

2.6 FENOMENOLOGIA NA ARQUITETURA 33

3. METODOLOGIA 36

3.1. DELINEAMENTO DO ESTUDO 36

3.1.2. OBJETO 36

3.2.1 Quanto à abordagem 40

3.2.2 Quanto à finalidade 41

3.2.3 Quanto aos procedimentos adotados para a coleta de dados 41

3.2.4 QUADRO DE FICHA TÉCNICA 42

3.2.5 QUADRO DE ANALISE WALKTHROUGH 42

3.3. RESTRIÇÕES DO OBJETO E O PROCESSO 56

4. RESULTADO E DISCUSSÃO DA PESQUISA 57

5. PROPOSTA PARA AS SALAS DE AULA DO ENSINO FUNDAMENTAL II DA REFERIDA ESCOLA 66

6 . CONCLUSÃO 71

REFERÊNCIAS 72

APÊNDICES 75

APÊNDICE A – Implantação da escola e planta baixa 76

APÊNDICE B – Proposta de Layout 1 e Proposta de Layout 2 77

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo trabalho tem como escopo análise do ambiente de aprendizagem através de parâmetros de conforto ambiental, diagnosticando aspectos que podem influenciar na qualidade do aprendizado em sala de aula.

Objeto de estudo são as salas de aula do ensino fundamental II, da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio: Coronel Olímpio Cunha, é importante salientar que a referida escola é da rede pública e localizada no bairro Santana, município de Cariacica, no estado do Espirito Santo, tendo em vista como público alvo os alunos com idades aproximadamente de 11 aos 15 anos e professores.

Entretanto, para aferir o conforto ambiental das salas de aula da referida escola fez-se necessárias visitas técnicas a escola, para aferir o conforto ambiental e critérios usados para avaliação dos dados levantados do objeto de estudo.

Neste sentido busca-se estabelecer a ligação sobre o conforto ambiental, sobretudo à contribuição para a existência humana, ao que se refere às demandas de aprendizagem, ou seja, o espaço edificado versus aluno. O cérebro é remodelado pelos ambientes, [...] suscitando uma aproximação intensa entre os espaços projetados e o cérebro e comportamento humanos (PAULA, 2019).

A qualidade da aprendizagem e arquitetura está relacionada diretamente na busca de ambientes que desenvolvam estímulos e, consequentemente resultados, ou seja, a composição dos ambientes impacta diretamente na rotina dos usuários, motivando ou não as atividades realizadas.

Por exemplo, as salas de aulas amplas em escolas, que favoreçam a entrada de luz e circulação, são fonte de estímulo, foco e concentração. É importante pensar nas formas de preservar ou potencializar o aprendizado enquanto esses espaços são utilizados, com o objetivo de trazer comportamentos positivos aos usuários.

Assim, fomenta-se uma reflexão para que os ambientes de aprendizagem sejam projetados de acordo com as necessidades humanas dos alunos e professores da referida escola, para que se tenha um ambiente agradável, produtivo e que favoreça o trabalho dos professores e a aprendizagem dos alunos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos gerais

Este estudo tem como objetivo geral avaliar as salas de aula do ensino fundamental II, da escola Coronel Olímpio Cunha, através de parâmetros ligados ao conforto ambiental e diagnosticar aspectos que podem influenciar na qualidade do aprendizado. Para tal entendimento, é proposto os seguintes objetivos específicos:

- Identificar critérios arquitetônicos que possam influenciar o desempenho do espaço da sala de aula, através de estudo de referências bibliográficas e normativas;
- Realizar medições nas salas de aula do ensino fundamental II, quanto ao conforto ambiental;
- Avaliar e propor diretrizes para melhoria das salas de aulas do ensino fundamental II, da referida escola.

1.2 HIPOTESE

É possível identificar e incorporar nas soluções de projeto aspectos do ambiente físico que podem influenciar a qualidade da aprendizagem nas salas de aula.

1.3 JUSTIFICATIVA

Observa-se que há muito que se pesquisar ao que se refere aos efeitos do ambiente físico sobre a aprendizagem. Assim, essa pesquisa visa analisar o ambiente de aprendizagem através de parâmetros de conforto ambiental, através do estudo de caso das salas de aula do ensino fundamental II, da escola Coronel Olímpio Cunha.

2. REFERENCIAL

2.1. CONFORTO AMBIENTAL

O conforto ambiental compreende o conforto térmico, acústico e lumínico, são aspectos de extrema importância quando nos referimos aos ambientes de aprendizagem, uma vez que uma sala de aula onde o aluno sente frio ou calor, com iluminação ineficiente, excesso de ruídos e falta de ergonomia é mais difícil de aprender algo novo.

Com incômodos constantes do ambiente físico o cérebro não se sente à vontade para que possa livremente apreender os conteúdos que são expostos e as realidades que precisa refletir. Em relação ao conforto térmico, é de se destacar que:

> *o conforto térmico é uma condição da mente que expressa a satisfação do indivíduo com o ambiente térmico. Nesse sentido as trocas térmicas que dependem de vários fatores, sejam eles ambientais e/ou pessoais, comandados por processos físicos (SANTOS et a.l, 2008. p.78).*

O conforto térmico ideal é aquele em que usuário do ambiente não sinta frio e nem calor. Entretanto, o conforto térmico é uma das problemáticas das escolas do Brasil, uma vez que é um país com clima tropical, tendo como as características mais marcantes: o verão chuvoso e com altas temperaturas e inverno seco. Busca-se desempenho sem o uso de condicionamento térmico, conforme a ABNT NBR 15575-1.

Considera-se o parâmetro de OChoa *et al.,* (2012), a temperatura entre 18 ° C e 29 ° C, como um conforto térmico adequado para que, do ponto de vista cognitivo se possa aprender com qualidade.

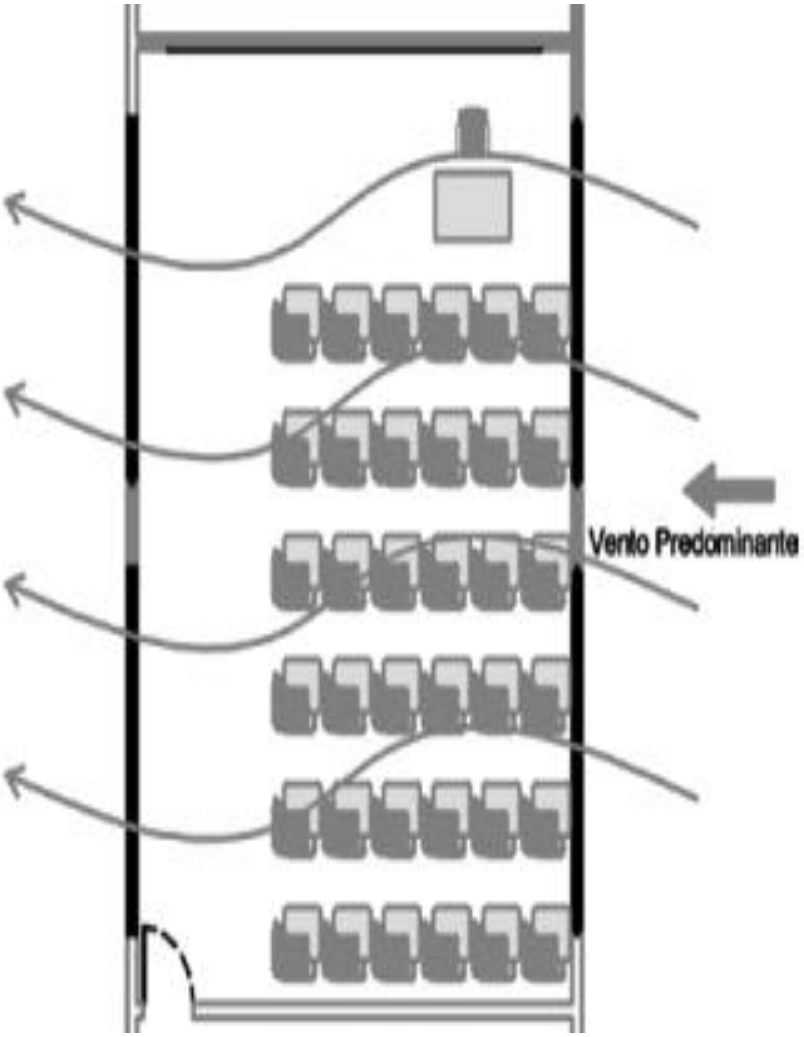
Esses estudos são de extrema importância para mensurar o nível de conforto térmico de uma sala de aula, pois o clima externo deve corroborar um equilíbrio interno, que seja frutuoso e capaz de elucidar de forma harmônica a relação existente entre conhecimento e ambiente.

Ao pensar na perspectiva de escolas públicas, por exemplo, deve-se romper com a mentalidade de que, colocar ar-condicionado em salas de aula é proporcionar aos estudantes algum “luxo”. Ao contrário, a depender das condições térmicas regionais, aquilo se mostra uma necessidade educacional.

Uma ação de política pública diretamente ligada a melhor aprendizagem dos alunos. Outra forma de se obter a ventilação natural é através da ventilação por convecção, no qual, o ar se renova, de acordo com o posicionamento das aberturas. Por exemplo, aberturas em diferentes alturas, as janelas mais baixas permitem a entrada de ar fresco, enquanto que as mais altas permitem a saída do ar.

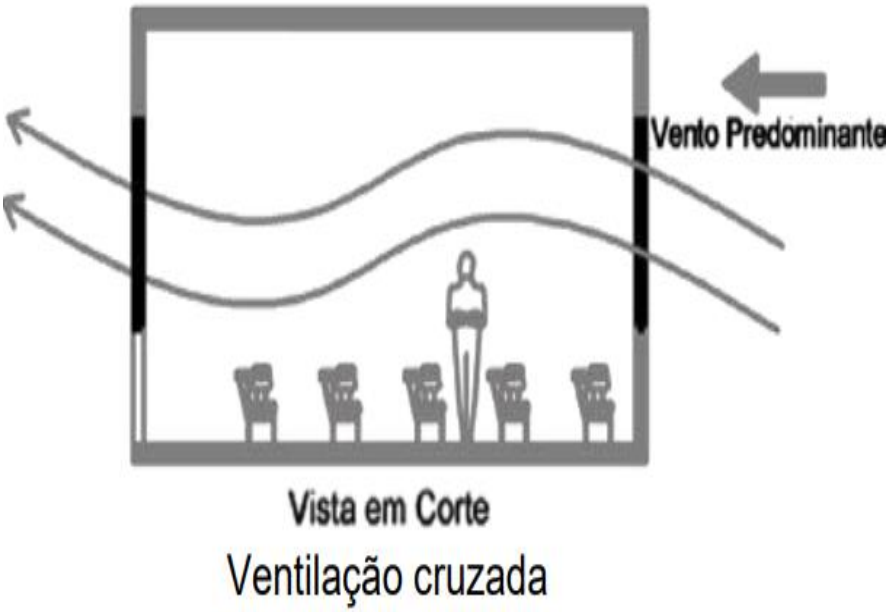
A ventilação por convecção acontece devido o ar quente tende a subir e o ar frio tende a descer. Entretanto, aberturas em frente às outras faz a ventilação cruzada e promove a renovação do ar no ambiente.

Ilustração 1 — Croqui em vista de ventilação cruzada na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha.



Fonte: Fundação Universidade Federal do Tocantins. Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016.

Ilustração 2 — Croqui em planta baixa de ventilação cruzada.



Fonte: Fundação Universidade Federal do Tocantins. Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016.

A acústica em ambientes escolares deve ser uma das diretrizes mais importantes, pois influencia diretamente no estado mental dos professores e alunos e, consequentemente na capacidade cognitiva. No qual, têm como critério a compreensão da fala, restringir os ruídos dentro do ambiente, etc. Do ponto de vista da acústica adequada de uma sala de aula, é de se mencionar que:

> *O ruído em salas de aula é um tema muito discutido atualmente devido aos riscos à saúde e às interferências que ele pode causar nas atividades escolares. [...] Entre os podemos citar prejuízos físicos, emocionais e educacionais. Que podem causar cansaço, esforço maior para concentração, perda de parte do conteúdo ensinado, esforço vocal e ininteligibilidade de fala (RABELO et al., 2014. p. 361).*

Com efeito, prossegue-se a análise da pesquisa de Ochoa et al (2012. p. 107) de uma sala de aula com problemas de acústica na qual se observam alguns fatores pertinentes ao presente estudo.

Ora, reverberação corresponde à persistência de um som depois de extinta sua emissão, na psicoacústica e acústica, cuida-se de efeito gerado por ondas sonoras estando às mesmas refletidas de forma reiterativa. É importante ressaltar que os materiais da sala influenciam diretamente no Tempo de Reverberação (TR), pois quanto mais absorventes forem, menor será o tempo em que o som permanecerá no

ambiente; Se o Tempo de Reverberação (TR) for muito longo, haverá sobreposição de sons e consequentemente, dificultará a sua inteligibilidade; Se o som desaparecer imediatamente após sua emissão, sua percepção se tornará difícil em pontos afastados da fonte.

É importantíssimo saber a proposta do ambiente e fazer a gestão dos ruídos, uma vez que os funcionários das instituições de ensino que frequentemente sofrem com esse fator:

> *Os dados ora apresentados apontam para a importância de um bom projeto acústico para que, juntos, possam desenvolver e implementar ações capazes de melhorar os níveis de ruído, proporcionando conforto acústico e bem-estar no ambiente escolar. O processo pela busca por soluções se mostrou promissor. (BITAR et a.l, 2018. s.p).*

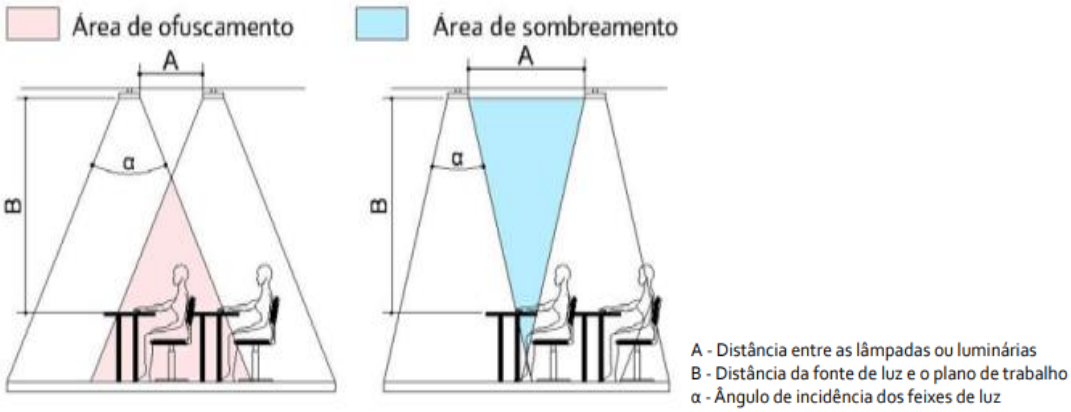
Portanto, o Tempo de Reverberação (TR) é o tempo que o som permanece no ambiente a partir do instante em que a fonte termina de emitir o som. E o Tempo de Reverberação Ideal varia em função do volume da sala, do tipo de atividade a que ela se destina e dos coeficientes de absorção dos materiais presentes no ambiente.

O conforto luminoso seja ele natural ou artificial, precisam ser aptos para o desenvolvimento das atividades pelo quais foram projetadas. Deste modo, as salas de aulas devem ser propicias para o desenvolvimento de atividades de aprendizagem. Passa-se então à análise da perspectiva luminosa. “A arquitetura e luz estão estreitamente ligadas desde os primórdios. A luz primitiva, além de iluminar e aquecer trazia significados transcendentes e sobrenaturais”. (CANGUSSU, 2019. p. 85).

Essa reflexão destaca-se que a luz natural é importante não só culturalmente, mas dentro dos ambientes necessita ser a principal fonte de luz diuturnamente. As luzes artificiais devem ter função subsidiária. Nesse aspecto, frisa-se o papel de uma boa projeção luminosa numa sala de aula. Deve-se estar atento para que a luz favoreça a cognição, uma boa abertura e localização para a entrada de luz natural é fundamental.

Além disso, disposição de luzes artificiais de qualidade e acuradamente pensadas são também essenciais. Deve-se pensar isso tanto para estudantes daquele ambiente do período matutino, vespertino ou noturno. Para tanto, uma análise da orientação solar, inclusive no curso do ano e das estações.

Ilustração 3 — Distanciamento entre lâmpadas e luminárias.



Fonte: Fundação Universidade Federal do Tocantins. Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016.

Desse modo, tudo deve ser objeto de avaliação, inclusive os meios que se utiliza para ministrar as aulas. Projetores e excessiva luz natural, por exemplo, não combinam. Isso porque resta dificultada a visualização, o que faz com que os alunos tenham que forçar visão, tornando a atividade de aprendizagem e atenção cansativa e capaz de acarretar problemas de saúde aos usuários. Abaixo apresentamos a tabela resumo com os principais requisitos e critérios aplicáveis:

Tabela 1 — Principais requisitos e critérios para o desempenho luminoso.

REQUISITO	CRITÉRIO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO AO CRITÉRIO
1 - Iluminação natural	Níveis mínimos de iluminação natural	Previsão e análise de projeto do atendimento aos níveis mínimos estabelecidos. Contando unicamente com iluminação natural, os níveis gerais de iluminamento nas diferentes dependências da edificação escolar devem atender ao disposto na Tabela 1.
2 - Iluminação artificial	Níveis mínimos de iluminação artificial	Previsão e análise de projeto do atendimento aos níveis mínimos estabelecidos. Os níveis mínimos de iluminação promovidos nos diferentes ambientes

Fonte: FNDE. Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental, p. 28.

Tabela 2 — Níveis mínimos de iluminação natural nos ambientes de aprendizagem.

Conjunto funcional		Iluminação natural (relação mínima entre área de esquadrias externas que proporcionam iluminação efetiva e área de piso do ambiente)
Ambientes de aprendizagem	Salas de aula	1/5
	Sala multiuso – artes plásticas	1/5
	Sala multiuso - Multimeios	1/5
	Sala Multiuso – Dança, Teatro, Jogos	1/5
	Laboratório de Informática	1/5

Fonte: FNDE. Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental, p. 29.

Tabela 3 — Níveis de iluminamento mínimo para iluminação artificial nos ambientes de aprendizagem.

Conjunto funcional		Nível de iluminamento
Ambientes de aprendizagem	Salas de aula	500
	Sala multiuso – artes plásticas	500
	Sala multiuso - Multimeios	500
	Sala Multiuso – Dança, Teatro, Jogos	300
	Laboratório de Informática	500
	Sala de educação à distância (EAD)	500
	Biblioteca / sala de leitura	500
	Sala de recursos multifuncionais	500

Fonte: FNDE. Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental, p. 31.

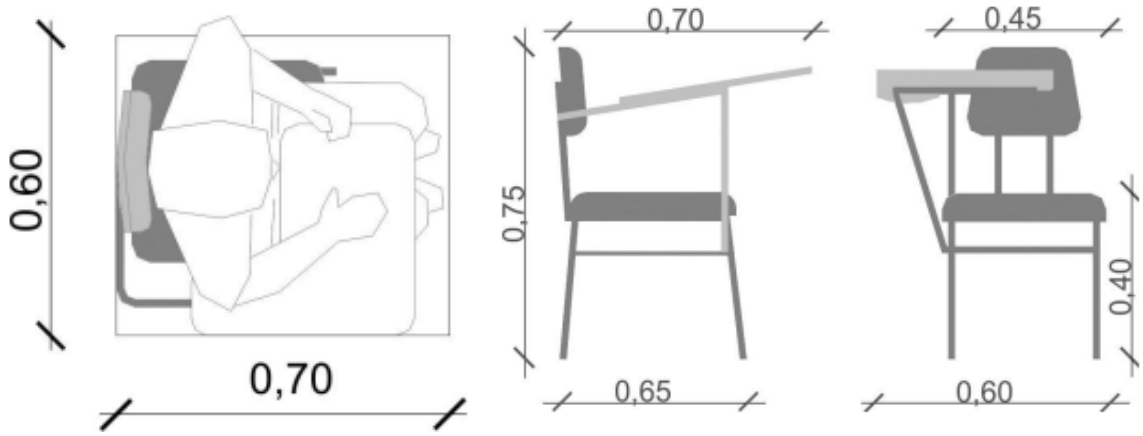
Tabela 4 — Níveis de iluminamento mínimo para iluminação artificial nos ambientes de aprendizagem.

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	$\overline{E}_m$ lux	UGR_L	R_a	Observações
Sala de leitura	500	19	80	Recomenda-se que a iluminação seja controlável.
Quadro negro	500	19	80	Prevenir reflexões especulares.
Mesa de demonstração	500	19	80	Em salas de leitura 750 lux.
Salas de arte e artesanato	500	19	80	
Salas de arte em escolas de arte	750	19	90	T_{cp} > 5 000 K.
Salas de desenho técnico	750	16	80	
Salas de aplicação e laboratórios	500	19	80	

Fonte: ABNT-NBR ISSO/CIE 8995- 8995-1:2013.

A ergonomia é de suma importância em um ambiente de estudo, principalmente nas salas de aula, que devem ser funcionais, agradáveis e confortáveis. Sendo assim, é necessário levar em consideração o as condições ergonômicas, acessíveis, mobilidade, etc. A dimensão sugerida para a carteira dos alunos é 60 x 70 cm, visto que não há uma dimensão especifica (ALVES et al., 2016, p. 38).

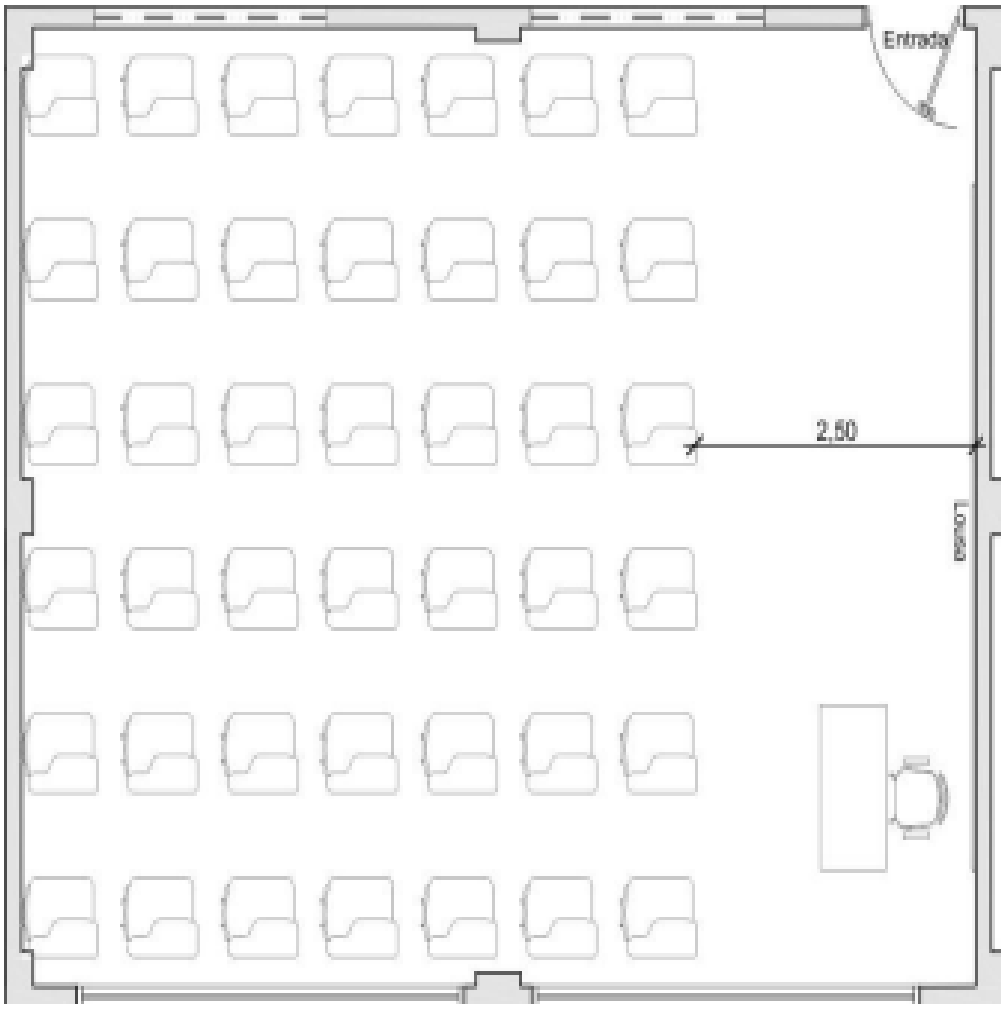
Ilustração 4 – Dimensão sugerida da carteira dos alunos.



Fonte: Fundação Universidade Federal do Tocantins. Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016.

Um ambiente didático qualificado deve garantir a acomodação dos alunos durante o aprendizado e assim, devem apresentar áreas mínimas de circulação, que são propiciadas pela correta disposição do mobiliário. É recomendável distância de 2,50 cm entre o quadro branco e a primeira carteira do aluno (ALVES et al., 2016, p. 6).

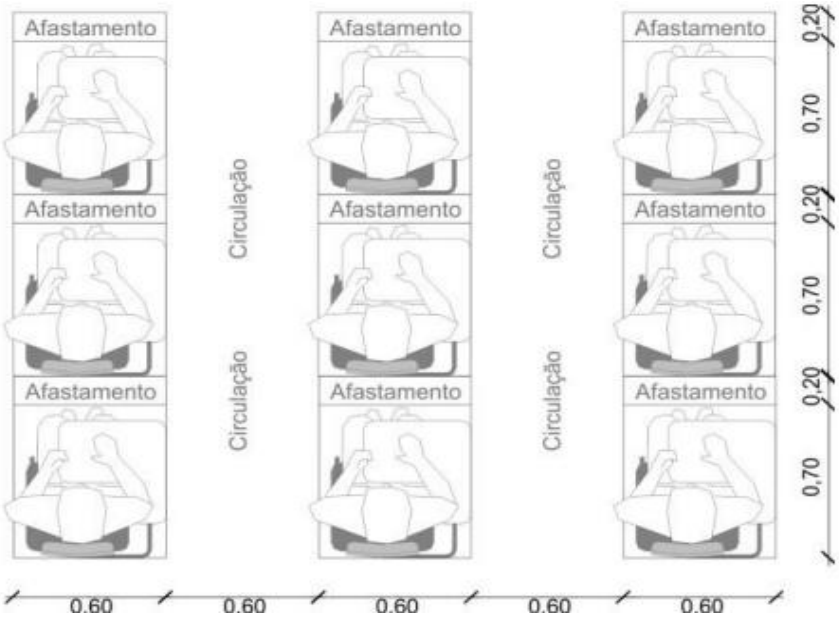
Ilustração 5 – Distanciamento entre quadro e a carteira.



Fonte: Fundação Universidade Federal do Tocantins. Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016.

As carteiras dos alunos enfileiradas devem ter distância mínima entre elas de 0,20cm e nos corredores com a distância mínima de 0,60 cm entre carteiras dos alunos distancia ideal de 1,50 cm para corredor acessível aos deficientes físicos. (ALVES et al., 2011, p. 5)

Ilustração 6 – Afastamentos mínimos



Fonte: Fundação Universidade Federal do Tocantins. Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016.

2.2 A SALA DE AULA VERSUS A APRENDIZAGEM

O espaço escolar enquanto objeto de estudo da arquitetura é fundamental, pois se trata de um lugar que faz parte da vida de praticamente todos os seres humanos e no qual acontece um dos elementos mais importantes da vida: a aprendizagem.

Isso porquanto, (TEIXEIRA, 1934) diz que já muito se diz no Brasil, existe uma relação de causa e efeito, meios e fins, entre o prédio e a instalação escolar e a finalidade precípua da educação. Pela edificação do ambiente escolar que se pode conhecer o autêntico programa de ensino de uma localidade e não pelas leis e regulamentos. Evidentemente, depois do prédio, há o problema do professor, mas esse não pode ser resolvido sem aquele.

Assim, é de se vislumbrar que não se está falando só de um problema de arquitetura, mas que emana para uma dimensão pedagógica. Isso resguarda ressonância com o que se dizia há pouco do “design” centrado na pessoa, no

usuário daquele espaço e todo o seu contexto: pensamentos, emoções, anseios, necessidades.

A função precípua de qualquer edificação (não só escolar) é viabilizar conforto, proteção e acolhimento aos seus usuários. Tal harmonia ambiental erigida pode ser alcançada por uma análise acurada e estratégica que se valha de aspectos oriundos das neurociências.

Desse modo, há de se pensar o que facilita para que o cérebro aprenda, retenha conteúdos, seja mais criativo e possa ter capacidade de se expressar na vida de forma autêntica, ética e transformadora (OCHOA, 2012).

Aprender não é visto mais como ser objeto receptor de informações, mas há uma postura cognitiva ativa do aluno que é sujeito de suas percepções e itinerário formativo. Mas, para tanto, urge que ele tenha um ambiente profícuo para que se desenvolva essa aprendizagem. É necessário que a estrutura, ventilação, acústica, conforto térmico sejam adequados para que esse exercício proativo e dinâmico de aprender tenha ainda mais resultados.

2.3 EFEITOS DO AMBIENTE NA APRENDIZAGEM

O ambiente físico dos ambientes de aprendizagem, como as escolas, têm grande influencia no desenvolvimento do aluno. Segundo o Dicionário Aurélio (1999, p.117) a palavra ambiente é de origem latina, que significa “aquilo que cerca ou envolve os seres vivos ou as coisas; por todos os lados; é o conjunto de condições materiais e morais que envolvem alguém” e é conceitualizada por um conjunto de condições que o ser humano integra e é parte dele.

Sendo assim, o desempenho desse conjunto determina a qualidade da capacidade cognitiva do aluno, ou seja, de forma positiva ou negativa. Para Makarenko (1981), não é o educador que educa, mas sim o ambiente, por isso é necessário que o ambiente seja acolhedor, propício e favorável ao aprendizado e desenvolvimento. Deste modo, observa-se o quanto o ambiente físico influência diretamente na aprendizagem do aluno.

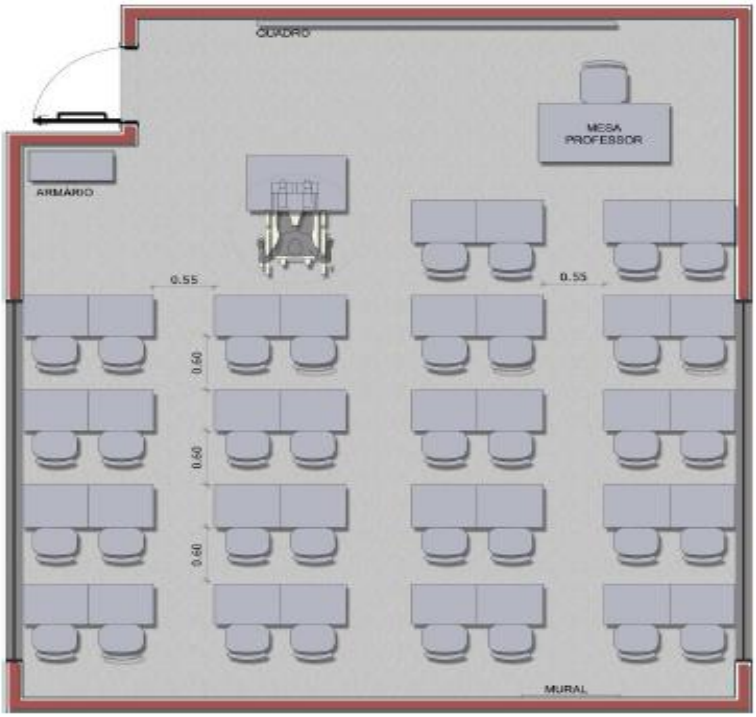
2.4. CRITERIOS PARA PROJETO DE SALA DE AULA DO ENSINO FUNDAMENTAL II

Na revisão bibliográfica, do Manual de orientações técnicas volume 03, foi possível elencar critérios para projetos de sala de aula do ensino fundamental II, que sejam capazes de proporcionar qualidade de aprendizagem para os alunos.

Vale ressaltar que as salas de aula devem apresentar condições adequadas as instalações, com objetivo de obter maior racionalidade funcionamento construtivos e pouco impacto ambiental. Tendo em vista o conforto ambiental, os materiais utilizados no interior da edificação, o mobiliário e layout, etc. Segue algumas premissas para salas de aula com bom desempenho a aprendizagem do aluno:

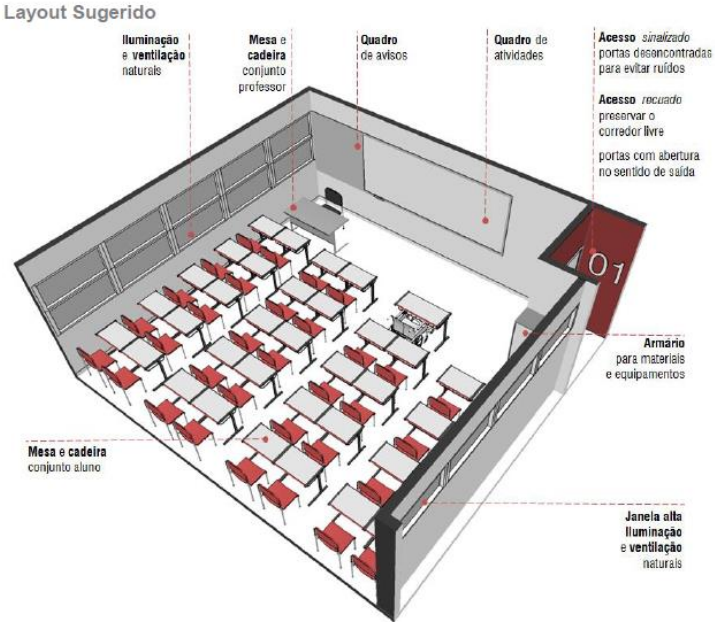
1. Qualidade do ar através da circulação de ar natural ou com elementos artificias (ventilador ou ar-condicionado) onde o aluno não sinta frio e nem calor;
2. Bom desempenho acústico por meio de vedações das esquadrias por caixilhos para que os ruídos não atrapalhem a concentração nas atividades;
3. Cortinas nas janelas para favorecer a exposição de conteúdos por Datashow;
4. Iluminação eficiente (podendo ser natural ou artificial neutra) propicia para leitura e desenvolvimento de suas atividades, no mínimo 500 lux sobre as bancadas de trabalho;
5. Os mobiliários resistentes, ergonômicos e ajustáveis as necessidades dos alunos;
6. Layout organizado e funcional, para tornar o ambiente mais acessível e prático para os alunos e professores, favorecendo na locomoção e identificação do espaço;
7. Piso antiderrapante;
8. Paredes claras;
9. Interruptores individuais para as lâmpadas e ventiladores da sala e próximos a abertura das salas de aula;
10. Distancia mínima entre carteiras dos estudantes de 50 cm e distância mínima entre quadro branco a primeira carteira com 2,50m;

Ilustração 7 — Layout Sugerido.



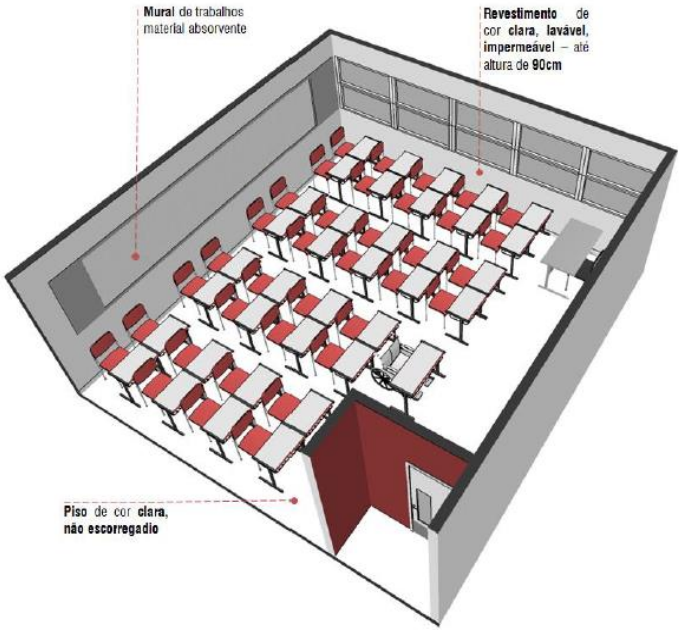
Fonte: FNDE. Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental, p. 84.

Ilustração 8 — Layout Sugerido.



Fonte: FNDE. Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental, p. 84.

Ilustração 9— Layout Sugerido.



Fonte: FNDE. Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental, p. 84.

2.5 CONCEITO DA NEUROCIÊNCIA APLICADA À ARQUITETURA

Os tecidos e órgãos humanos são constituídos por células, as funções que resguardam certa especialidade e o modo como elas interagem determinam a atuação dos órgãos (BEAR, 2017).

Nessa perspectiva, entender a base biológica da consciência e dos processos encefálicos pelos quais o ser humano consegue sentir, agir, aprender, lembrar. No curso dos últimos anos, uma evidente unificação dentro das ciências biológicas fomentou a construção de um cenário para a elaboração desses desafios (KANDEL, 2014).

A neurociência trata-se do campo cientifico que estuda o sistema nervoso, no qual, constatou que o corpo e a mente estão intimamente ligados e processados pelo encéfalo. Processos encefálicos constituem não somente os comportamentos motores (caminhar, comer), porém englobam também atos e comportamentos cognitivos como pensamento, linguagem, capacidade artística (KANDEL, 2014).

É importante destacar que é uma discussão completa, devido ser um estudo amplo e que envolve a compreensão não somente do comportamento humano, mas do sistema nervoso e as demais funcionalidade do corpo que são essenciais para introduzir a abrangência do tema, convêm conceituar o que seriam as neurociências. Sobre isso, disserta Gosch (2020. p. 7):

> *A neurociência que estuda o sistema nervoso nos mais diversos níveis de complexidade, buscando abranger as suas funções na íntegra, bem como suas relações com as funções orgânicas, desde a célula até o corpo como um todo e com o comportamento humano.*

Nesse diapasão, mostra-se um campo de conhecimento e estudo muito amplo, porquanto envolve a compreensão do sistema nervoso em suas minúcias e correlações com as demais funcionalidades do corpo (GOSCH, 2020).

Isto posto, analisar a mente humana e suas conexões é um desafio. Soma-se a isso, a avaliação do quanto os componentes externos podem influenciar no trabalho do cérebro, positiva ou negativamente. Assim, o condicionamento ambiental viabiliza uma análise neurocientífica da arquitetura.

A neurociência aplicada à arquitetura pode ser definida como o impacto que o ambiente físico pode causar no cérebro e a transformação derivada desse processo. O ambiente construído é capaz de impactar inconscientemente o cérebro, viabilizando uma mudança de comportamento (PAULA, 2019).

Prosseguem os autores (Paula, 2019. p. 114):

> *O termo ciência aplicada a arquitetura é novo no Brasil, porém com mais de 10 anos de estudos no Estados Unidos da América (EUA). Essa é uma ciência que justifica o real impacto do ambiente no cérebro, abordada principalmente por neurocientistas que desenvolvem tecnologias de realidade virtual, com foco nos estímulos sensoriais provocados pelos sentidos. Existem tipos de instrumentos distintos que auxiliam nesse trabalho de forma a mensurar o cérebro humano.*

É oportuno citar os dizeres de Braz (2019. s.p) que esta linha de raciocino é bastante aproveitada pelo mundo dos negócios, visto que uma loja dialoga com seu público, o que lhes favorece com relação ao consumo do produto. Já que a atmosfera começa com as decisões arquitetônicas que influenciam o cérebro do homem.

Vale ressaltar que um projeto de um determinado ambiente deve ser centrado em sua finalidade e nos usuários, para que se criem ambientes funcionais. Por exemplo,

para melhor controle dos usuários, as escolas, hospitais, hotéis e presídios seguem basicamente um mesmo padrão: um corredor central que acessa as salas de aula, os quartos ou celas.

Um ambiente adequado a sua função tende a criar indivíduos mais produtivos. Sendo assim, ao construir ambientes onde os estímulos adequados ajudem as pessoas que ali frequentem a encontrarem descanso mental necessário para com serenidade realizar suas tarefas.

Nessa esteira, mostram-se que é possível projetar hospitais com atmosferas mais agradáveis, que relaxem pacientes. Escolas que fomentem a criatividade, a inovação, o trabalho em equipe. Igualmente, pode-se criar residências aconchegantes, que ajudem no cotidiano, relaxamento e bem-estar (BRAZ, 2019).

Desse modo, conectar o ser humano à natureza é uma tônica desafiadora da neurociência aplicada à arquitetura em tempos tão urbanos. Ocorre que isso é extremamente saudável para o corpo e para o cérebro.

2.6 FENOMENOLOGIA NA ARQUITETURA

O estudo de caso das salas de aula do ensino fundamental II (6º ao 9º ano) da Escola Estadual de Ensino Fundamental Coronel Olímpio Cunha recai na fenomenologia da arquitetura, que é o estudo filosófico da arquitetura. Importa elucidar o significado de fenomenologia:

> O termo fenomenologia significa estudo dos fenômenos, daquilo que aparece à consciência, daquilo que é dado, buscando explorá-lo. A própria coisa que se percebe, em que se pensa, de que se fala, tanto sobre o laço que une o fenômeno com o ser de que é fenômeno, como sobre o laço que o une com o Eu para quem é fenômeno (SILVA et al., 2006. p. 255).

Com efeito, compreende-se fenomenologia da arquitetura enquanto um aspecto filosófico que pesquisa a experiência do espaço construído enquanto abreviação da fenomenologia arquitetônica (HISOUR, 2021).

Nesse sentido, de estudo dos fenômenos compreende-se pelo que ocorre e é pesquisado em determinado espaço a perspectiva existencialista do filósofo Martin Heiddeger ajuda a situar o ser humano com suas interações para com o mundo,

fomentando uma perspectiva na qual o ser se projeta no espaço e no tempo e tudo que lhe rodeia forma, de certa maneira, um todo. Desse modo, o mundo enquanto morada, enquanto espaço onde se situa e se desdobra o fenômeno da existência, faz pensar o papel filosófico da arquitetura.

Nessa dimensão, habitar é uma realidade de sentido não conceitual, mas ligado a uma perspectiva prática, dimensão fundamental da existência. A casa é seguramente o aspecto mais patente onde acontece o fenômeno de circunvisão da categoria principal de ser e tempo. O mundo do cotidiano é o horizonte de desdobramento de tarefas da existência e o conjunto de referências que resguardam articulação entre si (FURTADO, 2005).

O espaço, então, tem sentido muito mais profundo do que se imagina. Nele se concretiza a existência humana e toda complexidade das experiências humanas. De fato, as determinações da existência correspondem à todas modalidades de relações com os outros e o mundo que dependem, por seu turno, de determinações históricas e sociais que nós não escolhemos (classe social, família, país de origem etc.). Assim, habitar no mundo significa se apossar da própria existência (FURTADO, 2005).

O design centrado na pessoa é uma perspectiva importante para esse contexto. Mais restrito ao âmbito do desenvolvimento de tecnologias, tem também aplicação no campo arquitetônico.

Trata-se de uma abordagem que se difundiu nos Estados Unidos enquanto user-centered design. Foi usada por Donald Norman. Tal contribuição é relevante a medida que aqueles que projetam edificações e designs nem sempre são capazes de compreender o contexto dos usuários. Trata-se de metodologia no qual as necessidades, anseios, metas e êxito do usuário final são considerados ao se pensar na projeção das realidades (PAGNAN, 2019).

Nessa dimensão, é justamente relacionar o projetar à existência, retirando o distanciamento que existe entre ambas. Observando tudo como parte de um fenômeno. O papel dos seres humanos no trabalho de design é central e por isso o termo centrado no ser humano seria mais conveniente para não reduzir questões complexas somente a uma perspectiva de usabilidade.

São princípios do designer centrado no ser humano: ele deve ser intuitivo, deve garantir ao usuário aprendizado e uso satisfatório, deve construir modelos conceituais coerentes, usando o conhecimento do mundo e conhecimento pessoal que os usuários têm. Acaba sendo bastante proveitoso simplificar tarefas, manutenção do usuário no controle. Igualmente, os projetos precisam explorar limites naturais e artificiais (PAGNAN, 2019).

Tudo isso corrobora a ideia de fenomenologia, de pensar o espaço construído enquanto a morada na qual o ser se lança na existência, na concretude da vida. Por isso, pensar esses aspectos nas contribuições que se pode realizar no ambiente de uma sala de aula é fundamental, por exemplo. É o que será a seguir objeto da pesquisa.

3. METODOLOGIA

3.1. DELINEAMENTO DO ESTUDO

Neste capítulo será apresentado o objeto de estudo, ou seja, as salas de aula do ensino fundamental II da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha.

E, posteriormente será descrito os critérios utilizados para a avaliação e a respeito da abordagem e a finalidade. Os métodos utilizados para coleta de dados que são:

- Ficha técnica e Quadro de Analise Walkthrough com informações das visitas técnicas;
- Quadro de analise critica com os critérios de avaliação que foram estabelecidos e embasados no Manual de orientações técnicas - elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental, volume 03 para avaliar as salas de aula;
- E por ultimo, as restrições que foram encontradas ao longo da pesquisa.

3.2 OBJETO

O objeto do estudo são as salas de aula do ensino fundamental II (6º ao 9º ano) da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha, no qual, no ano de 2021, atendeu cerca de 240 alunos regulares nos turnos matutino e vespertino, ou seja, são aproximadamente de 30 alunos por sala, no pavimento térreo.

Sendo assim, é importante salientar que a referida escola é da rede pública e tem como usuários do espaço, os alunos de classe média baixa e professores. A Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio: Coronel Olímpio Cunha, que fica localizada no bairro Santana, município de Cariacica, no estado do Espirito Santo.

Ilustração 10 — As salas de aula do ensino fundamental II da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha.

Fonte: Acervo próprio, jul. 2021.

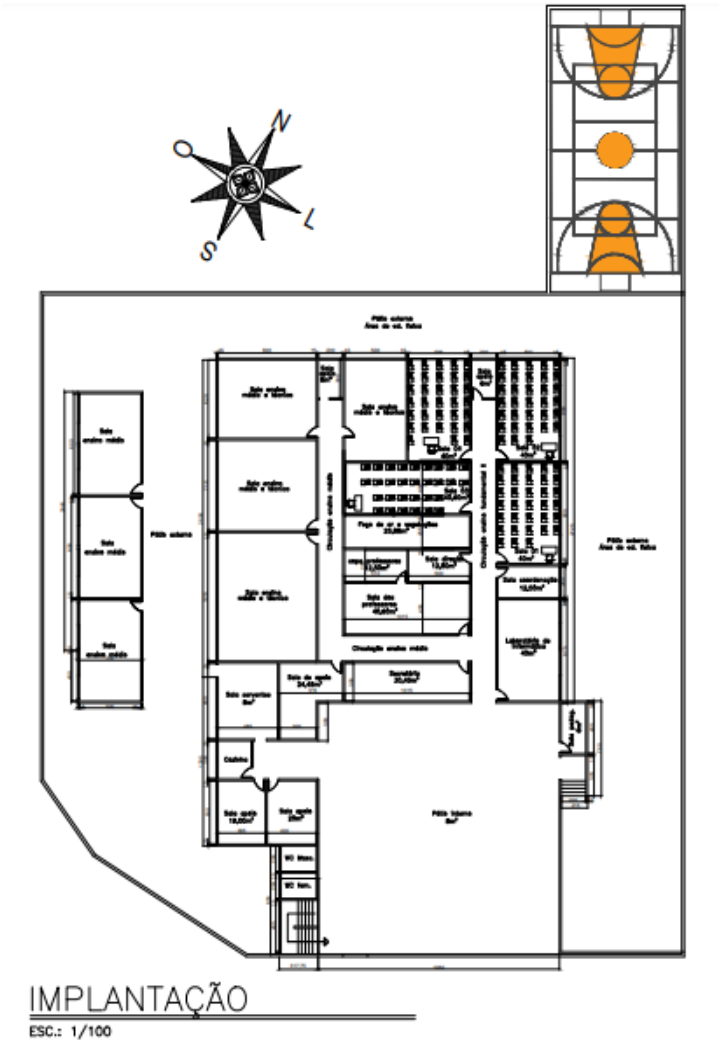
Ilustração 11 — As salas de aula do ensino fundamental II da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha.

Fonte: Acervo próprio, jul. 2021.

Ilustração 12 — A Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha.

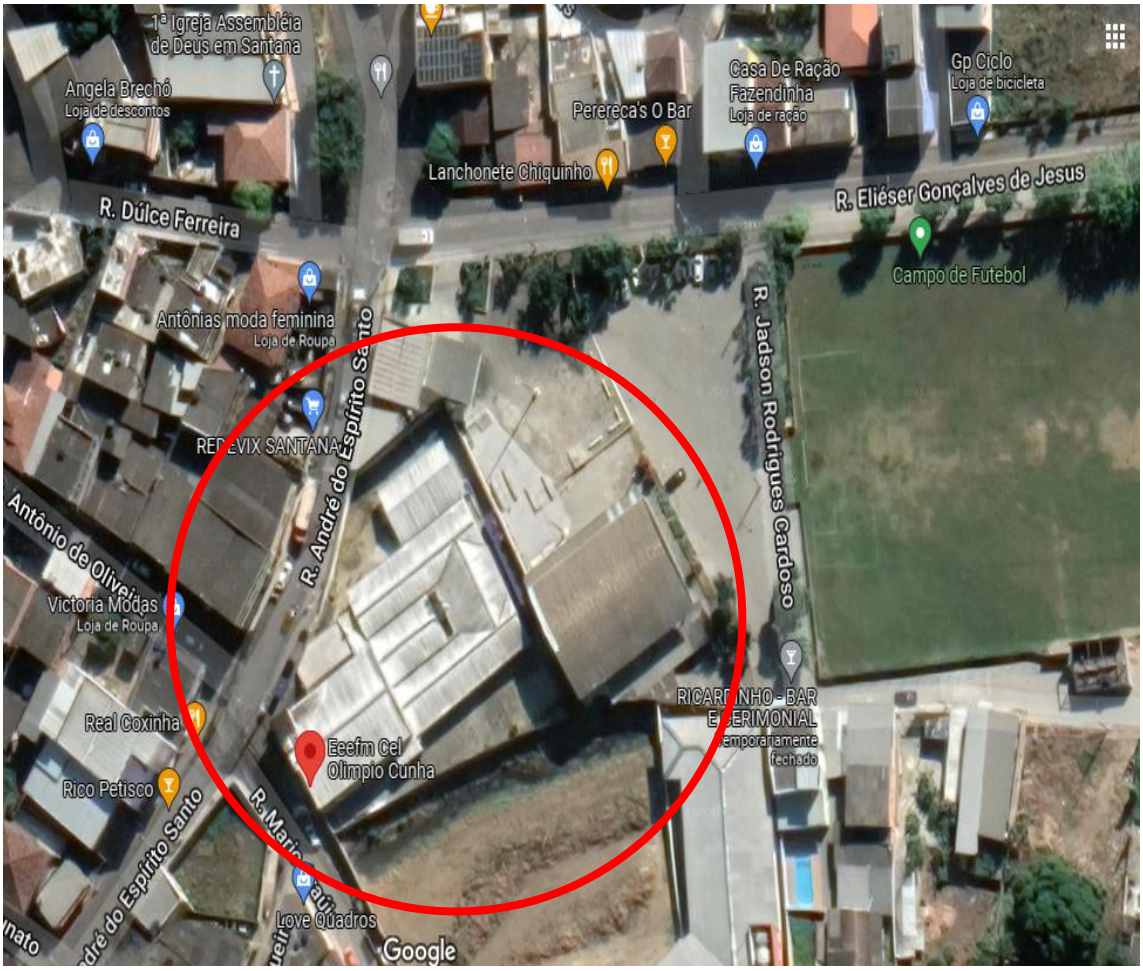
Fonte: Google Maps, set. 2021.

Ilustração 13 — As salas de aula do ensino fundamental II da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha.



Fonte: Elaboração própria, nov. 2021.

Ilustração 14 — Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha, localizada dentro do bairro Santana — Cariacica.



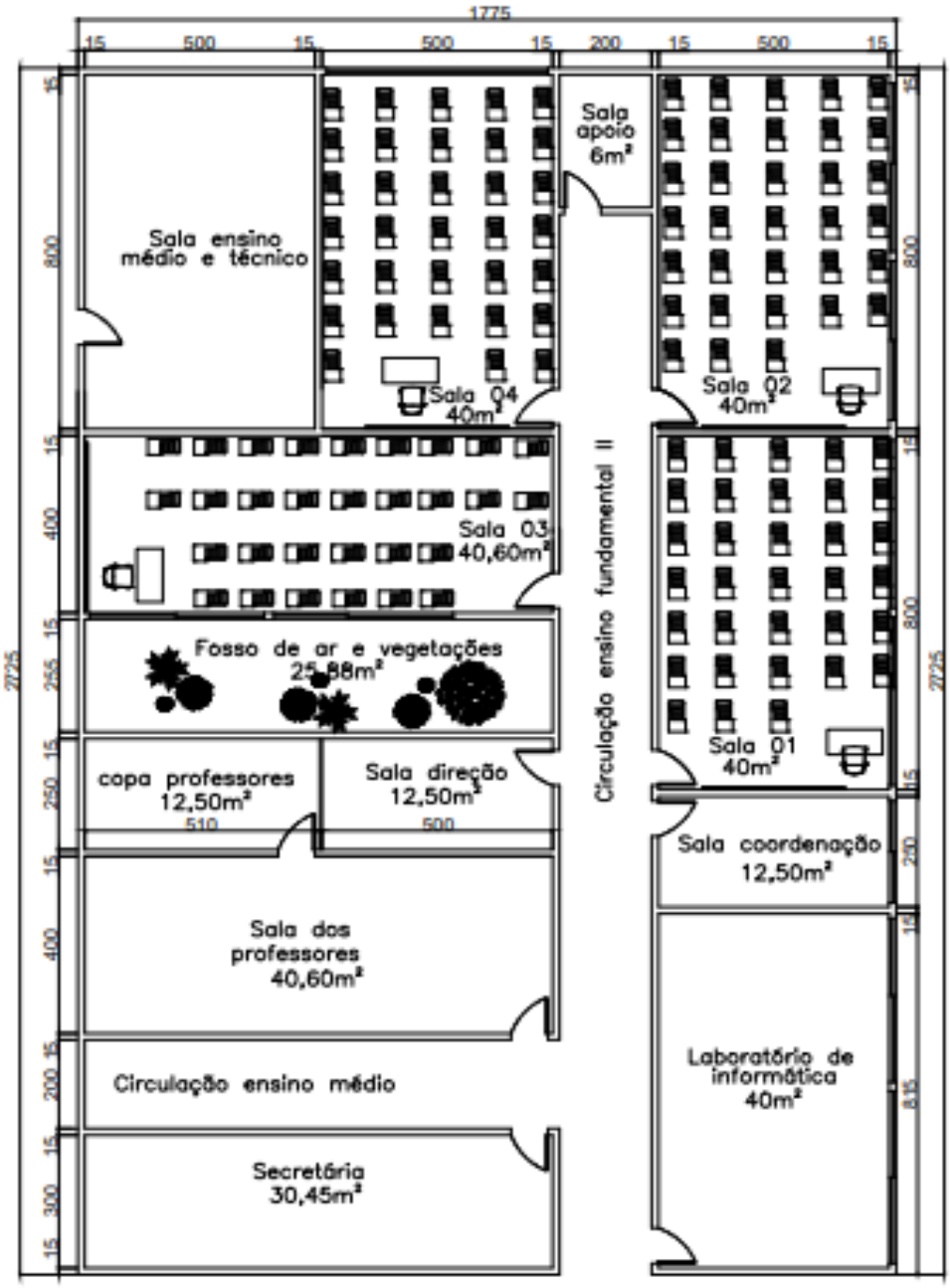
Fonte: Google Maps, set. 2021.

A escola referida possui alguns problemas físicos com relação a conforto ambiental, janelas quebradas, ventilador que não é eficaz, falta de Datashow em algumas salas para exposição dos conteúdos.

Além da falta de adaptação do espaço e ergonomia que não atende as demandas dos alunos com relação ao mobiliário. As carteiras que estão nas salas de aula do ensino fundamental II atualmente são somente para alunos destros e não respeitam a distância mínima de 2,50m entre a carteira do primeiro aluno e o quadro branco.

Portanto, para identificar os efeitos do ambiente na aprendizagem, tornando-os próprios para concentração, clareza mental e bom desempenho cognitivo, as salas de aulas devem ser confortáveis e estimular a produção.

Ilustração 15 — Layout atual das salas de aula do ensino fundamental II.



Fonte: Elaboração própria, nov. 2021.

3.3.1. Quanto à abordagem

Para se chegar ao resultado almejado, esta pesquisa necessitou de abordagem quali-quantitativa, uma vez que possuem métodos e técnicas mesclando as duas abordagens.

O pesquisador não deveria escolher entre um método ou outro, mas utilizar as várias abordagens, qualitativas e quantitativas que se adequam à sua questão de pesquisa (GÜNTHER, 2006, p. 207). Sendo assim, observou-se a importância de escolher com atenção o meio de coleta e esta pesquisa levou em consideração analisar a abordagem, a finalidade e os objetivos deste estudo, para finalizar este sistema de classificações.

3.3.2 Quanto à finalidade

A presente pesquisa teve por finalidade estudar como os Arquitetos e Urbanistas podem contribuir para a qualidade da aprendizagem do aluno, através de parâmetros ligados ao conforto ambiental e de diretrizes de manuais técnicos voltados para a qualidade do espaço edificado escolar.

Deste modo, os estudos foram analisados e descritos no desenvolver do trabalho para gerar uma avaliação e diretrizes projetuais para as salas de aula do ensino fundamental II, bem como, o estudo de caso da Escola Estadual de Ensino fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha.

3.3.3 Quanto aos procedimentos adotados para a coleta de dados

Primeiramente, foi identificado que o trabalho necessitava de um método embasado na literatura sobre os efeitos do ambiente sobre a aprendizagem, ou seja, literaturas bibliográficas já publicadas a cerca desta temática.

> *As pesquisas acadêmicas requerem referência bibliográfica. Tanto é que, na maioria das teses e dissertações desenvolvidas atualmente, um capítulo ou seção é dedicado à revisão bibliográfica, que é elaborada com o propósito de fornecer fundamentação teórica ao trabalho, bem como a identificação do estágio atual do conhecimento referente ao tema. (GIL, 2010, p. 29-30)*

Quanto aos procedimentos adotados para coleta de dados foram utilizamos *Quadro de ficha técnica* e o Quadro de registro da Análise Walkthrough que contem as informações observadas ao longo das visitas técnicas, nesse sentido a pesquisa

recai sobre a fenologia, ou seja, a pesquisa dos fenômenos que ocorrem nas salas de aula.

É importante citar os aplicativos que foram utilizados para aferir a acústica, temperatura e iluminação das salas de aulas. O aplicativo Decibelímetro para aferição da acústica; para aferir a quantidade de lux, utilizado o aplicativo Luximetro Dr. LED desenvolvido pela Trust Iluminação, 2019; E para aferir a temperatura foi utilizado Barómetro e Altímetro Precisos.

Por último foi elaborado um Quadro de Avaliação por meio dos critérios embasados no FNDE. Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental, 2021.

Portanto, os procedimentos adotados possuem o principal objetivo de recolher informações quali-quantitativas a respeito do estudo de caso das salas de aula da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha. E para realizar uma proposta de adequação das salas foi feito um Quadro de Adequações.

.

3.3.3.1 QUADRO DE FICHA TÉNICA

O Quadro de Ficha Técnica contém informações a respeito do sistema construtivo de concreto armado, informações que foram fornecidas pela própria direção escolar, por meio das plantas existentes da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha e os dados foram levantados na primeira visita técnica realizada em 17/02/2021.

A análise Walkthrough é um método comumente utilizado em Avaliação Pós-Ocupacional, que compreende por um processo sistematizado e rigoroso de avaliação de edifícios, depois um ou dois anos de sua ocupação. No qual, a abordagem da pesquisa são os ocupantes do edifício e suas necessidades e assim, pode-se analisar a adequação, ou não, das decisões de projeto sobre o uso efetivo da edificação. Para RHEINGANTZ (2009, p. 12) o conceito de walktrough pode ser definido da seguinte maneira:

> *Pode ser definida como um percurso dialogado complementado por fotografias, croquis gerais e gravação de áudio e de vídeo, abrangendo todos os ambientes, no qual os aspectos físicos servem para articular as reações dos participantes em relação ao ambiente. [...] é um instrumento de grande utilidade tanto na APO quanto na programação arquitetônica, uma vez que possibilita que os observadores se familiarizem com a edificação em uso, bem como que façam uma identificação descritiva dos aspectos negativos e positivos dos ambientes analisados.*

O Quadro de registro da Análise Walkthrough que contem as informações observadas nas quatro salas de aula do ensino fundamental II da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha, ao que se refere ao conforto ambiental, layout e comportamento dos usuários.

No qual, no verão, em 17 e 18/02/2021 foram realizadas as duas primeiras visitas técnicas para o levantamento de dados para Ficha técnica e da Ficha de Registro de Analise Walkthrough. No outono, em 12 e 13/04/2021, foi realizada a terceira e quarta visita técnica para o levantamento de dados da Ficha de Analise Walkthrough.

No inverno, a quinta e sexta visita técnica foi realizada em 02 e 03/08/2021, no qual, foram uns dos dias mais frios do inverno capixaba, com temperaturas que variavam entre 15º a 25ºC, para levantamento de dados para Ficha de Registro de Analise Walkthrough. E na primavera em 22 e 23/09/2021 foram realizadas a sétima e oitava visita técnica para levantamento de dados para Ficha de Registro de Analise Walkthrough e as observações.

É importante destacar que as carteiras dos alunos são padrão e resistente, de modo geral atende bem a altura média da maioria dos alunos do ensino fundamental II. Mas os alunos que são canhotos, mais altos ou baixos se sentem desconfortáveis, por exemplo. Entretanto, para auferir os dados levantados na a *F*icha de Registro de Analise Walkthrough teve-se como base os seguintes critérios:

1. Uma bancada de trabalho de aproximadamente 75 cm de altura o piso como mesas de as salas de aula no turno matutino e vespertino devem ser iluminadas com cerca de 500 lux, conforme a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013;
2. De acordo com Lamberts (1999), um ambiente confortável dever estar com temperatura de aproximadamente 23ºC;
3. As salas de aula devem possuir menor tempo de reverberação, visto que quanto maior o tempo de reverberação haverá sobreposição de sons e consequentemente, dificultará a inteligibilidade da fala do locutor.

4. Distancia mínima entre a carteira do aluno e o quadro de 2,50m Fundação Universidade Federal do Tocantins. Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental.

Quadro 1 — Quadro de analise walkthrough da sala 01.

(continua)

IMAGENS SALA DE AULA 01:

Fonte: Acervo próprio, ago. 2021.

VERTENTES AVALIADAS			
Horizontal	**Piso**	**Teto**	
	Cerâmica branca com as dimensões 40x40cm. Com demarcações no piso de distanciamento social devido ao covid-19.	Teto branco, com calhas para com os cabos para alimentar as luminárias tubulares.	
Vertical	**Parede**	**Esquadrias**	**Pontos elétricos**
	Até 1,50m das paredes com pastilhas brancas 10x10cm e de 150 a 300 cm paredes com tinta óleo de cor verde.	P1: portas com 80 cm; Janelas: de alumínio e vidro.	Interruptores ao lado da porta.
Mobiliário	**Moveis**		
	Carteiras com material de PVC azul e ferro; Cadeira e mesa do professor; Quadro branco.		
Iluminação	Luminárias tubulares que são alimentas por fios que são passados por meio de calhas de alumínio. Com base na ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, foi realizado um mapeamento com 14 pontos com distanciamento de 240cm.		
Dimensão 8,00 x 5,00 = 40,00m² e 3m de pé direito. Possui cerca de 30 alunos por sala, mas durante a pesquisa a sala possuía 15 alunos, devido as restrições do covid-19.			

Quadro 1 — Quadro de analise walkthrough da sala 01.

(conclusão)

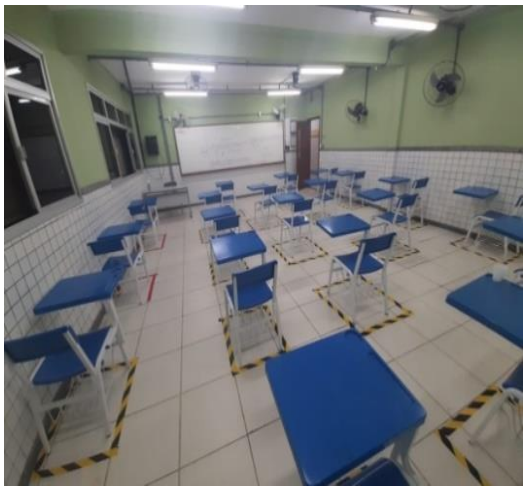
LEVANTAMENTO DE DADOS
Acústica: Quase não possui ruídos externos, mas há ruídos provenientes do pátio, quando há educação física ou intervalo do ensino médio paralelo a aula desta sala. Vale ressaltar que quanto maior o tempo de reverberação haverá sobreposição de sons e consequentemente, dificultará a sua inteligibilidade. Entretanto, foi realizado calculo através da formula de Sabine e Gráfico de Bolt Beranek e Newman identificou o tempo ótimo de 1,55s. Sendo assim, durante as atividades no pátio o tempo de reverberação marcou cerca de 3,0s e durante as atividades no pátio, marcou cerca de 5,0s, ou seja, acústica inadequada para a sala. • **Visita técnica no verão (17 e 18/02/2021):** **Conforto luminoso:** De acordo com mapeamento feito na sala para levantar a quantidade de lux sobre as mesas dos alunos a iluminação natural atende bem a demanda no turno matutino de 7h às 12h e vespertino de 13h às 16h30 com iluminação sobre a superfície de trabalho que varia entre 400 a 500 lux. No qual, é necessário complementar com iluminação artificial de 16h30 as 18h20 que possui cerca de 300 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico:** Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, os ventiladores não conseguem refrescar a sala de aula n o verão com temperatura média de 32ºC, ou seja, desconfortável uma vez que Lamberts (1999) afirma que os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • **Visita técnica no outono (12 e 13/04/2021):** **Conforto luminoso:** Se faz necessária a iluminação artificial para desenvolver as atividades de 7h às 10h, no qual, com iluminação artificial a bancada de trabalho fica entre 500 lux e sem a iluminação artificial aproximadamente 342 lux. E, depois do intervalo por volta das 10h20 às 12h020 utiliza-se iluminação natural com cerca de 489 lux. Já no turno vespertino ficaram apagadas das 13h às 15h com cerca de 347 lux e a iluminação artificial fica acesa por volta das 15h00 às 18h20 com aproximadamente 250 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico:** Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, o clima com e sem ventiladores estava confortável aproximadamente 22º C. Portanto, estavam de acordo com Lamberts (1999) que diz que os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • ***Visita técnica no inverno (02 e 03/08/2021):*** **Conforto luminoso**: as luzes ficaram acesas durante as aulas no período matutino e vespertino com cerca de 300 lux nas superfícies de trabalho. É importante ressaltar que das 10h20 às 15h às bancadas de trabalho variaram de 300 a 398 lux., ou seja, abaixo do que recomenda-se a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. E a partir das 16h30 às 18h as bancadas ficaram com 255 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico**: Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, o clima sem ventiladores estava um pouco frio cerca de 20ºC e com os ventiladores ligados cerca de 19º C. A sala estava um pouco desconfortável, pois os usuários sentiam frio e de acordo com Lamberts (1999) os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • **Visita técnica na primavera (22 e 23/09/21):** **Conforto luminoso**: todas as luzes ficaram acesas, pois são ligadas por um único interruptor o ideal seria ligar luzes intercaladas. No turno matutino, com todas as luzes acesas a bancada de trabalho fica com cerca de 300 lux. No turno vespertino das 13h às 15h aproximadamente 300 lux e posteriormente vai caindo para 252 lux. Portanto, iluminação ineficiente nos dois turnos, na primavera. **Conforto térmico:** A sala estava abafada, os ventiladores conseguiam regular a temperatura parcialmente que ficaram em cerca de 25º C no turno matutino de 7h às 10h, 30º C de 10h30 às 13h e 32º C de 13 às 15h00 e foi decaindo para 25ºC até as 18h.

Fonte: Elaboração própria, set. 2021.

Quadro 2 — Quadro de analise walkthrough da sala 02.

(continua)

IMAGENS SALA DE AULA 02:



Fonte: Acervo próprio, ago. 2021.

VERTENTES FISICAS		
Horizontal	**Piso**	**Teto**
	Cerâmica branca com as dimensões 40x40cm. Com demarcações no piso de distanciamento social devido ao covid-19.	Teto branco, com calhas para com os cabos para alimentar as luminárias tubulares e data show.
Vertical	**Parede**	**Esquadrias**
	As paredes até 150cm das paredes com pastilhas brancas 10x10cm e de 150 à 300 cm paredes com tinta óleo de cor verde. Além de ventiladores e quadro branco.	P1: portas de madeira e vidro com 80cm; Janelas: de alumínio e vidro.
Mobiliário	**Moveis**	
	Carteiras com material de PVC azul e ferro; Cadeira e mesa do professor; Quadro branco.	
Iluminação	Luminárias tubulares que são alimentas por fios que são passados por calhas de alumínio. Com base na ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, foi realizado um mapeamento com 15 pontos com distanciamento de 2,63m.	
Dimensão 8,00 x 5,00 = 40,00m² e 3m de pé direito. Possui cerca de 30 alunos por sala, mas durante a pesquisa a sala possuía 15 alunos, devido as restrições do covid-19.		

Quadro 2 — Quadro de analise walkthrough da sala 02.

(conclusão)

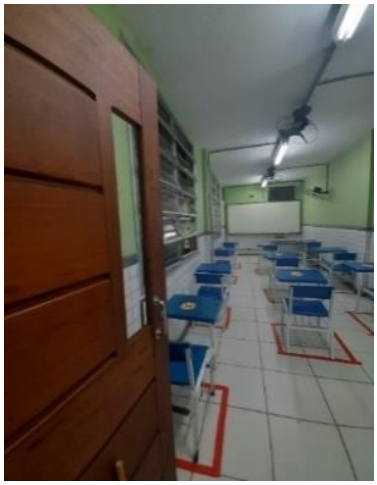
LEVANTAMENTO DE DADOS
Acústica: Quase não possui ruídos externos, mas há ruídos provenientes do pátio, quando há educação física ou intervalo do ensino médio paralelo a aula desta sala. Vale ressaltar que quanto maior o tempo de reverberação haverá sobreposição de sons e consequentemente, dificultará a sua inteligibilidade. Entretanto, foi calculado através da formula de Sabine e Gráfico de Bolt Beranek e Newman identificou o tempo ótimo de 1,55s. Sendo assim, durante as atividades no pátio o tempo de reverberação marcou cerca de 3s e durante as atividades no pátio, marcou cerca de 5s, acústica inadequada para a sala. • **Visita técnica no verão (17 e 18/02/2021):** **Conforto luminoso:** De acordo com mapeamento feito na sala para levantar a quantidade de lux sobre as mesas dos alunos a iluminação natural atende bem a demanda no turno matutino de 7h às 12h e vespertino de 13h às 16h30 com iluminação sobre a superfície de trabalho que varia entre 400 a 500 lux. No qual, é necessário complementar com iluminação artificial de 16hh30 as 18h20 que possui cerca de 300 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico:** Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, os ventiladores não conseguem refrescar a sala de aula n o verão com temperatura média de 32ºC, ou seja, desconfortável uma vez que Lamberts (1999) afirma que os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • **Visita técnica no outono (12 e 13/04/2021):** **Conforto luminoso:** Se faz necessária a iluminação artificial para desenvolver as atividades de 7h às 10h, no qual, com iluminação artificial a bancada de trabalho fica entre 500 lux e sem a iluminação artificial aproximadamente 342 lux. E, depois do intervalo por volta das 10h20 às 12h020 utiliza-se iluminação natural com cerca de 489 lux. Já no turno vespertino ficaram apagadas das 13h às 15h com cerca de 347 lux e a iluminação artificial fica acesa por volta das 15h00 às 18h20 com aproximadamente 250 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico:** Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, o clima com e sem ventiladores estava confortável aproximadamente 22º C. Portanto, estavam de acordo com Lamberts (1999) que diz que os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • ***Visita técnica no inverno (02 e 03/08/2021):*** **Conforto luminoso**: as luzes ficaram acesas durante as aulas no período matutino e vespertino com cerca de 300 lux nas superfícies de trabalho. É importante ressaltar que das 10h20 às 15h às bancadas de trabalho variaram de 300 a 398 lux., ou seja, acima do que recomenda-se a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. E a partir das 16h30 às 18h as bancadas ficaram com 255 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico**: Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, o clima sem ventiladores estava um pouco frio cerca de 20ºC e com os ventiladores ligados cerca de 19º C. A sala estava um pouco desconfortável, pois os usuários sentiam frio e de acordo com Lamberts (1999) os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • **Visita técnica na primavera (22 e 23/09/2021):** **Conforto luminoso**: todas as luzes ficaram acesas, pois são ligadas por um único interruptor o ideal seria ligar luzes intercaladas. No turno matutino, com todas as luzes acesas a bancada de trabalho fica com cerca de 300 lux. No turno vespertino das 13h às 15h aproximadamente 300 lux e posteriormente vai caindo para 252 lux. Portanto, iluminação ineficiente nos dois turnos, na primavera. **Conforto térmico:** A sala estava abafada, os ventiladores conseguiam regular a temperatura parcialmente que ficaram em cerca de 25º C no turno matutino de 7h às 10h, 30º C de 10h30 às 13h e 32º C de 13 às 15h00 e foi decaindo para 25ºC até as 18h.

Fonte: Elaboração própria, set. 2021.

Quadro 3 — Quadro de analise walkthrough da sala 03.

(continua)

IMAGENS SALA DE AULA 03:



Fonte: Acervo próprio, ago. 2021.

VERTENTES AVALIADAS		
Horizontal	**Piso**	**Teto**
	Cerâmica branca com as dimensões 40x40cm. Com demarcações no piso de distanciamento social devido ao covid-19.	Teto branco, com calhas para com os cabos para alimentar as luminárias tubulares.
Vertical	**Parede**	**Esquadrias**
	As paredes até 150cm das paredes com pastilhas brancas 10x10cm e de 150 à 3,00 cm paredes com tinta óleo de cor verde. Além de ventiladores e quadro branco.	P1: portas de madeira com 80cm; Janelas: de alumínio e vidro, voltadas para jardim;
Mobiliário	**Moveis**	
	Carteiras com material de PVC azul e ferro. Cadeira e mesa do professor; Quadro branco.	
Iluminação	Luminárias tubulares, alimentadas por fios que são passados por meio de calhas de alumínio. Com base na ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, foi realizado um mapeamento com 15 pontos com distanciamento de 2,63m.	
Dimensão 4,00 x 10,00 = 40,00m² e 3,00m de pé direito. Possui cerca de 30 alunos por sala, mas durante a pesquisa a sala possuía 15 alunos, devido as restrições do covid-19.		

Quadro 3 — Quadro de analise walkthrough da sala 03.

(conclusão)

LEVANTAMENTO DE DADOS
Acústica: Quase não possui ruídos externos e nem ruídos provenientes do pátio, quando há educação física ou intervalo do ensino médio paralelo a aula desta sala. Vale ressaltar que quanto maior o tempo de reverberação haverá sobreposição de sons e consequentemente, dificultará a sua inteligibilidade. Foi calculado através da formula de Sabine e Gráfico de Bolt Beranek e Newman e identificou-se o tempo ótimo de 1,55s. Com e sem as atividades no pátio o tempo de reverberação marcou cerca de 1,50, acústica adequada. As janelas estão voltadas para um foço de ar, que ao amanhecer e entardecer tem presença de mosquitos. • **Visita técnica no verão (17 e 18/02/2021):** **Conforto luminoso:** De acordo com mapeamento feito na sala as mesas dos alunos a iluminação natural atende bem a demanda no turno matutino de 7h às 12h e vespertino de 13h às 16h30 com iluminação sobre a superfície de trabalho que varia entre 400 a 500 lux. No qual, é necessário complementar com iluminação artificial de 16hh30 as 18h20 que possui cerca de 300 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico:** Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, os ventiladores não conseguem refrescar a sala de aula n o verão com temperatura média de 32ºC, ou seja, desconfortável uma vez que Lamberts (1999) afirma que os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • **Visita técnica no outono (12 e 13/04/2021):** **Conforto luminoso:** Se faz necessária a iluminação artificial para desenvolver as atividades de 7h às 10h, no qual, com iluminação artificial a bancada de trabalho fica entre 500 lux e sem a iluminação artificial aproximadamente 342 lux. E, depois do intervalo por volta das 10h20 às 12h020 utiliza-se iluminação natural com cerca de 489 lux. Já no turno vespertino ficaram apagadas das 13h às 15h com cerca de 347 lux e a iluminação artificial fica acesa por volta das 15h00 às 18h20 com aproximadamente 250 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico:** Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, o clima com e sem ventiladores estava confortável aproximadamente 22º C. Portanto, estavam de acordo com Lamberts (1999) que diz que os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • ***Visita técnica no inverno (02 e 03/08/202):*** **Conforto luminoso**: as luzes ficaram acesas durante as aulas no período matutino e vespertino com cerca de 300 lux nas superfícies de trabalho. É importante ressaltar que das 10h20 às 15h às bancadas de trabalho variaram de 300 a 398 lux., ou seja, acima do que recomenda-se a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. E a partir das 16h30 às 18h as bancadas ficaram com 255 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico**: Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, o clima sem ventiladores estava um pouco frio cerca de 20ºC e com os ventiladores ligados cerca de 19º C. A sala estava um pouco desconfortável, pois os usuários sentiam frio e de acordo com Lamberts (1999) os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • **Visita técnica na primavera (22 e 23/09/21):** **Conforto luminoso**: todas as luzes ficaram acesas, pois são ligadas por um único interruptor o ideal seria ligar luzes intercaladas. No turno matutino, com todas as luzes acesas a bancada de trabalho fica com cerca de 300 lux. No turno vespertino das 13h às 15h aproximadamente 300 lux e posteriormente vai caindo para 252 lux. Portanto, iluminação ineficiente nos dois turnos, na primavera. **Conforto térmico:** A sala estava abafada, os ventiladores conseguiam regular a temperatura parcialmente que ficaram em cerca de 25º C no turno matutino de 7h às 10h, 30º C de 10h30 às 13h e 32º C de 13 às 15h00 e foi decaindo para 25ºC até as 18h.

Fonte: Elaboração própria, set. 2021.

Quadro 4 — Quadro de analise walkthrough da sala 04.

(continua)

IMAGENS SALA DE AULA 04:

Fonte: Acervo próprio, ago. 2021.

VERTENTES AVALIADAS		
Horizontal	**Piso**	**Teto**
	Cerâmica branca com as dimensões 40x40 cm. Com demarcações no piso de distanciamento social devido ao covid-19.	Teto branco, com calhas para com os cabos para alimentar as luminárias tubulares.
Vertical	**Parede**	**Esquadrias**
	As paredes até 150 cm das paredes com pastilhas brancas 10x10 cm e de 150 à 300 cm paredes com tinta óleo de cor verde. Além de ventiladores e quadro branco e televisão.	P1: portas de madeira e vido com 80 cm; Janelas: de alumínio e vidro voltado para área de atividade física
Mobiliário	**Moveis**	
	Carteiras com material de PVC azul e ferro. Cadeira e mesa do professor; Quadro branco.	
Iluminação	Luminárias tubulares alimentas por fios que são passados por meio de calhas de alumínio. **:** Com base na ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013, foi realizado um mapeamento com 15 pontos com distanciamento de 2,63m.	
Dimensão 8,00 x 5,00 = 40,00 m² e 3m de pé direito. Possui cerca de 30 alunos por sala, mas durante a pesquisa a sala possuía 15 alunos, devido as restrições do covid-19.		

Quadro 4 — Quadro de analise walkthrough da sala 04.

(conclusão)

LEVANTAMENTO DE DADOS
Acústica: Quase não possui ruídos externos, mas há ruídos provenientes do pátio, quando há educação física ou intervalo do ensino médio paralelo a aula desta sala. Vale ressaltar que quanto maior o tempo de reverberação haverá sobreposição de sons e consequentemente, dificultará a sua inteligibilidade. Foi calculado através da formula de Sabine e Gráfico de Bolt Beranek e Newman identificou o tempo ótimo de 1,55s. Sendo assim, durante as atividades no pátio o tempo de reverberação marcou cerca de 3s e durante as atividades no pátio, marcou cerca de 5s, acústica inadequada para a sala. • **Visita técnica no verão (17 e 18/02/2021):** **Conforto luminoso:** De acordo com mapeamento feito na sala para levantar a quantidade de lux sobre as mesas dos alunos a iluminação natural atende bem a demanda no turno matutino de 7h às 12h e vespertino de 13h às 16h30 com iluminação sobre a superfície de trabalho que varia entre 400 a 500 lux. No qual, é necessário complementar com iluminação artificial de 16hh30 as 18h20 que possui cerca de 300 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico:** Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, os ventiladores não conseguem refrescar a sala de aula n o verão com temperatura média de 32ºC, ou seja, desconfortável uma vez que Lamberts (1999) afirma que os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • **Visita técnica no outono (12 e 13/04/2021):** **Conforto luminoso:** Se faz necessária a iluminação artificial para desenvolver as atividades de 7h às 10h, no qual, com iluminação artificial a bancada de trabalho fica entre 500 lux e sem a iluminação artificial aproximadamente 342 lux. E, depois do intervalo por volta das 10h20 às 12h020 utiliza-se iluminação natural com cerca de 489 lux. Já no turno vespertino ficaram apagadas das 13h às 15h com cerca de 347 lux e a iluminação artificial fica acesa por volta das 15h00 às 18h20 com aproximadamente 250 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico:** Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, o clima com e sem ventiladores estava confortável aproximadamente 22º C. Portanto, estavam de acordo com Lamberts (1999) que diz que os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • ***Visita técnica no inverno (02 e 03/08/2021):*** **Conforto luminoso**: as luzes ficaram acesas durante as aulas no período matutino e vespertino com cerca de 300 lux nas superfícies de trabalho. É importante ressaltar que das 10h20 às 15h às bancadas de trabalho variaram de 300 a 398 lux., ou seja, acima do que recomenda-se a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013. E a partir das 16h30 às 18h as bancadas ficaram com 255 lux, ou seja, ineficiente. **Conforto térmico**: Os ventiladores estavam ligados devido ao covid-19 e os mesmos são ligados por um único interruptor. Entretanto, o clima sem ventiladores estava um pouco frio cerca de 20ºC e com os ventiladores ligados cerca de 19º C. A sala estava um pouco desconfortável, pois os usuários sentiam frio e de acordo com Lamberts (1999) os usuários não devem sentir nem frio e nem calor. • **Visita técnica na primavera (22 e 23/09):** **Conforto luminoso**: todas as luzes ficaram acesas, pois são ligadas por um único interruptor o ideal seria ligar luzes intercaladas. No turno matutino, com todas as luzes acesas a bancada de trabalho fica com cerca de 300 lux. No turno vespertino das 13h às 15h aproximadamente 300 lux e posteriormente vai caindo para 252 lux. Portanto, iluminação ineficiente nos dois turnos, na primavera. **Conforto térmico:** A sala estava abafada, os ventiladores conseguiam regular a temperatura parcialmente que ficaram em cerca de 25º C no turno matutino de 7h às 10h, 30º C de 10h30 às 13h e 32º C de 13 às 15h00 e foi decaindo para 25ºC até as 18h.

Fonte: Elaboração própria, set. 2021.

Para auferir quanto ao desempenho acústico das salas de aula, utilizou-se a formula de Sabine para calcular do Tempo de Reverberação (TR) e o Tempo Ótimo de Reverberação, no qual, internacionalmente, adota-se o gráfico de Bolt Beranek e Newman (500Hz) para cada atividade específica. A formula utilizada é:

$$TR = \frac{0,16 \times V}{S \times A}$$

- 0,16 é uma constante;
- V = volume da sala, ou ambiente (m^3);
- TR = tempo de reverberação (segundos);
- A ou α = coeficiente de absorção (adimensional).
- S = área das superfícies expostas dentro desse ambiente (m^2);

Gráfico 1 — Gráfico (Bolt Beranek and Newman) para buscarmos o TR Ótimo (500Hz) para cada atividade específica.

Fonte: Tempo ótimo de reverberação Fonte: Carvalho (2010).

Tabela 5 — coeficiente de absorção acústica.

Materiais	Freqüências (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Materiais de construção, usuais, densos Revestimentos, pintura						
Reboco áspero, cal	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07
Reboco liso	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06
Teto pesado suspenso (de gesso)	0,02	-	0,03	-	0,05	-
Estuque	0,03	-	0,04	-	0,07	-
Superfície de concreto	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07
Revestimento de pedras sintéticas	0,02	-	0,05	-	0,07	-
Chapas de mármore	0,01	0,01	0,01	-	0,02	-
Revestimento aderente de vidro	0,04	-	0,03	-	0,02	-
Revestimento de vidro espaçado a cada 5 cm de parede	0,25	0,20	0,10	0,05	0,02	0,02
Vidraça de janela	-	0,04	0,03	0,02	-	-
Assoalhados						
Tapetes de borracha	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
Taco colado	0,04	0,04	0,06	0,12	0,10	0,17
Linoleu	0,02	-	0,03	-	0,04	-

Fonte: NBR 12179 — Tratamento acústico em recintos fechados.

Tabela 6 — Absorção Acústica dos Materiais.

Fonte	Item	Descrição	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
	PISOS							
PER	001	cimentado liso	0,01		0,012		0,012	0,012
PL&DT	002	concreto liso	0,01		0,02		0,02	
PL&DT	003	concreto rústico	0,02		0,02		0,05	
PL&DT	004	granilite	0,01		0,02		0,02	
outros	005	cerâmica	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
D&C	006	mármore e granito	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
D&C	007	borracha lisa	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
EUC	008	linóleo ou paviflex	0,02		0,03	0,035	0,04	
D&C	009	parquê sobre concreto	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
CON	010	parquê sobre areia	0,20	0,15	0,13	0,12	0,09	0,06

Fonte: CARVALHO, R. P. Acústica arquitetônica. 2ª ed. Brasilia. Thesauros, 2010.

As salas de aula do ensino fundamental II da referida escola possuem dimensão de 8m X 5m x 3m pé direito = 120m³. Entretanto, é necessário destacar o coeficiente de absorção dos seguintes materiais:

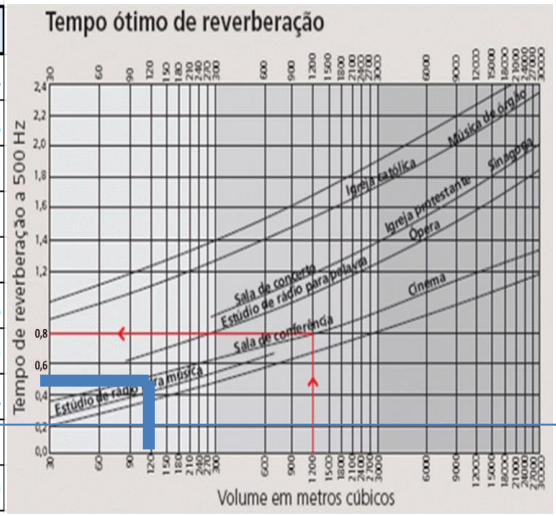
- 01 porta comum revestida com laminado de madeira, 0,90m x 2,10m = 0,03m;
- 02 janelas de alumínio e vidro 3,50m x 1,50m, vidro 3mm = 0,03;

- 01 quadro 4,00 x 1,50 = 0,03;
- Piso cerâmico = 0,012;
- Paredes 13 cm com reboco liso e pintura;
- Teto concreto 10 cm com reboco liso e pintura;
- 30 alunos sentados em cadeiras de PVC = 0,30;
- 01 professor: 0,44.

Sendo assim, o Tempo de Reverberação é 1,55s e o Tempo Ótimo de reverberação é de 0,52s, conforme o memorial de calculo abaixo na *(Imagem 16)*. Adota-se sala de aula como sala de conferência.

Ilustração 16 — Memoria de calculo dos materiais de absorção de acústica.

Descrição	S (m2)	A	S x A
Piso cerâmico	40	0,01	0,4
Teto concreto	40	0,02	0,8
paredes	59,61	0,02	1,1922
porta comum	1,89	0,03	0,0567
janelas	10,5	0,03	0,315
quadro	6	0,03	0,18
alunos	30	0,3	9
professor	1	0,44	0,44
TR (Tempo de Reverberação)			12,3839



Fonte: Elaboração própria.

$$TR = \frac{0,16 \times V}{12,3839} = \frac{0,16 \times 120}{12,3839} = 1,550400116280009 \text{ s}$$

Já o conforto luminoso foi feito um mapeamento nas salas de aulas para identificar a quantidade de pontos para auferir a quantidade de lux sobre as mesas dos alunos.

No qual, para aferir a quantidade de lux foi tomada como a tabela da ABNT-NBR ISSO/CIE 8995- 8995-1:201.

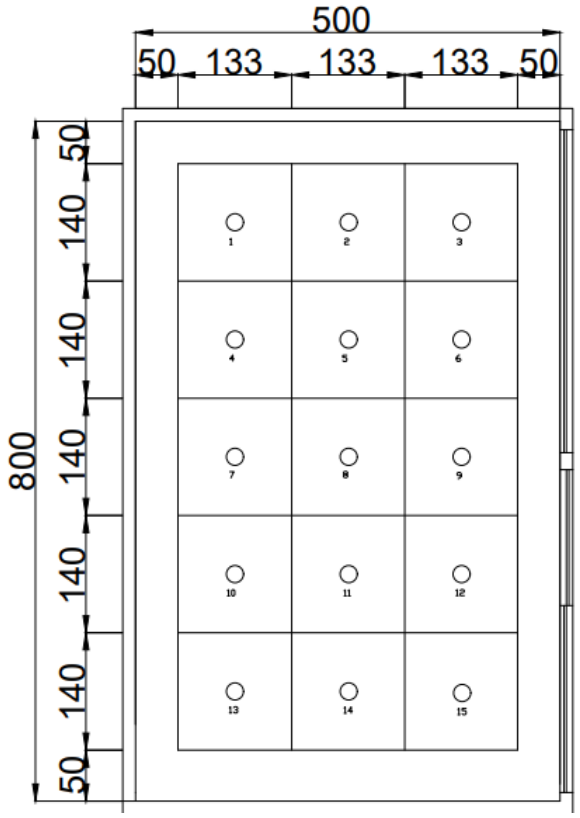
Portanto, foi divididas as superfícies de referência retangulares, mas muito próximas de quadrados, com dimensão de 1,40 x 1,34 cm, conforme a *(imagem 16),* com os pontos de cálculo em seu centro. A média aritmética de todos os 15 pontos de cálculo marcou iluminância média de cada sala de aula do ensino fundamental II da referida escola. Vale salientar que o luxímetro foi colocar sobre uma superfície de 0,75 cm do chão e foi distanciado 0,50 cm das paredes para aferir a quantidade de lux da sala, em 15 pontos, conforme o cálculo abaixo:

.A = Área da sala, expressa em metros (m);

D = Distancia em metros (m) entre pontos

N= Número de pontos de dentro da sala. O número de pontos (n) é então estabelecido pelo número inteiro mais próximo da relação d para p.

Ilustração 17 — Croqui malha com 15 pontos.



Fonte: Elaboração própria, fev. 2021.

Ilustração 18 — Memoria de calculo de pontos da malha.

Descrição	Medida	Un. Medida
Área da sala	40	m^2
Distância entre pontos	2,65	m
Número de pontos	15,09433962	m

Fonte: Elaboração própria, set. 2020.

3.3.3.3. RESTRIÇÕES DO OBJETO E O PROCESSO

A partir dessas informações, o desenvolvimento da proposta passou por vários estágios de estudos projetuais para encontrar o que mais se adequava as necessidades dos alunos e professores, entretanto, houve diversas dificuldades encontradas para levantamento de dados devido às restrições do Covid-19.

Por exemplo, na visita técnica realizada no verão em 17 e 18/02/2021 passava-se pela segunda onda da pandemia de covid-19, a presença dos alunos em sala de aula não eram obrigatórias e a direção escolar estava com receio da presença da pesquisadora por dois dias seguidos dentro da instituição de ensino e contaminar as duas levas de alunos que revezavam durante os dias de aula.

É de suma importância destacar que durante as visitas técnicas não foi possível aferir a temperatura, acústico e luminoso de forma mais precisa para não correr o risco da pesquisadora se contaminar ou contaminar algum aluno e funcionário da referida escola de covid-19.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO DA PESQUISA

Neste capitulo, retomam-se as discussões levantadas sobre os procedimentos adotados para a coleta de dados e se conjugam as informações aprendidas no objeto de estudo, por meio do levantamento de dados. Ao longo da pesquisa, pôde-se observar que o ambiente de aprendizagem deve está relacionado diretamente aos parâmetros de conforto ambiental.

O Quadro de Avaliação faz uma análise crítica das salas de aula da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Coronel Olímpio Cunha, por meio dos critérios embasados no FNDE através do Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental.

Vale destacar que o Quadro de Avaliação possui como principal objetivo analisar e avaliar os dados levantados ao que diz respeito à acústica, iluminação, conforto térmico e ergonomia no mobiliário, através das informações recolhidas nos procedimentos adotados.

Nomenclatura para cada critério analisado nas salas de aula

EX.: Conforto Acústico, Conforto lumínico, Conforto térmico e ergonomia no mobiliário.

Auferir uma Pontuação

EX.: Adequado — 3 (três) pontos; Parcialmente adequado - 2 (dois) pontos; Inadequado – 1 (um) ponto.

Quadro 5 — Quadro avaliativo critérios de Adequação/Inadequação da sala 01.

Ambiente	Acústica	Iluminação	Térmico	Mobiliário
Sala 01	( ) Adequado ( ) Parcialmente adequado (X) Inadequado **Comentário:** Quando há aula paralela as atividades no pátio, há muito ruído.	( ) Adequado ( ) Parcialmente adequado (X) Inadequado **Comentário:** A iluminação atende bem a demanda durante o dia e necessária a complementaçã o de iluminação artificial somente no fim do dia.	( ) Adequado (X) Parcialmente adequado ( ) Inadequado **Comentário:** O conforto térmico só é atendido em uma estação do ano, que é o outono, visto que no inverno faz frio e na primavera e verão as salas ficam quentes.	( ) Adequado (X) Parcialmente adequado ( ) Inadequado **Comentário:** O mobiliário é parcialmente adequado, uma vez que atende bem a altura média dos alunos entre 11 e 15 anos, mas não há adaptações para alunos canhotos, por exemplo.

Fonte: Elaboração própria, set. 2021.

Observa-se no quadro acima que sala 01 é parcialmente adequada quanto aos critérios de conforto acústico, pois quase não possui ruídos externos, somente quando há ruídos provenientes do pátio, quadra poliesportiva, quando há educação física ou intervalo do ensino médio paralelo a aula desta sala.

Com base na formula de Sabine, Gráfico de Bolt Beranek e Newman identificou-se o tempo ótimo de 1,55s. Sem as atividades no pátio o tempo de reverberação marcou cerca de 3,00s e durante as atividades no pátio, marcou cerca de 5,00s, ou seja, acústica inadequada.

Para adequação da sala quanto a o Tempo de Reverberação (TR), ou seja, o tempo que o som permanece no ambiente a partir do instante em que a fonte termina de emitir o som se faz necessário trocar as texturas e revestimentos das salas de aula. A começar pela retirada do azulejo em metade da parede, acaba piorando a qualidade da acústica. E para a adequação da sala de aula quanto ao isolamento acústico, recomenda-se a vedação das janelas de alumínio que dão para o pátio com caixilhos acústicos e aos vidros de mínimo 8 mm que podem ser duplos, ao invés de trocar por uma janela acústica.

Quanto à iluminação da sala 01 é inadequada, pois em algumas estações como a primavera e verão e em determinados horários a iluminação consegue atender o

mínimo 300 lux, mas não consegue atender não atender o mínimo de 300 lux no outono e inverno, no qual, é necessária a instalação de mais luminárias com 500 lux, que é a quantidade ideal sobre a bancada de trabalho. As luminárias e ventiladores da sala devem ter interruptores separados. As paredes pintadas com cores claras para auxiliar na iluminação.

A sala é parcialmente adequada as condições ergonômicas, acessíveis, mobilidade, etc, pois o mobiliário é parcialmente adequado a ergonomia, uma vez que atende bem a altura média dos alunos entre 11 e 15 anos, conforme as recomendações da do Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016, entretanto, não há adaptações para alunos canhotos, por exemplo.

Não apresentam áreas mínimas de circulação, que são propiciadas pela correta disposição do mobiliário, no qual, é recomendável distância de 2,50 cm entre o quadro branco e a primeira carteira do aluno.

Não possuem a distância mínima entre elas de 0,20cm e nos corredores com a distância mínima de 0,60 cm entre carteiras dos alunos distancia ideal de 1,50 cm para corredor acessível aos deficientes físicos.

Quadro 6 — Quadro avaliativo critérios de Adequação/Inadequação da sala 02.

Ambiente	**Acústica**	**Iluminação**	**Térmico**	**Mobiliário**
Sala 02	( ) Adequado ( ) Parcialmente adequado (X) Inadequado **Comentário:** Quando há aula paralela as atividades no pátio, há muito ruído.	( ) Adequado () Parcialmente adequado (X) Inadequado **Comentário:** A iluminação não atende bem a demanda, no qual, é necessário a complementar com iluminação artificial.	( ) Adequado (X) Parcialmente adequado ( ) Inadequado **Comentário:** O conforto térmico só é atendido em uma estação do ano, que é o outono, visto que no inverno faz frio e na primavera e verão as salas ficam quentes.	( ) Adequado (X) Parcialmente adequado ( ) Inadequado **Comentário:** O mobiliário é parcialmente adequado, uma vez que atende bem a altura média dos alunos entre 11 e 15 anos, mas não há adaptações para alunos canhotos.

Fonte: Elaboração própria, set. 2021.

Observa-se no quadro acima que sala 02 é parcialmente adequada quanto aos critérios de conforto acústico, pois quase não possui ruídos externos, somente quando há ruídos provenientes do pátio, quando há educação física ou intervalo do ensino médio paralelo a aula desta sala.

Com base na formula de Sabine, Gráfico de Bolt Beranek e Newman identificou-se o tempo ótimo de 1,55s. Sem as atividades no pátio o tempo de reverberação marcou cerca de 3,00s e durante as atividades no pátio, marcou cerca de 5,00s, ou seja, acústica inadequada.

Para adequação da sala quanto a o Tempo de Reverberação (TR), ou seja, o tempo que o som permanece no ambiente a partir do instante em que a fonte termina de emitir o som se faz necessário trocar as texturas e revestimentos das salas de aula. A começar pela retirada do azulejo em metade da parede, acaba piorando a qualidade da acústica. E para a adequação da sala de aula quanto ao isolamento acústico, recomenda-se a vedação das janelas de alumínio que dão para o pátio com caixilhos acústicos e aos vidros de mínimo 8mm que podem ser duplos, ao invés de trocar por uma janela acústica.

Quanto à iluminação da sala 02 é inadequada, pois em algumas estações como a primavera e verão e em determinados horários a iluminação consegue atender o mínimo 300 lux, mas não consegue atender não atender o mínimo de 300 lux no outono e inverno, no qual, é necessária a instalação de mais luminárias com 500 lux, que é a quantidade ideal sobre a bancada de trabalho.

As luminárias e ventiladores da sala devem ter interruptores separados. As paredes pintadas com cores claras para auxiliar na iluminação. Assim, como o conforto térmico que consegue atender bem no outono, no inverno faz frio, na primavera e verão as salas ficam quentes.

A sala é parcialmente adequada as condições ergonômicas, acessíveis, mobilidade, etc pois o mobiliário é parcialmente adequado a ergonomia, uma vez que atende bem a altura média dos alunos entre 11 e 15 anos, conforme as recomendações da do Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016, entretanto, não há adaptações para alunos canhotos, por exemplo.

Não apresentam áreas mínimas de circulação, que são propiciadas pela correta disposição do mobiliário, no qual, é recomendável distância de 2,50 cm entre o quadro branco e a primeira carteira do aluno.

Não possuem a distância mínima entre elas de 0,20cm e nos corredores com a distância mínima de 0,60 cm entre carteiras dos alunos distancia ideal de 1,50 cm para corredor acessível aos deficientes físicos.

Quadro 7 — Quadro avaliativo critérios de Adequação/Inadequação da sala 03.

Ambiente	**Acústica**	**Iluminação**	**Térmico**	**Mobiliário**
Sala 03	(X) Adequado ( ) Parcialmente adequado ( ) Inadequado **Comentário:** Quando há aula paralela as atividades no pátio, há muito ruído.	( ) Adequado ( ) Parcialmente adequado (X) Inadequado **Comentário:** A iluminação não atende bem a demanda durante o dia e necessária a complementação de iluminação artificial.	( ) Adequado (X) Parcialmente adequado ( ) Inadequado **Comentário:** O conforto térmico só é atendido em uma estação do ano, que é o outono, visto que no inverno faz frio e na primavera e verão as salas ficam quentes.	( ) Adequado (X) Parcialmente adequado ( ) Inadequado **Comentário:** O mobiliário é parcialmente adequado, uma vez que atende bem a altura média dos alunos entre 11 e 15 anos, mas não há adaptações para alunos canhotos.

Fonte: Elaboração própria, set. 2021.

Observa-se no quadro acima que sala 03 é parcialmente adequada quanto aos critérios de conforto acústico, pois quase não possui ruídos externos e nem ruídos provenientes do pátio paralelo a aula desta sala. Com base no *Gráfico (Bolt Beranek and Newman) - TR Ótimo (500Hz)* para atividade em salas de aula TR (tempo de reverberação) é de aproximadamente 6s.

Para adequação da sala quanto a o Tempo de Reverberação (TR), ou seja, o tempo que o som permanece no ambiente a partir do instante em que a fonte termina de emitir o som se faz necessário trocar as texturas e revestimentos das salas de aula.

A começar pela retirada do azulejo em metade da parede, acaba piorando a qualidade da acústica. E para a adequação da sala de aula quanto ao isolamento acústico, recomenda-se a vedação das janelas de alumínio que dão para o pátio com caixilhos acústicos e aos vidros de mínimo 8mm que podem ser duplos, ao invés de trocar por uma janela acústica

Quanto à iluminação da sala 03 é inadequada, pois em algumas estações como a primavera e verão e em determinados horários a iluminação consegue atender o mínimo 300 lux, mas não consegue atender não atender o mínimo de 300 lux no outono e inverno, no qual, é necessária a instalação de mais luminárias com 500 lux, que é a quantidade ideal sobre a bancada de trabalho.

As luminárias e ventiladores da sala devem ter interruptores separados. As paredes pintadas com cores claras para auxiliar na iluminação. Assim, como o conforto térmico que consegue atender bem no outono, no inverno faz frio, na primavera e verão as salas ficam quentes.

A sala é parcialmente adequada as condições ergonômicas, acessíveis, mobilidade, etc., pois o mobiliário é parcialmente adequado a ergonomia, uma vez que atende bem a altura média dos alunos entre 11 e 15 anos, conforme as recomendações da do Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016, entretanto, não há adaptações para alunos canhotos, por exemplo.

Não apresentam áreas mínimas de circulação, que são propiciadas pela correta disposição do mobiliário, no qual, é recomendável distância de 2,50 cm entre o quadro branco e a primeira carteira do aluno.

Não possuem a distância mínima entre elas de 0,20cm e nos corredores com a distância mínima de 0,60 cm entre carteiras dos alunos distancia ideal de 1,50 cm para corredor acessível aos deficientes físicos.

A sala 03 é uma sala comprida, fica próxima ao fosso de ar que possui um jardim vertical, que emana um cheiro de vegetação. Entretanto, a vegetação acaba colaborando para presença de mosquitos na sala.

Quadro 8 — Quadro avaliativo critérios de Adequação/Inadequação da sala 04.

Ambiente	Acústica	Iluminação	Térmico	Mobiliário
Sala 04	( ) Adequado ( ) Parcialmente adequado (X) Inadequado **Comentário:** Quando há aula paralela as atividades no pátio, há muito ruído.	( ) Adequado ( ) Parcialmente adequado (X) Inadequado **Comentário:** A iluminação não atende bem a demanda, é necessária a complementação de iluminação artificial somente no fim do dia.	( ) Adequado ( ) Parcialmente adequado (X) Inadequado **Comentário:** O conforto térmico só é atendido no outono, visto que no inverno faz frio e na primavera e verão as salas ficam quentes.	( ) Adequado (X) Parcialmente adequado ( ) Inadequado **Comentário:** O mobiliário é parcialmente adequado, uma vez que atende bem a altura média dos alunos entre 11 e 15 anos, mas não há adaptações para alunos canhotos, por exemplo.

Fonte: Elaboração própria, set. 2021.

Observa-se no quadro acima que sala 01 é parcialmente adequada quanto aos critérios de conforto acústico, pois quase não possui ruídos externos, somente quando há ruídos provenientes do pátio, quadra poliesportiva, quando há educação física ou intervalo do ensino médio paralelo a aula desta sala.

Com base na formula de Sabine, Gráfico de Bolt Beranek e Newman identificou-se o tempo ótimo de 1,55s. Sem as atividades no pátio o tempo de reverberação marcou cerca de 3,00s e durante as atividades no pátio, marcou cerca de 5,00s, ou seja, acústica inadequada.

Para adequação da sala quanto a o Tempo de Reverberação (TR), ou seja, o tempo que o som permanece no ambiente a partir do instante em que a fonte termina de emitir o som se faz necessário trocar as texturas e revestimentos das salas de aula. A começar pela retirada do azulejo em metade da parede, acaba piorando a qualidade da acústica. E para a adequação da sala de aula quanto ao isolamento acústico, recomenda-se a vedação das janelas de alumínio que dão para o pátio com caixilhos acústicos e aos vidros de mínimo 8mm que podem ser duplos, ao invés de trocar por uma janela acústica

Quanto à iluminação da sala 04 é inadequada, pois em algumas estações como a primavera e verão e em determinados horários a iluminação consegue atender o

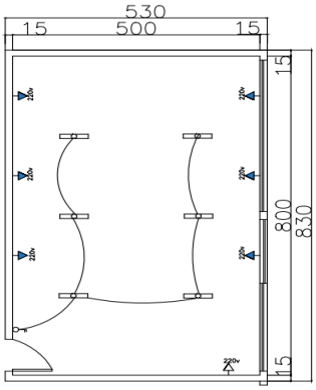
mínimo 300 lux, mas não consegue atender não atender o mínimo de 300 lux no outono e inverno, no qual, é necessária a instalação de mais luminárias com 500 lux, que é a quantidade ideal sobre a bancada de trabalho. As luminárias e ventiladores da sala devem ter interruptores separados. As paredes pintadas com cores claras para auxiliar na iluminação.

É necessária a adequação da sala quanto à iluminação colocando mais luminárias na sala, interruptores separados paras os ventiladores e luminárias com 500 lux sobre a bancada de trabalhos, além de pintar as paredes com cores claras para auxiliar na iluminação.Assim, como o conforto térmico que consegue atender bem no outono no inverno faz frio, na primavera e verão as salas ficam quentes.

A sala é parcialmente adequada as condições ergonômicas, acessíveis, mobilidade, etc pois o mobiliário é parcialmente adequado a ergonomia, uma vez que atende bem a altura média dos alunos entre 11 e 15 anos, conforme as recomendações da do Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental – Palmas, TO, 2016, entretanto não há adaptações para alunos canhotos, por exemplo.

Não apresentam áreas mínimas de circulação, que são propiciadas pela correta disposição do mobiliário, no qual, é recomendável distância de 2,50 cm entre o quadro branco e a primeira carteira do aluno. Não possuem a distância mínima entre elas de 0,20cm e nos corredores com a distância mínima de 0,60 cm entre carteiras dos alunos distancia ideal de 1,50 cm para corredor acessível aos deficientes físicos.

Ilustração 19 — Esquema de iluminação atual.



Fonte: Elaboração própria, fev. 2021.

Portanto, como resultado da discussão concluiu que as salas de aulas do ensino fundamental II (de 6º ao 9º ano) não estão adequadas aos parâmetros e critérios utilizados na pesquisa. Visto que a analise walkthrough é um método comumente utilizado em Avaliação Pós-Ocupacional e (KOWALTAWKI, 2011) informa que em avaliação do ambiente escolar é utilizado métodos de APO e são imprescindíveis as observações, medições técnicas, etc.

Sendo assim, o livro informa que é comum encontrar nas escolas problemas com relação a acústica, ou seja, os ruídos provenientes de quadra poliesportiva e atividade física paralela que atrapalham as aulas, uma vez que atividades esportivas exigem detalhamento e qualidade construtiva, que são escassas em obras públicas, devido ao processo de constatação por meio de licitação.

Vale destacar que as quadras devem ficar próximas dos espaços de vivência, refeitórios, pátios, banheiros, cozinha e mais distantes das salas de aulas e bibliotecas, por exemplo. Há um padrão de projeto para instituições como as escolas, hospitais, no qual, os programas de necessidades são padronizados. E com relação ao conforto térmico é fundamental ventilação cruzada e ao conforto luminoso é necessário no mínimo 300 lux e o ideal 500 lux (KOWALTAWKI, 2011).

Para (KOWALTAWKI, 2011) um aluno ocupa cerca de 1,50m, deste modo o ideal é que uma sala de aula atenda entre 13 e 20 alunos, com ocupação máxima de 30 alunos por professor e que as salas de aula devem permitir arranjos funcionais.

É necessário fazer adequação da sala de quanto à acústica, quando a atividades no pátio paralelas as aulas na sala. Recomenda-se a vedação das janelas de alumínio que dão para o pátio com caixilhos acústicos e aos vidros que podem ser duplos, ao invés de trocar por uma janela acústica.

Iluminação que atenda aproximadamente 500 lux sobre as bancadas de trabalho, visto que o esquema de iluminação atual está conforme ilustração 15, ou seja, precisa de adequação, no qual, foi feita a proposta conforme a ilustração 18. Além de pintar as paredes com cores claras para auxiliar na iluminação da sala.

5. PROPOSTA PARA AS SALAS DE AULA DO ENSINO FUNDAMENTAL II DA REFERIDA ESCOLA

O desenvolvimento da proposta, a seguir passou por minuciosos estudos projetuais, com principal objetivo de tornar as salas de aulas do ensino fundamental II da referida escola acessível, confortável, segura e que proporciona qualidade da aprendizagem dos alunos e um ambiente de trabalho produtivo aos professores. E, a partir destes estudos e ideias que foram definidas diretrizes para as adequações das salas de aulas.

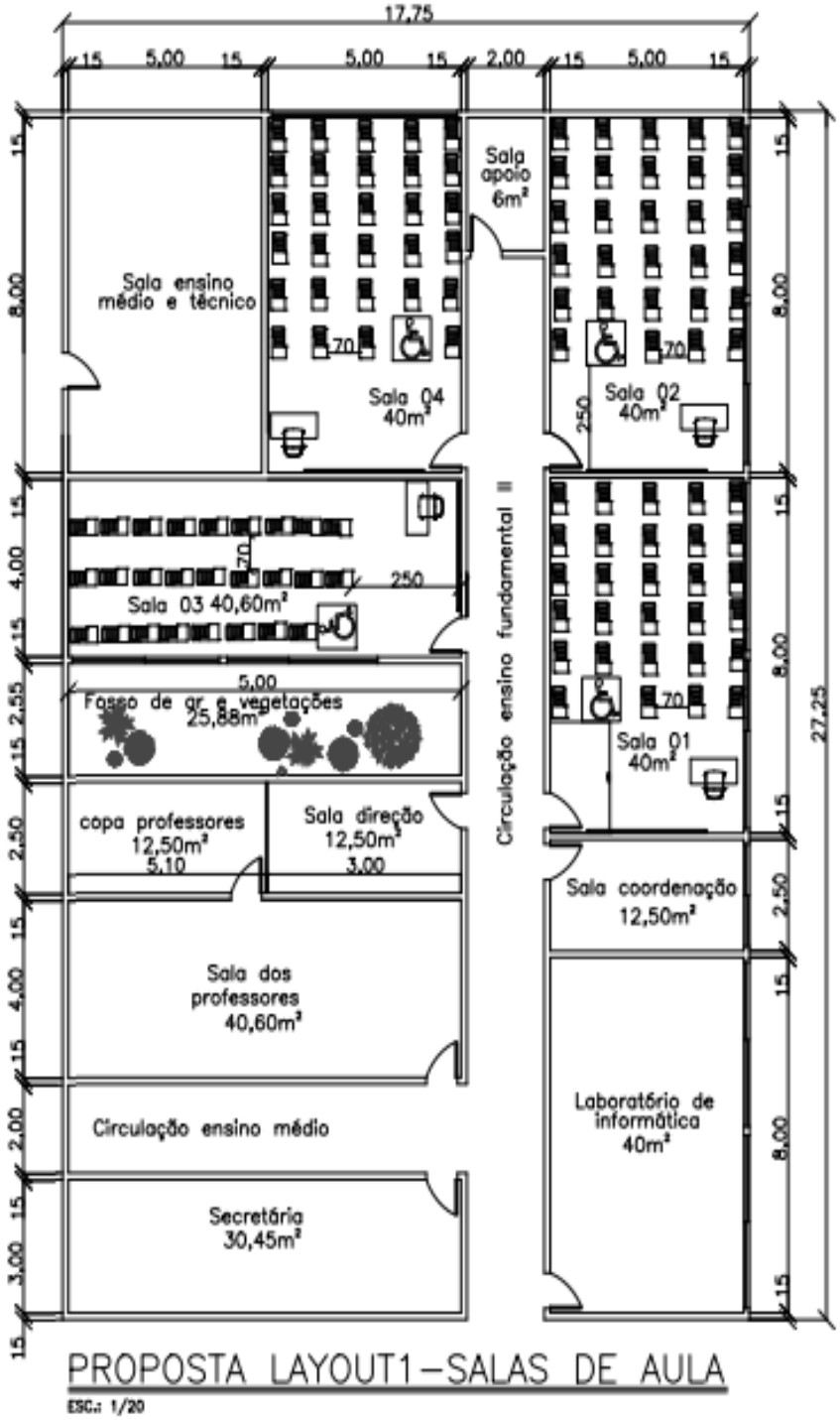
Promover o controle dos ganhos de calor, dissipação de energia térmica e a retirada da umidade em excesso através de: ventilação cruzada entre as janelas e portas para que o vento circule pelo interior da edificação, instalação de brises horizontais para evitar insolação direta e uso de cores claras na fachada para refletir o calor e não absorvê-lo.

1. Promover a melhoria da iluminação natural através das janelas e complementar com iluminação artificial para que se alcance 500 lux nas bancadas de trabalho;
2. Interruptores separados para as luminárias distribuídas em sala de aula;
3. Promover ergonomia nas salas;
4. Distância de 2,50m entre o quadro branco e a carteira;
5. Promover a correta interação do edifício com o ruído urbano através de caixilhos instalados nas janelas para que impeça a entrada de sons indesejados durante as atividades realizadas no pátio paralelas a aula nas salas;
6. Uso de persianas ou cortinas para escurecer a sala durante exposição de conteúdos por meio de data-show;

Segue as duas propostas de layout das salas de aula do ensino fundamental II, no qual, nas duas propostas com espaço para atender ao menos um aluno cadeirante em cada sala do ensino fundamental II da referida escola, visto que as salas ficam no térreo, além de duas carteiras para alunos canhotos. E respeitando a distância

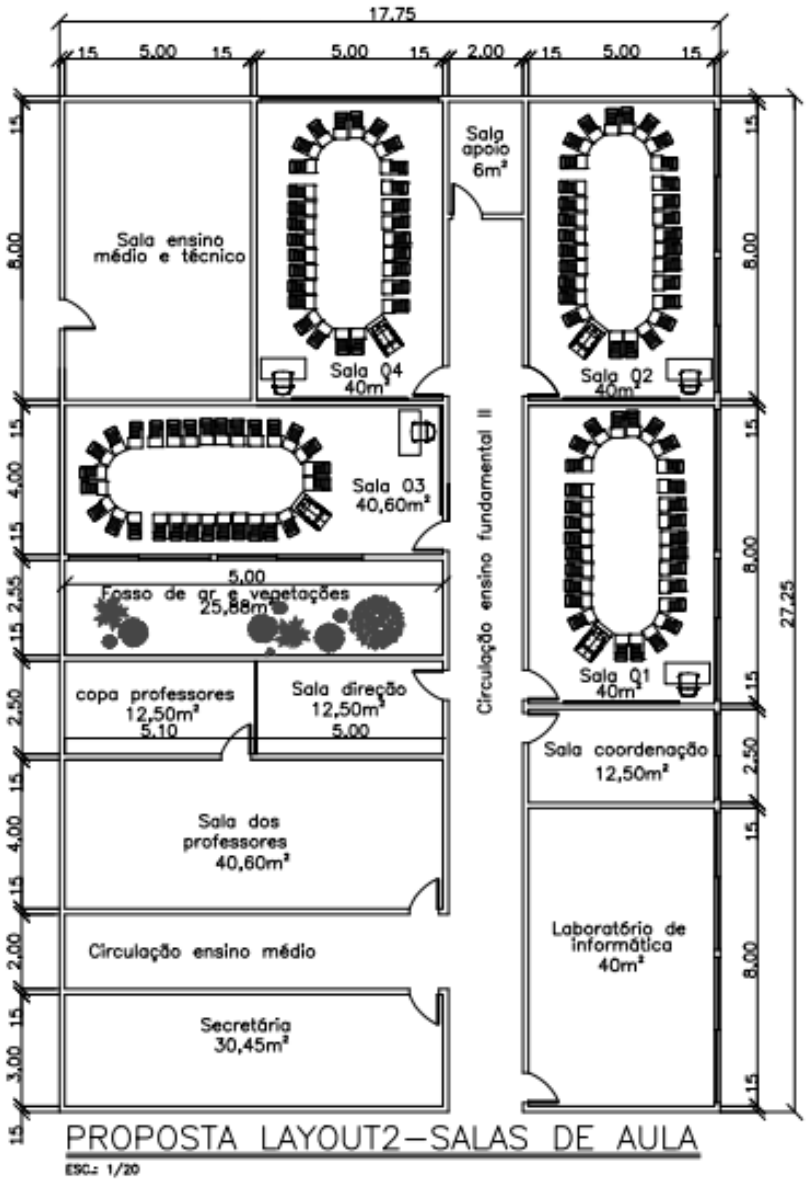
mínima de 250 cm entre o quadro branco da carteira do aluno, e distância entre carteiras de 50cm conforme o manual de ambientes didáticos (2011). E outra proposta com layout alternativo, para promover atividade em grupo.

Ilustração 20 — Proposta 1 de layout para as salas de aula do ensino fundamental II.



Fonte: Elaboração própria, nov. 2021.

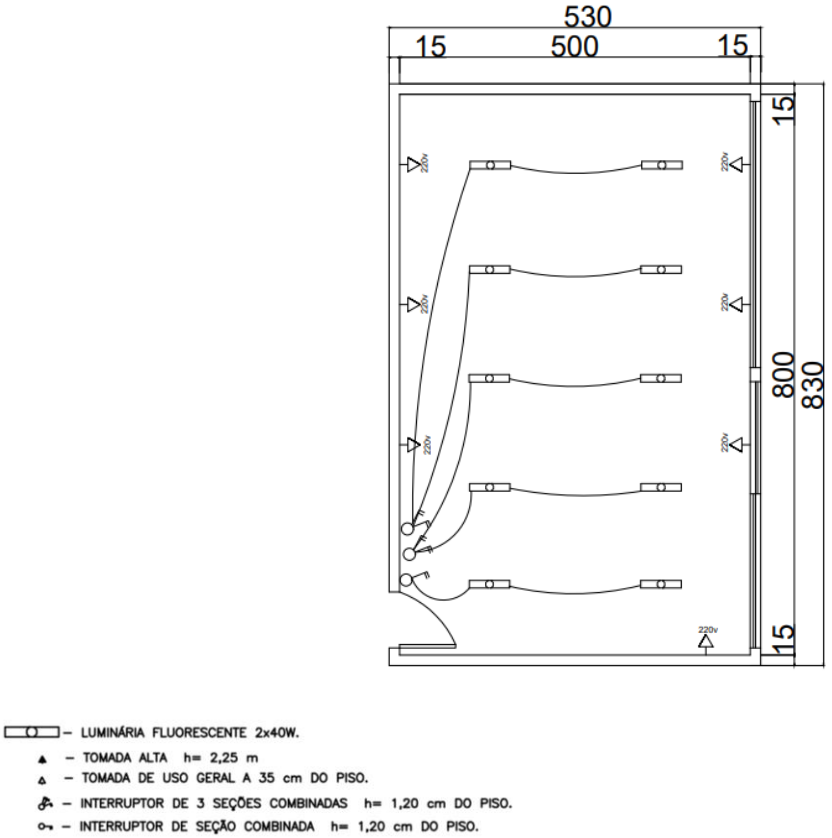
Ilustração 21 — Proposta de layout 2 para as salas de aula do ensino fundamental II.



Fonte: Elaboração própria, nov. 2021.

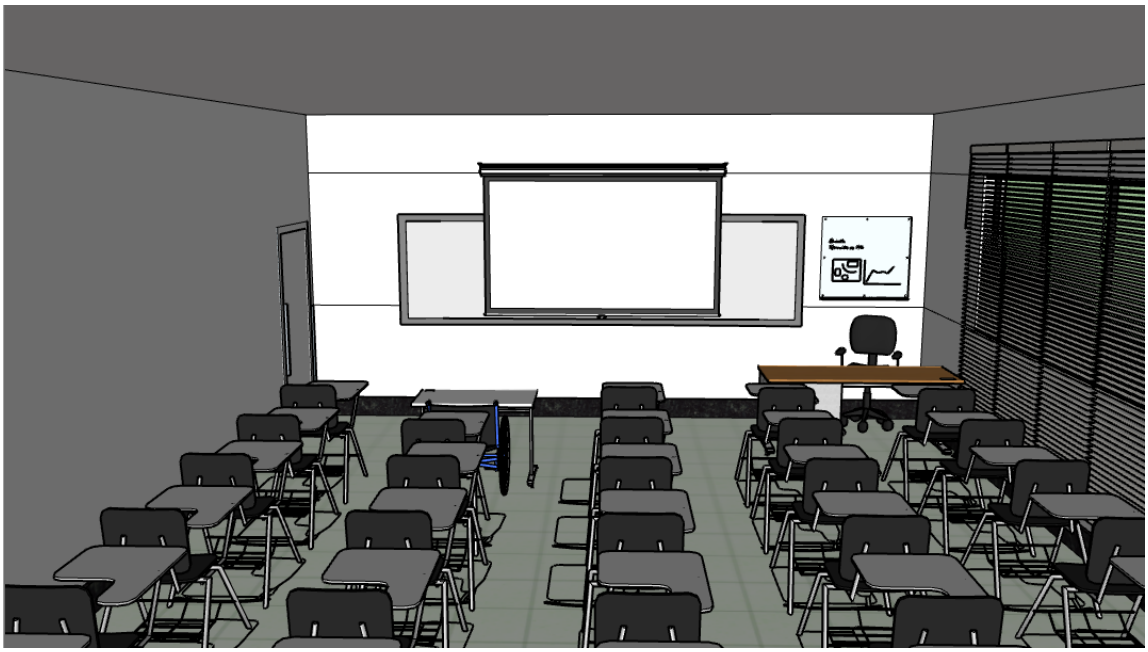
Conforme o FNDE, no Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental é necessário 500 lux e que a sala possui 40m². Sendo assim, para identificar a quantidade ideal de luminárias no ambiente, primeiramente, calculamos 500 lux X 40m² = 20.000 / 2.300 lumens cada luminária de sobrepor tubular LED 2 lâmpadas retangulares 120cm Lumepetro possui = 8,69, adota-se 10 luminárias.

Ilustração 22 — Proposta de esquema de iluminação para as salas de aula do ensino fundamental II.



Fonte: Elaboração própria, nov. 2021.

Ilustração 23 — 3D da proposta para as salas de aula do ensino fundamental II.



Fonte: Elaboração própria, nov. 2021.

Ilustração 24 — 3D da proposta para as salas de aula do ensino fundamental II.

Fonte: Elaboração própria, nov. 2021.

6 . CONCLUSÃO

Diante disso, fica do presente trabalho a visão de uma arquitetura que precisa atender as demandas da sua função, visto que o ambiente físico é capaz de impactar no cérebro humano e é importante destacar que o conforto ambiental afeta diretamente a produtividade homem. Sendo assim, foi possível estabelecer uma reflexão em torno do ambiente adequado de uma sala de aula para que se fomente uma aprendizagem efetiva, agradável e produtiva. E observou-se a importância de pensar em projetos centrados no conforto e necessidades dos usuários.

Entretanto, só é possível se articular e harmonizar a finalidade de perspectiva subjetiva do espaço às premissas da projeção arquitetônica objetiva do ambiente, no qual, este trabalho teve como problemática a questão da possibilidade de se projetar salas de aulas que colaborassem para aprendizagem do aluno, ao proporcionar uma melhor qualidade de vida aos alunos e professores.

Conclui-se que, foi possível alcançar os objetivos e responder a problemática central nela traçada visto que após os estudos bibliográficos, a ficha de registro de analise Walkthrough que é um método comumente utilizado em Avaliação Pós Ocupação, chegou-se na análise do Quadro Avaliativo que possibilitou diretrizes de conforto ambiental e organização espacial das salas de aula do ensino fundamental II, compreendeu-se que é possível propor um ambiente construído de sala de aula que colabore com a aprendizagem do aluno.

A pesquisadora pretende realizar no futuro uma pesquisa em nível de mestrado, acerca de projetos escolares e utilizar ferramentas mais precisas para o levantamento de dados, além de utilizar métodos e técnicas que possibilitem escutar a opinião dos usuários e analisar esta opinião dentro de um conjunto de parâmetros técnicos ao que se referem a percepção dos usuários. Uma vez que há poucos trabalhos publicados a respeito de salas de aula do ensino fundamental II a escassez de normas técnicas a edificação escolar além dos impedimentos da pesquisa devido ao covid-19. Vale ressaltar que a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso colaborou na formação profissional da pesquisadora, pois esta imersão nos estudos referente a projetos de sala de aula, a motivou ajudar as pessoas com o conhecimento adquirido.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BARBOSA, Márcio F.. **A noção de ser no mundo em Heidegger e sua aplicação na psicopatologia.** Psicol. cienc. prof., Brasília , v. 18, n. 3, p. 2-13, 1998 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-98931998000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 04 mai. 2021.

BEAR, Mark F. **Neurociências.** 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

BITTAR, Mariangela Lopes et al. **Ações para a melhoria do conforto acústico em instituições de educação infantil. Ciência & Saúde Coletiva [online]**. 2018, v. 23, n. 1 [Acessado 4 Maio 2021] , pp. 315-324. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018231.22932015>.

BRAZ, Danny. **Neuroarquitetura e biofilia: a influência dos espaços físicos e da natureza no bem estar mental. Regatec – sistemas de irrigação**. Publicado em 29 abr. 2019. Disponível em: < https://www.regatec.com.br/condominios/neuroarquitetura-e-biofilia-a-influencia-dos-espacos-fisicos-e-da-natureza-no-bem-estar-mental/>. Acesso em 04 mai. 2021.

CANGUSSU, Manuela Rocha. **A importância da iluminação no projeto de interiores residencial: estudo de caso em habitações sociais em Cachoeira do Campo/MG**. Ouro Preto, MG: Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.

CARVALHO, R. P.; PANIAGO, B. K.; NARDELLI, M. **Conforto Acústico e Conforto Térmico – Fundamentos para a aplicação na arquitetura e urbanismo.** Brasília: ArchTec, 2017.

CARVALHO, R. P. **Acústica arquitetônica.** 2ª ed. Brasilia. Thesauros, 2010.

CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICO DE VITÓRIA. **Guia de elaboração e normalização de trabalhos acadêmicos e de pesquisa.** 5ª ed. Vitória-ES: Biblioteca do Centro Universitário Católico de Vitória/ES. 2018.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio, Século XXI:** o dicionário da Língua Portuguesa. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FNDE. Manual de orientações técnicas volume 03 elaboração de projetos de edificações escolares ensino fundamental, 2021. Disponível em: file:///C:/Users/Ariadne/Downloads/volume%203%20-%20manual%20elaboracao%20projetos%20ed.%20escolares%20-%20fundamental_desenvolvimento.pdf

Fundação Universidade Federal do Tocantins. Manual de ambientes didáticos: diretrizes para layout, equipamentos e conforto ambiental / Adaptação Diretoria de Arquitetura e Urbanismo da Prefeitura Universitária - UFT – Palmas, TO, 2016.

FURTADO, José Luiz. **Fenomenologia e crise da arquitetura. Kriterion**, Belo Horizonte , v. 46, n. 112, p. 414-428, Dec. 2005 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-512X2005000200022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 04 mai. 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOSCH, Angela Christine. **Neurociência e comportamento humano**. Curitiba: Contentus, 2020.

GÜNTHER, Hartmut. **Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão?**. Psicologia: Teoria e Pesquisa, Brasília, v. 22, n. 2, p. 201-210, mai.-ago. 2006.

HISOUR. **Fenomenologia na arquitetura.** Disponível em: < https://www.hisour.com/pt/phenomenology-in-architecture-28264/#:~:text=A%20fenomenologia%20na%20arquitetura%20pode,arquitet%C3%B4nica%2C%20um%20movimento%20arquitet%C3%B4nico%20hist%C3%B3rico.&te

xt=A%20fenomenologia%20da%20arquitetura%20%C3%A9,arquitetura%20como%20aparece%20na%20experi%C3%AAncia.> . Acesso em 04 mai. 2021.

KANDEL e Colaboradores (2014). **Princípios de Neurociências. 5.ed.** Porto Alegre: Artmed.2014.

KOWALTAWKI, Doris C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino.** Doris C. C. K Kowaltawki. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho térmico de edificações. Apostila do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina.** Florianópolis, 2005. LAMBERTS, R.; DUTRA, L. e PEREIRA, F.O.R. Eficiência energética na arquitetura. 1ª Edição – São Paulo: PW, 1997.

MAKARENKO, Antonio S. **Conferências sobre educação infantil. Trad. VIZOTTo, Maria Aparecida A. Vizzotto. São Paulo**: Moraes, 1981.

OCHOA, Juliana Herlemann; ARAUJO, Daniel Lima; SATTLER, Miguel Aloysio. **Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário. Ambient. constr.**, Porto Alegre , v. 12, n. 1, p. 91-114, mar. 2012 .

PAGNAN, A.S. et al. **Designa centrado no usuário e seus princípios éticos norteadores no ensino do design. Estudos em design.** Rio de Janeiro, v. 27, n. 1. p. 131 – 17, 2019.

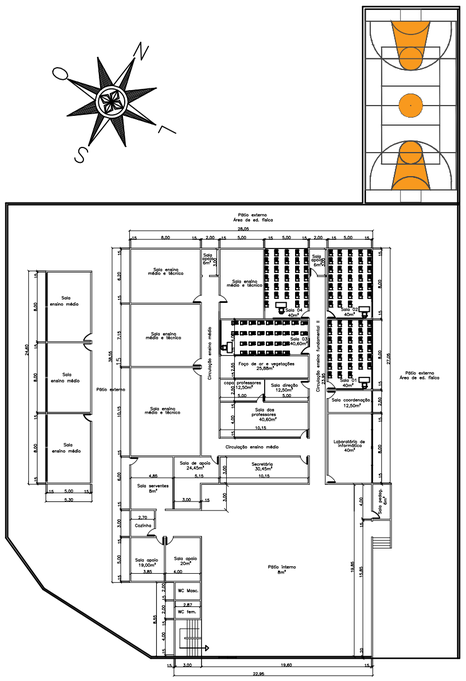
PAULA, R. M. S.B. et al. **Neuroarquitetura e design biofílico aplicados ao espaço de contact center.** RECHST, v. 8, n. 2, p. 109-130, ago/dez, 2019.

SEVERINO, A.J. **Metodologia do trabalho científico**. 22ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

APÊNDICES

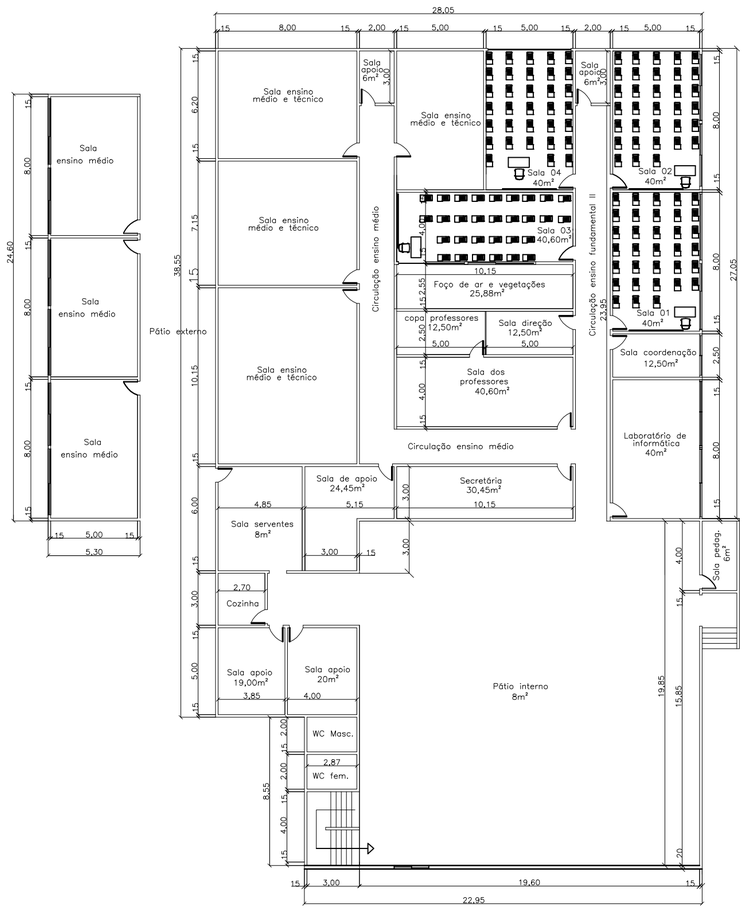
APÊNDICE A – Implantação da escola e planta baixa

APÊNDICE B – Proposta de Layout 1 e Proposta de Layout 2



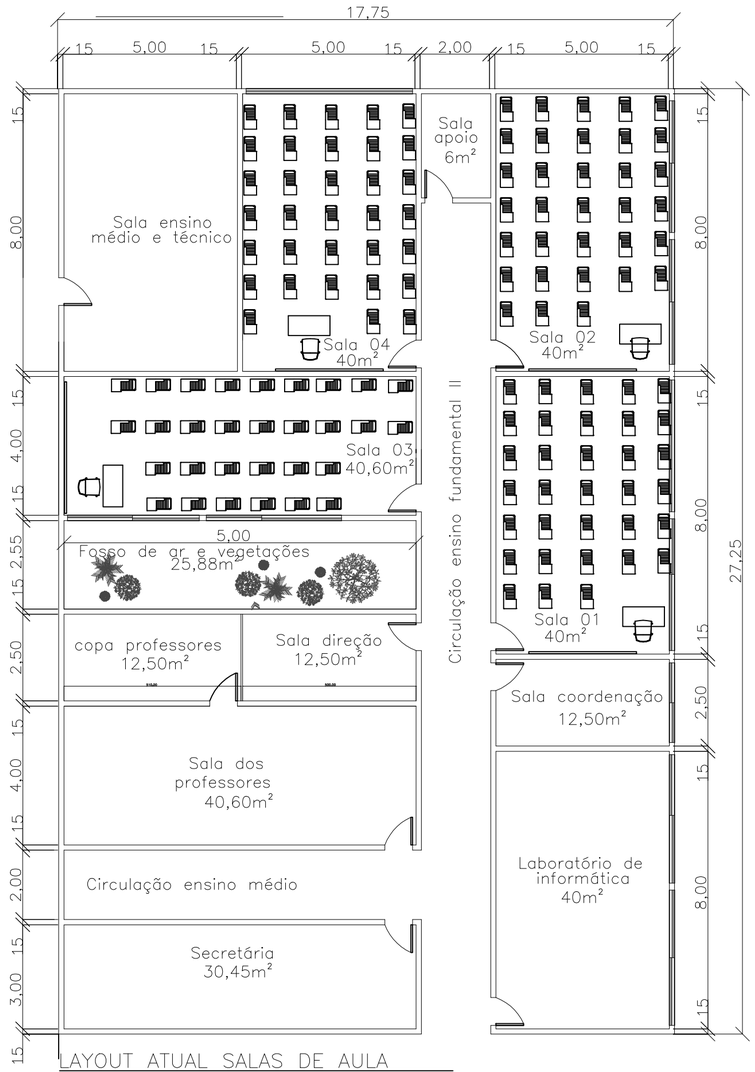
IMPLANTAÇÃO ESCOLA

ESC.: 1/50



PLANTA BAIXA ESCOLA

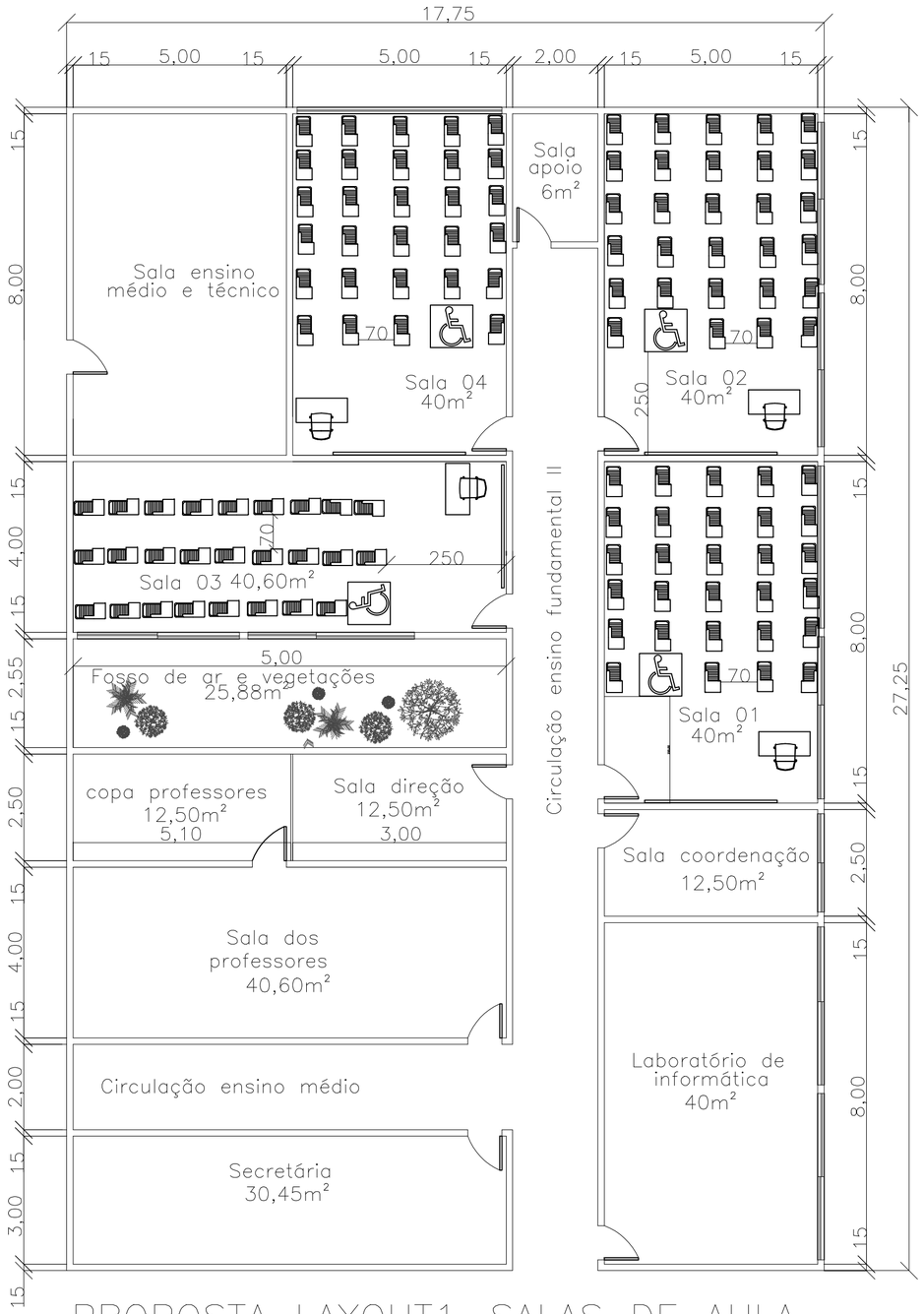
ESC.: 1/50



LAYOUT ATUAL SALAS DE AULA

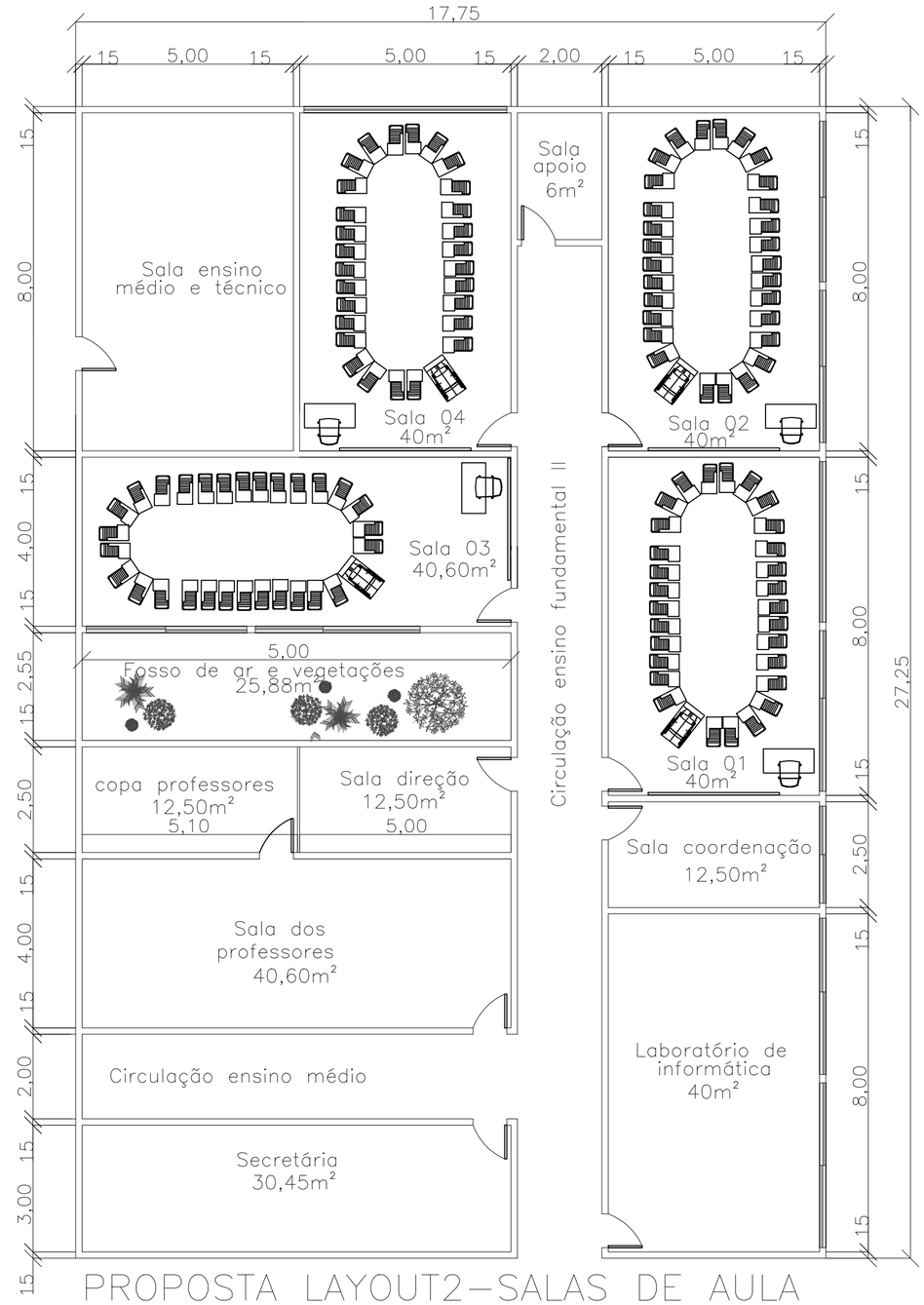
ESC.: 1/25

DESCRIÇÃO: PROJETO DE ADEQUAÇÃO DE SALAS DE AULA		
LOCAL: E.E.E.F.M: CORONEL OLÍMPIO CUNHA		
DESENHO: ARIADNE QUEIROZ PESTANA	INSTITUIÇÃO: CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICO DE VITÓRIA	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO	DATA: NOVEMBRO / 2021	FOLHA: 1/2
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	ESCALA: 1/50	



PROPOSTA LAYOUT1–SALAS DE AULA

ESC.: 1/20



PROPOSTA LAYOUT2–SALAS DE AULA

ESC.: 1/20

DESCRIÇÃO: PROJETO DE ADEQUAÇÃO DE SALAS DE AULA		
LOCAL: E.E.E.F.M: CORONEL OLÍMPIO CUNHA		
DESENHO: ARIADNE QUEIROZ PESTANA	INSTITUIÇÃO: CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICO DE VITÓRIA	
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO	DATA: NOVEMBRO / 2021	FOLHA: 2/2
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II	ESCALA: 1/20	