

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - UNIFAP
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

LAÍS FRANCO GOMES

ILUMINAÇÃO NATURAL COMO DIRETRIZ NO PROJETO ARQUITETÔNICO:

Dimensionamento de aberturas na Escola de Ensino Fundamental Centro
Educativo Balão Mágico no Município de Santana

SANTANA – AP

2014

LAIS FRANCO GOMES

ILUMINAÇÃO NATURAL COMO DIRETRIZ NO PROJETO ARQUITETÔNICO:

Dimensionamento de aberturas na Escola de Ensino Fundamental Centro Educacional Balão Mágico no Município de Santana

Monografia apresentada à banca examinadora da Universidade Federal do Amapá, como quesito para a obtenção do título de Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Área de concentração: Eficiência Energética e Conforto Ambiental.

Orientadora: Prof. Me. Ivanize Cláudia dos Santos e Silva.

SANTANA - AP

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

729.28

G633i Gomes, Lais Franco

Iluminação natural como diretriz no projeto arquitetônico: dimensionamento de aberturas na Escola de Ensino Fundamental Centro Educacional Balão Mágico no Município de Santana / Lais Franco Gomes -- Santana, 2014.

104 p.

Orientadora: Prof. MS. Ivanize Cláudia dos Santos e Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo.

1. Iluminação – Arquitetura e decoração. 2. Iluminação de interiores. 3. Iluminação natural. 4. Projeto arquitetônico. 5. Sala de aula. I. Silva, Ivanize Cláudia dos Santos, orient. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

LAÍS FRANCO GOMES

ILUMINAÇÃO NATURAL COMO DIRETRIZ NO PROJETO ARQUITETÔNICO:

Dimensionamento de aberturas na Escola de Ensino Fundamental Centro Educacional Balão Mágico no Município de Santana

Esta monografia foi julgada adequadamente pela banca examinadora da Universidade Federal do Amapá, para a obtenção do título de Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Área de concentração: Eficiência Energética e Conforto Ambiental.

Data: ____/____/____

Prof. Me. Ivanize Cláudia Santos e Silva (UFPB)

ORIENTADORA

MEMBRO DA BANCA EXAMINADORA

MEMBRO DA BANCA EXAMINADORA

SANTANA – AP

2014

Dedico essa etapa da minha vida ao meu Pai e a Mãe por acreditarem em minha capacidade, pelo apoio que sempre me proporcionaram, pelas palavras nos momentos difíceis e por simplesmente pelo amor grandioso que me dão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu Deus, por me dar forças, sabedoria, paciência e saúde todos os dias. Por me conduzir sempre ao melhor caminho, traçado em seu tempo. Por não me deixar fraquejar nos momentos difíceis e sim lutar com todas as forças, quebrando obstáculos até chegar à vitória um tanto almejada.

À minha família, à minha irmã Lívia Franco e, principalmente, ao meu irmão Cristian Franco que incansavelmente contribuiu para a realização deste.

Ao meu noivo, lully Ferreira, que esteve ao meu lado me ajudando das melhores formas possíveis, com paciência, carinho, amor e compreensão.

Às minhas amigas e futuras colegas de profissão que em alguns momentos foram as minhas melhores e únicas co-orientadoras Anneli Celis, Aymêe Thais, Fernanda Amaro, Flávia Wayne e Géssica Nogueira que durante esses cinco anos de academia contribuíram muito para esta realização, pela bela amizade conquistada, pelo carinho de todas, pela paciência e pela cumplicidade.

Aos amigos da turma 2009 por estarmos juntos nesses cinco anos.

Aos amigos Cleber Sadala, Tércio Renato, Apoliana Moraes pela ajuda imprescindível.

À escola Centro Educacional Balão Mágico por contribuir com informações necessárias para este.

Professora Ivanize, minha orientadora, pelo aprendizado, pela sua colaboração e por contribuir com seu conhecimento.

RESUMO

O Brasil é um país com ótimo potencial de luminosidade. Entretanto, em muitos ambientes, existe a necessidade da luz acesa o dia inteiro pela falta de aproveitamento da iluminação natural. A iluminação natural é de grande relevância, pois a luz é um estimulante natural e saudável por proporcionar diversos benefícios à saúde física e psicofisiológica do ser humano. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar a disponibilidade da luz natural no ambiente escolar, no interior de uma sala de aula, de acordo com os parâmetros exigidos pela NBR 15215-4 Iluminação natural bem como elaborar um projeto arquitetônico. Foi realizado levantamentos bibliográficos, pesquisa de campo no interior da sala de aula do 4º ano da escola Centro Educacional Balão Mágico, utilizando-se de máquinas fotográficas, aparelhos específicos: Luxímetro, Mod. LD-300 Cod. 06049 Marca: Instrutherm, utilização do software Autodesk Autocad 2007, software sketchup-Pro 2013, Microsoft Word 2007 e simulação computacional RELUX professional 2006. Na avaliação, os resultados de iluminação natural não foram satisfatórios nos horários das 10:00h e das 15:00h comparados ao mínimo exigido pela NBR 15215 – iluminação natural, houve a necessidade também de avaliar no decorrer do trabalho, a iluminação artificial nos mesmos horários, como forma complementar. Desta forma, elaborou-se um projeto arquitetônico atendendo a todos os parâmetros exigidos pela NBR 15215 e NBR 5413, tornando-o adequado para proporcionar o conforto nos aspectos visuais.

Palavras-chave: Dimensionamento, Iluminação natural, Sala de aula,

ABSTRACT

Brazil is a country with great potential for brightness. However, in many environments, there is the need of the light on the entire day by the lack of utilization of natural lighting. The natural lighting is of great importance, because the light is a natural and healthy stimulant, providing many benefits to physical and psychophysiological health of human being. This way, the present work had as objective verifies the readiness of the natural light in the school atmosphere, inside a classroom, in agreement with the parameters demanded by NBR 15215-4 natural illumination as well as to elaborate an architectural Project. It was accomplished bibliographical rising and field research inside the classroom of the 4° year of the Centro Educacional Balão Mágico - CEBAM, using cameras, specific apparatus: Luxmeter, Mod. LD-300 Cod. 06049 Brand: Instrutherm Dec-405 sound level meter, use the software Autodesk Autocad 2007 software, sketchup-Pro 2013, Microsoft Word 2007 and computational simulation 'RELUX professional 2006. In the evaluation, the results of natural lighting were not satisfactory in time of 10:00 and 15:00 hs compared to the minimum required by NBR 15215 - natural lighting, there was also the necessity to evaluate in this research, the artificial lighting at the same times, as complementary form. Thus, it was produced an architectural project taking into consideration all the parameters required by NBR 15215 and NBR 5413, making it suitable for providing comfort in visual aspects.

Keywords: Measuring, Natural lighting, Classroom,

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fontes de luz natural que alcançam o edifício	35
Figura 2 - Prateleiras de Luz	39
Figura 3 - Iluminação, cor e aprendizado	40
Figura 4 - Luz oriunda de cima da parede	43
Figura 5 - Luz refletida da parede.....	43
Figura 6 - Bloco monolítico/bicicletário/rampa/área de circulação	45
Figura 7 - Quadra com cobertura branca/ pátio interno com luz natural.....	45
Figura 8 - Planta baixa e planta superior com formato de cata vento.....	46
Figura 9 - Escola Erich Walter Heine.....	47
Figura 10 - Escola projetada pelo grupo MMBB	48
Figura 11 - Escola Tia Ciata, Rio de Janeiro	49
Figura 12 - Zona Residencial de Baixa Densidade.....	52
Figura 13 - Parâmetros Urbanísticos para a ocupação do solo.....	52
Figura 14 - Restrições para o uso residencial multifamiliar na macrozona urbana...52	
Figura 15 - Área do terreno da edificação (CEBAM)	53
Figura 16 - Vista Frontal	53
Figura 17 - Vista lateral	54
Figura 18 - Planta baixa com adaptações	55
Figura 19 - Sala de aula (CEBAM)	56
Figura 20 - Área externa (CEBAM).....	56
Figura 21 - Determinação do Hm	58
Figura 22 - Malha de pontos.....	58
Figura 23 - Dados da iluminância natural (média) às 10h	59
Figura 24 -Dados da iluminância natural (média) às 15h	60
Figura 25 - Campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras	61
Figura 26 - Dados de iluminância artificial (média) às 10h.....	62
Figura 27 - Dados da iluminância artificial (média) às 15h	63
Figura 28 - Localização do terreno da nova proposta	65
Figura 29 - Análise do entorno	65
Figura 30 - Condicionantes climáticas.....	66
Figura 31 - Representação dos acessos	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 32 - Funcionograma	69
Figura 33 - Fluxograma da proposta	70
Figura 34 - Setorização da nova proposta.....	71
Figura 35 - Partido arquitetônico da nova proposta escolar	72
Figura 36 - Volumetria da proposta	73
Figura 37 - Macrozoneamento urbano	74
Figura 38 - Hierarquização viária do entorno do terreno	76
Figura 39 - Planta baixa da nova proposta	77
Figura 40 - Corte e fachadas do novo projeto	78
Figura 41 -O 3D da nova proposta	79
Figura 42 - Carta solar.....	81
Figura 43 - Dimensionamento do brise.....	81
Figura 44 - Ponto referencial na sala de aula.....	82
Figura 45 - Disponibilidade da iluminância no ambiente	82
Figura 46 - Distribuição da luz difusa	83
Figura 47 - Perspectiva da disponibilidade da luz natural.....	82
Figura 48 - Perspectiva da disponibilidade da luz.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Padronização de indicadores de conforto para construções escolares administradas pela FDE em São Paulo.....	27
Tabela 2 - Resolução SS-493 de 8/9/1994: Norma Técnica que dispõe sobre a elaboração de projetos de Edificação de escolas de 1º e 2º graus elaborados pela FDE do Estado de São Paulo.....	30
Tabela 3 - Programas arquitetônicos da FDE - Ensino Fundamental - Ciclo I (1ª a 4ª séries) - Módulos de 1 a 3.....	33
Tabela 4 - Níveis de iluminação para ambientes escolares.....	35
Tabela 5 - Quantidade mínima de pontos.....	58
Tabela 6 - Medição da luz natural.....	60
Tabela 7 - Medição da luz artificial.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Programa de necessidades e Pré-dimensionamento da proposta	68
Quadro 2 - Setorização urbana	74
Quadro 3 - Parâmetro urbanísticos para a ocupação do solo	75
Quadro 4 - Artigo 92	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAT Coeficiente de aproveitamento do Terreno

CC Componente do Céu

CEBAM Centro Educacional Balão Mágico

CEU'S Centro Educacionais Unificados

CONESP Companhia de Construções de São Paulo

CRE Componente Refletida Externa

CRI Componente Refletida Externa

FDE Fundação para o Desenvolvimento da Educação

FUNDESCOLA Fundo de Fortalecimento da Escola

MEC Ministério da Educação

NBR Norma Brasileira

ZMMD Zona Mista de Média Densidade

ZRBD Zona Residencial de Baixa

LISTA DE SIMBOLOS – NOMENCLATURAS E UNIDADES

α = alfa

β = beta

γ = gama

Σ = Somatória

k = coeficiente

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
JUSTIFICATIVA	16
FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	17
HIPÓTESE	17
OBJETIVO GERAL	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
METODOLOGIA	18
MATERIAIS E MÉTODOS	20
ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	21
CAPÍTULO 2 PARÂMETROS CONSTRUTIVOS PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO FUNDAMENTAL NO BRASIL	22
2.1 FUNDAMENTOS E PRINCÍPIOS DA EDUCAÇÃO	22
2.2 EVOLUÇÃO DA ARQUITETURA ESCOLA23	
CAPÍTULO 3 CONFORTO LUMINOSO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO FUNDAMENTAL	34
3.1 NBR 15215 - 3	34
3.2 ESTRATÉGIAS PARA O CONFORTO LUMINOSO	36
3.3 EXEMPLOS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO FUNDAMENTAL	44
3.3.1 ESCOLA ERICH WALTER HEINE	44
3.3.2 ESCOLA CONTÍNUA	47
3.3.3 PROJETO ESCOLAR MODULAR – RIO DE JANEIRO	48
CAPÍTULO 4 ILUMINAÇÃO NATURAL COMO DIRETRIZ NO PROJETO ARQUITETÔNICO: DIMENSIONAMENTO DE ABERTURAS NA ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL CENTRO EDUCACIONAL BALÃO MÁGICO NO MUNICÍPIO DE SANTANA	51
4.1 ESTUDO DE CASO	51
4.1.1 CENTRO EDUCACIONAL BALÃO MÁGICO	51

4.1.1.1 LOCALIZAÇÃO (Centro Educacional Balão Mágico)	53
4.1.2 MEDIÇÕES	56
4.1.2.1 MEDIÇÃO CONFORME A NBR 15215-4 – ILUMINAÇÃO NATURAL	57
4.1.2.2 MEDIÇÃO CONFORME A NBR 5382 – Iluminância de interiores	60
4.2 PROJETO PROPOSTO	64
4.2.1 ESTUDO PRELIMINAR	64
4.2.1.1 PROGRAMA DE NECESSIDADES	67
4.2.1.2 FUNCIONOGRAMA E FLUXOGRAMA	69
4.2.1.2.1 PARTIDO ARQUITETÔNICO	70
4.2.1.4 VOLUMETRIA	73
4.2.2 PROJETO	73
4.2.2.1 LEI DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	73
4.2.2.4 DESENHOS TÉCNICOS (plantas, cortes e fachadas)	76
4.3 ESTUDO DA ILUMINÂNCIA DA NOVA PROPOSTA	79
4.3.1 CÁLCULO DE BRISE	79
4.3.2 CÁLCULO DE ILUMINAÇÃO NATURAL	80
4.3.3 ANÁLISE COM O SOFTWARE: RELUX PROFISSIONAL 2006	81
4.3.3.1 ANÁLISE DA SALA DE AULA COM CÉU CLARO, NO HORÁRIO DE 10H	81
4.3.3.2 CÉU PARCIALMENTE ENCOBERTO	83
CONCLUSÃO	84
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE A	88
APÊNDICE B	90
APÊNDICE C	97
APÊNDICE D	

INTRODUÇÃO

A iluminação natural, tanto no ambiente escolar quanto em ambientes similares, pode contribuir enormemente para o conforto visual, aprendizado, saúde e para o bem-estar do ser humano. Assim como, pode proporcionar a diminuição do consumo de energia através de um bom dimensionamento de aberturas e distribuição da luz natural que seja adequada à nossa região.

A iluminação natural é a luz proveniente dos espaços e aberturas laterais, que por sua vez, depende da somatória de três variáveis, como a quantidade de luz proveniente das abóbadas celestes; a quantidade de luz proveniente das reflexões das superfícies externas; e a quantidade de luz proveniente das reflexões das superfícies internas, de acordo com o entendimento de VIANNA e GONÇALVEZ (2001).

O conforto visual segundo CORBELLA (2003) está totalmente relacionado com o bem estar e com o ver bem. Existem diversas tarefas, diferentes idades e diversos ambientes em que um bom nível de luz é uma condição necessária para a obtenção do conforto visual. Uma boa distribuição de luz, nem grandes contrastes são convenientes para não haver o ofuscamento no ambiente, pois como consequência, ocasiona o desconforto ou cansaço visual.

O conforto para muitos autores está relacionado com o bem estar do homem e que este está intimamente ligado às sensações físicas, ou simplesmente os sentidos.

Conforme BERTOLOTTI (2006) existem três fatores básicos de desempenho que devem ser levados em consideração em relação às condições de iluminação em ambientes educacionais, tais como:

- Os níveis mínimos de iluminância: quantidade mínima de luz no plano de trabalho que possibilite a realização das atividades pretendidas sem esforço visual. Estes níveis estão estabelecidos na norma da ABNT

- NBR 5413 “Iluminâncias de interiores – Especificação”, para cada ambiente em que se desenvolvem atividades educacionais, tais como salas de aula, bibliotecas, laboratórios, áreas esportivas.

- A boa uniformidade da luz no ambiente: ou seja, da distribuição uniforme dos níveis mínimos de iluminância pelo ambiente; dependem basicamente da forma, dimensões e posição das aberturas;

- A ausência de ofuscamento: é evitar a incidência de luz solar direta nos planos de trabalho, por exemplo: lousas, carteiras, brinquedos. Contribuindo na produção de texto e pesquisas, na saúde e desempenho dos estudantes.

A escola desenvolve um papel importante na sociedade e na vida de cada indivíduo. Ela proporciona uma formação e um crescimento profissional através das ações do ensinar e do saber. No Brasil, a qualidade de ensino público ainda se mostra insatisfatória quanto ao seu desempenho. Muitos autores Kowaltowski e Pereira (2012) asseguram que a má qualidade no ensino público está ligada também ao espaço físico, que em muitos casos, não oferecem condições ideais para o desenvolvimento físico. Nesse sentido é necessário que os ambientes voltados para o ensino propiciem conforto.

JUSTIFICATIVA

A pesquisa sobre a iluminação natural nas escolas é interessante porque é um assunto de interesse socioeconômico, ambiental e científico, pois se torna necessário mostrar a eficiência e a importância de um projeto de iluminação natural no ambiente escolar, com todas as suas vantagens/benefícios que este pode proporcionar como a melhoria da qualidade de vida e influenciando na aceitação do conhecimento e interesse por parte das pessoas, pelo fato de que no município de Santana não há essa preocupação com o conforto e muito menos com a iluminação natural, sabendo que essa é a iluminação mais adequada aos olhos humanos, segundo CORBELLA (2003).

O uso adequado da luz natural se faz relevante por proporcionar diversos benefícios à saúde física e psicofisiológicas do ser humano, de maneira geral segundo CORBELLA (2003). Como o aumento da produtividade, redução do absenteísmo, diminuição de erros e defeitos, manutenção da autoestima, redução do cansaço e da fadiga visual e vantagens de uma iluminação qualificada e de um melhor contato visual com o meio externo. É importante considerar também que existem diversos fatores que influenciam na capacidade de aprendizado e

estimulação, principalmente pela configuração física do ambiente escolar, JANESCH (2013).

Além de, contribuir significativamente para a redução do uso de energia elétrica, no bem-estar do ser humano, na sustentabilidade, na produtividade e em um melhor desenvolvimento e aprendizagem do aluno. Pois, a luz natural proporciona uma ambientação agradável e mais humana. BERTOLOTTI (2007)

Com a realização da pesquisa sobre a iluminação natural, pretende-se identificar o quão à importância da mesma para a sociedade, ou melhor, para os alunos em questão e de fato apresentar a eficiência de um projeto arquitetônico de iluminação natural nas escolas mostrando a sua contribuição para uma melhor qualidade de vida.

FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Nas escolas do Município de Santana, não há edifícios priorizando a iluminação natural, tendo em vista, com bases científicas, sociais e educacionais, a sua importância no conforto visual, no bem-estar e no aprendizado dos alunos, e bem como na redução de gasto de energia elétrica.

Portanto, é plausível questionar se, a iluminação natural existente nas escolas é suficiente para proporcionar um conforto visual e bem-estar dos alunos? E de que forma pode ser solucionado este mau dimensionamento de aberturas?

HIPÓTESE

Nas escolas, conhecimento é um processo fundamental no desenvolvimento e desempenho do aluno, para tal, a iluminação torna-se um fator determinante na relação de ensino, aluno e aprendizagem. Acredita-se, que a exploração da iluminação natural no ambiente escolar é plenamente possível diante dos profissionais da área, porém, por falta de interesse dos responsáveis pelas instituições acabam não aderindo a esse tipo de projeto. Tendo em vista que a iluminação natural não só contribui com a saúde e o aprendizado como também na diminuição do consumo de energia, conseqüentemente na boa relação de custo x benefício.

OBJETIVO GERAL

Analisar a eficiência das aberturas na Escola Centro Educacional Balão Mágico (CEBAM), verificando a disponibilidade de iluminação natural no interior da sala de aula e bem como elaborar um projeto arquitetônico voltado primeiramente para o dimensionamento de aberturas das salas de aula, que ofereça conforto visual.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Investigar os parâmetros construtivos de escolas de ensino fundamental no Brasil e em Santana/AP;
- ✓ Estudar os conceitos de conforto luminoso adequados ao ambiente de ensino fundamental;
- ✓ Estudar necessidades dos níveis de iluminância no interior de sala de aula de ensino fundamental;
- ✓ Analisar a disponibilidade de luz natural no interior da sala de aula do 4º período da Escola Balão Mágico de acordo com a NBR 15215 e NBR5413;
- ✓ Elaborar anteprojeto arquitetônico para atender as necessidades lumínicas;
- ✓ Analisar a eficiência do anteprojeto proposto;

METODOLOGIA

A metodologia a ser adotada, baseia-se nas classificações segundo GIL (2010). Essa classificação define as estratégias de uma pesquisa de acordo com os seguintes pontos de vista: da natureza e da forma de abordagem do problema, dos objetivos e dos procedimentos técnicos.

- ✓ Quanto à natureza: trata-se de uma pesquisa aplicada que tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática à solução de problemas específicos.

- ✓ Quanto à forma de abordagem do problema: Trata-se de uma pesquisa de caráter quantitativo e qualitativo. Quantitativo, considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Qualitativo, não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente.

- ✓ Quanto aos objetivos: trata-se uma pesquisa exploratória que visa proporcionar maior familiaridade com o problema, implica levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos em formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso. Entende-se também como pesquisa descritiva e explicativa, respectivamente, descreve as características de certa população ou fenômeno ou o estabelecimento entre variáveis; acarreta o uso de técnicas de coleta de dados padronizadas; questionário e observação, assumindo a forma de levantamento e visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

- ✓ Quanto aos procedimentos técnicos: é uma pesquisa bibliográfica, pois é elaborada a partir de material publicado, livros, artigos científicos, internet, etc.; Experimental, por determinar um objeto de estudo e as variáveis que são capazes de influenciá-lo de forma a controlar e observar seus efeitos e estudo de caso, quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Os seguintes métodos foram adotados:

- ✓ Pesquisa Bibliográfica do tema proposto para uma melhor compreensão do tema escolhido;
- ✓ Organização das Informações;
- ✓ Pesquisa de Campo e Coletas de Dados para a obtenção de melhores informações;
- ✓ Medições;

- ✓ Análises e sistematização das informações coletadas;
- ✓ Escolha do Terreno para estudo de caso analisando a iluminação natural;
- ✓ Desenvolvimento e elaboração do anteprojeto arquitetônico;

MATERIAIS E MÉTODOS

Metodologicamente a pesquisa aplicada é de abordagem qualitativa e quantitativa, com duração de 10 meses. Inicialmente será necessário o estudo preliminar do assunto a ser tratado através do levantamento bibliográfico, buscando teorias, estudos de casos e fatos para que se possa fazer um estudo aprofundado sobre o assunto e que se faz relevante durante o período da pesquisa de campo, paralelo às atividades propostas. No decorrer da pesquisa, será elaborado o anteprojeto arquitetônico atendendo a todas as necessidades lumínicas para que a pesquisa se torne eficiente e satisfatória de acordo com os parâmetros da NBR 15215 e NBR 5413, seguido de apresentação dos resultados obtidos durante a pesquisa.

Para o estudo de caso, os dados serão coletados de acordo com a pesquisa de campo, através das informações do terreno, do entorno e da edificação. A Medição a iluminação natural será realizada no dia 21.11.2013, em dois horários, de 10:00h e 15:00h, usando o aparelho específico: Luxímetro, Mod. LD-300 Cod. 06049 Marca: Instrutherm. As análises dos dados coletados serão feitas e comparadas com a NBR 5413 - Iluminância de Interiores e NBR 15215 – Iluminação Natural. Seguido da elaboração de um novo projeto a nível de anteprojeto arquitetônico através dos softwares Autodesk Autocad 2007, sketchup-Pro 2013, Microsoft Word 2007 e por fim, analisar a disponibilidade da luz natural no interior da sala de aula do novo projeto. E com os resultados fazer uma simulação computacional no software RELUX profissional 2006 da sala de aula analisada.

ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Este documento encontra-se dividido em cinco (04) capítulos e disposto da seguinte forma:

INTRODUÇÃO – A Introdução com uma breve apresentação do tema, considerações iniciais, revisão bibliográfica, justificativa, formulação do problema, hipótese, objetivos e a metodologia.

CAPÍTULO 1 – Parâmetros Construtivos para Instituições de Ensino Fundamental no Brasil.

CAPÍTULO 2 - Conforto Luminoso em instituições de Ensino Fundamental;

CAPÍTULO 3 - Iluminação Natural como diretriz no Projeto Arquitetônico: Dimensionamento de aberturas na Escola de Ensino Fundamental Centro Educacional Balão Mágico no Município de Santana Estado do Amapá;

CONCLUSÃO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÊNDICES

ANEXO

CAPÍTULO 1 – PARÂMETROS CONSTRUTIVOS PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO FUNDAMENTAL NO BRASIL

1.1 FUNDAMENTOS E PRINCÍPIOS DA EDUCAÇÃO

As questões educacionais têm desencadeado muitas discussões no Brasil. Sua qualidade é constantemente questionada, principalmente pelas avaliações de desempenho dos alunos das escolas públicas. Observa-se a carência de uma atuação que vislumbre, ainda que no médio prazo, a melhoria na qualidade de ensino.

Diante dessas questões educacionais, alguns pensamentos ou pontos de vista podem ser citados como princípios da educação, como por exemplo, o iluminista Rousseau, possui a ideia de revolução nas teorias educacionais, onde o ensino é um apoio para a criança desde o natural. Suas principais ideias baseiam-se em atenção ao desenvolvimento de opiniões individuais, a harmonia das necessidades e habilidades e a prevalência de um espírito humanitário.

Para John Dewey (1859 – 1952), um dos maiores pedagogos americanos, fundou uma escola elementar, experimental do departamento de pedagogia. Segundo ele, a educação é uma necessidade social, por ser um processo natural e social, onde suas crenças são transmitidas em grupos humanos, onde sua finalidade é priorizar à criança as condições para que resolva por si os seus problemas e se afaste dos preceitos tradicionais que propõem formá-la de acordo com modelos prévios e orientá-las para o futuro.

Segundo KOWALTOWSKI (2011), a educação é vista como uma transmissão de valores e o acúmulo de conhecimento de uma sociedade.

O espaço e o tempo escolares foram sendo produzidos diferenciadamente ao longo da nossa história da educação e constituíram-se em dois grandes desafios enfrentados para se criar, no Brasil, um sistema de ensino primário ou elementar que viesse atender, minimamente, às necessidades impostas pelo crescimento ou às reivindicações da população (FILHO; VIDAL, 2000).

A história da educação no Brasil tem como base o desenvolvimento do ensino na Europa, na América do Norte, com influências asiáticas.

O sistema educacional precisa dar suporte aos métodos de ensino. Pois, para uma educação qualificada a criação de um ambiente escolar, com um material didático, móveis, equipamentos e uma forma do espaço físico oferecem um conforto para o desenvolvimento das atividades (KOWALTOWSKI, 2011).

1.2 EVOLUÇÃO DA ARQUITETURA ESCOLAR

O ambiente físico escolar é o local do processo do desenvolvimento do ensino e aprendizagem. O edifício escolar é analisado como a escola ideal, cujo, não se restringir a um único aspecto, seja de ordem arquitetônica, pedagógica ou social. Mas sim, em um conjunto de elementos envolvendo o aluno, o professor, a área de conhecimento, o material de apoio, as teorias e o lugar (KOWALTOWSKI, 2011).

No que diz respeito ao ambiente escolar, Comenius diz que um ambiente arejado, bonito, com espaço livre e ecológico, favorece o aprendizado do aluno inicialmente através dos sentidos.

Durante a primeira República, a maioria das edificações escolares ficava em áreas contínuas a praças como referência à expressão de poder e da ordem política. No final do século XIX e no início do século XX, a arquitetura escolar esteve voltada para atender às aspirações das classes sociais mais abastadas (CORRÊA; MELLO; NEVES, 1991).

As edificações escolares no período do final do século XIX até 1920 destacam-se pela Arquitetura de prédios imponentes, com eixos simétricos, pé-direito alto e o térreo acima do nível da rua com imensas escadarias, para impactar a vista, segundo BRITO CRUZ E CARVALHO (2004). Houve nesse período a organização de serviços de inspeção de escolas e as primeiras tentativas de construção de prédios destinados para fins exclusivamente escolares KOWALTOWSKI (2011), pois as escolas dessa época eram improvisadas quando a responsabilidade da instituição ainda era de caráter religioso.

O programa Arquitetônico era composto por salas de aula e um número reduzido de ambientes administrativos, destacando a simetria da planta com separação de alas femininas e masculinas, cuja, sua concepção era condicionada pelo código sanitário de 1894 que eram as comuns aos grupos escolares e nas escolas normais também tinham biblioteca, anfiteatro e laboratórios, programas

arquitetônicos mais complexos, como por exemplo, dessa arquitetura, a escola normal da capital, direcionada para fins educacionais é a edificação que abriga a Secretaria Estadual de Educação, SP. Já no Rio de Janeiro a escola E. M. São Gonçalves Dias, exemplo de Grupo escolar (KOWALTOWSKI, 2011).

Em função dos impactos causados pela primeira revolução industrial, surge então, “a necessidade de construir com rapidez um grande número de edifícios e a baixo custo, com projetos construtivos mais racionais”(RAMALHO; WOLF, 1986).

Nesse Período de 1921 até a década de 1950 a arquitetura escolar passou a ter um novo perfil, devido a grande influência das manifestações da Semana de Arte Moderna 1922 e a Revolução de 1930, onde as edificações deixaram de ser compactas, extinguiu-se a divisão entre sexos, implantação com características mais flexíveis, como o uso de pilotis(FDE, 1998b).

Nesse mesmo período foram definidos critérios de consolidação de projetos referentes a algumas regras que eram impostas através do Código de Saboya, 1934, que reproduzia o antigo código de posturas de 1886, e transcrito por Artigas (1999), sobre às salas de aula.

Diante desse contexto, novas ideias foram sendo considerados na concepção dos projetos, como:

Salas amplas, claras e bem ventiladas, com dimensões 6mx8m e pé-direito= 3,60m, pintada entre creme-verde claro, dependências de trabalho; um auditório; sala de educação física, jogos, cinema educativo, sala de festas, de reunião, bibliotecas, instalações para assistências médicas, dentário e higiene. (FDE 1998a).

Os estilos dos prédios paulistas optou-se pela arquitetura moderna, com formas geométricas simples, concreto armado, pátios internos sobre pilotis e grandes aberturas envidraçadas. A discrepância entre edificações da primeira República e de 1930 é a liberdade da sua implantação (Buffa, Pinto, 2002).

E, no estado do Rio de Janeiro, em busca de uma maior homogeneização da mensagem estética, cultural e ideológica, foi proposto um padrão de arquitetura escolar brasileira à Fernando de Azevedo, direcionado ao estilo arquitetônico neocolonial que atendessem aos ideais de uma educação sadia. Mas, de um modo geral, as edificações propostas por ele eram mal planejadas e com alto valor aquisitivo, sem iluminação adequada, circulação inconveniente, ambientes de

recreio e instalações higiênicas incompatíveis com os ideais da educação sadia(FILHO; VIDAL, 2000).

Os princípios que deveriam reger as edificações pautavam-se em necessidades pedagógicas (iluminação e ventilação adequadas, salas de jogos, pátios de recreação, instalações sanitárias etc.), estéticas (promoção do gosto pelo belo e pelo artístico), e nacionalizantes (constituição do sentido de brasilidade, pela retomada de valores arquitetônicos coloniais e pelo culto às nossas tradições) (FILHO; VIDAL, 2000).

De acordo com KOWALTOWSKI (2011), os suntuosos edifícios escolares construídos nas primeiras décadas republicanas consumiam boa parte das verbas da instrução pública, no qual permitiu uma nova mudança na concepção arquitetônica da escola no Brasil.

Para o arquiteto e professor paulista José Maria das Neves, os novos edifícios deveriam ser simples e baratos, recusando o estilo colonial. De grandes proporções, a arquitetura escolar não poderia admitir simetrias, nem deveria submeter a colocação de portas e janelas a padrões estéticos. Era à arquitetura funcional, racional, com uso de materiais da região e atendendo às condições de clima, usos e costumes, e não a uma arquitetura de fachadas que caberia projetar as instalações escolares

Recomenda-se então, a integração dos espaços internos com o externo para ter uma boa circulação, inicia-se o funcionalismo na arquitetura escolar, com plantas em forma de “L” e “U”. (FDE, 1998^a).

Nessa época, no Brasil, a questão da quantidade atropelava a qualidade das construções escolares.

A proposta de uma “escola-classe” projetada por Hélio Duarte, mostra os traços da arquitetura moderna da época, por apresentar diferença em seu volume, suas funções são distribuídas em forma de “u” ou “h”, onde os tetos são planos ou inclinados em meia-água. Os pilotis são introduzidos no térreo. Os painéis de vidro da sala ganham protetores solares através de elementos vazados em uma integração ampliada entre o espaço interno e externo.

Outras escolas, outros formatos. Formato em U aberto para fora convida a entrar. Permite que a rua faça parte e observe o interior. É como

dois braços abertos prontos para o abraço. Formato em U voltado para dentro. Evita o barulho. Protege da rua. As janelas das salas de aula voltadas para dentro não permitem a distração com a paisagem. De qualquer forma, os peitoris mais altos, além de protegerem, impedem que o aluno, sentado em sua carteira, enxergue o lado de fora (CORRÊA, 1991).

Entre 1960 a 1990 logo que a modernidade foi consolidada pelas formas geométricas simples e o concreto aparente, a situação do Brasil para Artigas (1999), no final da década de 1950 e início da década de 60 exigia uma nova concepção na arquitetura, com prédios educacionais que aplicassem as novas técnicas construtivas como os elementos pré-fabricados.

O Processo construtivo dos edifícios era o de estrutura de concreto independente, com destaque aos pilotis, que originavam pavimentos sem fechamentos, para funcionarem como pátios de recreação, o uso de lajes e platibandas em fachadas como proteção de entradas e circulações externas. Nos ambientes internos, as janelas eram de caixilhos metálicos (ferro), ventilação cruzada nas salas de aulas, tubos circulares de cimento embutidos nas paredes do lado oposto das janelas, as portas eram de madeira do tipo envernizadas (FDE, 1998^a).

Um novo sistema de construções escolares era simplificado, distribuído em um grande corredor que dá acesso as dependências escolares, com paredes de alvenaria de blocos aparentes de concreto, o teto com laje pré-moldada, com a cobertura de fibrocimento (XAVIER; LEMOS; CORONA; 1983 *apud* KOWALTOWSKI, 2011). Devido à situação brasileira com relação ao grande crescimento populacional, demandas de redes de escolas e o custo das construções por causa da verba limitada.

No período de 1976, foi criada a Companhia de Construções de São Paulo (CONESP), cuja proposta era sintetizar e elencar as informações necessárias para a elaboração de projetos baseados em catálogos de componentes de serviços, conjuntos funcionais e seus ambientes para cada etapa, além da composição da estrutura funcional das escolas (KOWALTOWSKI, 2011).

A racionalização que estava ocorrendo era a única maneira de suprir a demanda. Em vez de optar pela aplicação de um “projeto padrão” como na década

de 30, optou-se pelo processo de normatização de componentes. Onde os programas arquitetônicos são definidores da quantidade dos ambientes.

O dimensionamento de salas foi estabelecido em 51,84m² de áreas construídas para salas de aula comuns e multiuso, e de 77,76m² para salas de aulas práticas. As dimensões em plana para salas comuns eram de 7,20m x 7,20m, de eixo a eixo (CONESP, 1985 *apud* KOWALTOWSKI, 2011).

Segundo SOARES (1995), foi criado o “módulo- embrião” (composto de duas a seis salas de aula; direção e administração; sanitários e quadra de esportes) e espaço previsto para futuras ampliações. Simplificava-se o padrão construtivo para um atendimento mais rápido à constante demanda de novas escolas, ampliações ou reformas.

As especificações incluíam o conforto ambiental, a avaliação do clima local com relação à insolação e ventilação, de acordo com a tabela 1. Foram padronização pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), onde descrevem os ambientes com mais detalhes, considerando os fatores de acessos e fluxos do entorno e no interior da sala em relação à infraestrutura urbana e às vias de trânsito e topografia do local.

Tabela 1 - Padronização de indicadores de conforto para construções escolares administradas pela FDE em São Paulo

Ambientes	Pé-direito	Nível de iluminação	Instalações
Administração	2,4	300	interruptor, tomadas, telefone, luminárias
Professores	2,4	300	interruptor, tomadas, luminárias
Sala de aula	3	300	tomadas, luminárias
Sala de leitura	3	500	interruptor, tomada, luminárias, telefone FM/TV
A capacidade do número de aluno de salas de aula varia de 2,23			
Forro obrigatório (exceto no galpão)			
Iluminação fluorescente			
Pintura semi-impermeável ate a altura peitoral			
Iluminação mínima: 1/5 da área do piso			
Ventilação mínima: 1/10 da área do piso			
Ventilação cruzada obrigatória nas áreas pedagógicas.			

Fonte: FDE, modificada pela autora.

O programa de necessidades proposto pela atual pela FDE em São Paulo é composto conjuntos funcionais pedagógicos, serviço e vivência, apoio técnico, e administrativo (FDE 2003a, 2003b).

Portanto as edificações escolares de ensino público são controladas por programas de necessidades e edificações padronizadas, determinados pela Secretaria de Educação do estado com base na legislação vigente da Resolução SS-493 de 8/9/1994: Norma Técnica que dispõe sobre a Elaboração de Projetos de Edificação de Escolas de 1° e 2° graus no âmbito Estado de São Paulo que visa as necessidades e exigências mínimas de conforto, higiene, segurança, iluminação, ventilação dos ambientes das edificações escolares, de acordo com a Tabela 2 e Tabela 3, equivalem aos programas arquitetônicos atuais vigentes no Estado de São Paulo.

Atualmente, no período de 1990 a 2010 até nos dias de hoje, as edificações escolares na maioria dos Estados Brasileiros, apresentam arquitetura bastante padronizada, predominando a edificação com três pavimentos em apenas um bloco monolítico (KOWALTOWSKI, 2011). Foram criados espaços como a “sala de informática, a quadra de esportes quando integrados próximos aos ambientes de vivência /recreio, cozinha, refeitório, cantina e sanitários, eles iniciam uma melhor utilização e funcionalidade desses espaços”(SOUZA,1991).

Alguns projetos Contemporâneos do estado de São Paulo apresentam projetos que fogem da nova proposta. Quatro tipologias são predominantes: escolas compactas e verticais; escolas horizontais com quadra em seu centro; escolas dispostas em mais de um volume, e escolas longitudinais (FERREIRA; MELLO, 2006).

Não esquecendo das novas propostas das grandes cidades como Os Centro Educacionais Unificados (CEUS`s) para a regiões desprovidas de infraestrutura. (BRITO CRUZ; CARVALHO, 2004), que surgem com a finalidade de integrar o ambiente escolar com a comunidade, onde reúnem ações sociais e educativas em um mesmo lugar.

São planejamentos desenvolvidos atualmente pelo Ministério da educação (MEC), por intermédio do programa “Fundo de Fortalecimento da Escola” (Fundescola), que publicou *Os cadernos técnicos: Subsídios para a Elaboração de projetos e Adequação de Edificações escolares, vols. 1-4. (MEC, 2002a).*

Até o início do século XIX, não tínhamos um espaço escolar apropriado ou construído destinados para as funções escolares.

No processo Histórico da Educação Brasileira, as instituições de Ensino foram criadas por órgãos responsáveis pelo planejamento e diretrizes de ensino baseados em especificações técnicas para serem construídos de forma correta, propondo o conforto e aprendizagem em ambientes escolares.

Tabela 2- Resolução SS-493 de 8/9/1994: Norma Técnica que dispõe sobre a elaboração de projetos de Edificação de escolas de 1º e 2º graus elaborados pela FDE do Estado de São Paulo

Ambiente	Conforto Térmico	Conforto Luminoso	Conforto Funcional
Sala de Aula	Pé direito médio de 3 m, com o mínimo em qualquer ponto de 2,50 m; área de ventilação natural no mínimo igual à metade da superfície iluminante; recomenda-se ventilação cruzada. Uso obrigatório de forro, preferencialmente em laje.	Obrigatória iluminação natural unilateral, preferencialmente à esquerda; admitida iluminação zenital, desde que sem ofuscamento. Iluminação artificial obrigatória com nível mínimo de 500 lux; superfície iluminante igual ou superior a 1/5 da área do piso.	Área mínima de 1 m ² por aluno; dimensão mínima de 20 m ² ; salas de aula das escolas de 1º grau não poderão estar em piso acima de 10 m da soleira do andar térreo; distância máxima de salas de aula às escadas (degrau superior) de 25 m a partir do ponto mais distante da sala.
Auditórios/Anfiteatros	Ventilação Natural no mínimo ou igual à metade da superfície iluminante, ou renovação mecânica, conforme a ABNT; pé-direito médio de 3m e mínimo de 2,50 m em qualquer ponto.	Iluminação natural de 1/8 da área do piso; também aceita a iluminação artificial conforme as normas da ABNT.	Área útil não inferior a 1 m ² por pessoa; para área menor de 120 m ² , no mínimo uma saída de 1,50 m com porta dupla e abertura em sentido de fuga; para área maior de 120 m ² , no mínimo duas saídas de 1,50 m com porta dupla e abertura em sentido da fuga.
Recreio	Pé-direito de 4 m no mínimo sob viga de 3m; proteção contra chuvas e ventos, com paredes nos beirais, onde necessário.		É obrigatório em escolas de 1º grau, com área mínima de 1/3 da soma das áreas das salas de aula; são obrigatórias instalações sanitárias; uma bacia sanitária e um mictório para 200 alunos; uma bacia de 100 alunas e um lavatório para 200 alunos ou alunas; bebedouros de jato inclinado: um para 100 alunos; comunicação com o logradouro público para o escoamento rápido dos alunos em caso de emergência.
Refeitório	Pé-direito mínimo de 2,70 m;		Área de 1 m ² por aluno e calculada para 1/3 do número de alunos usuários.
Cozinha	Pé-direito mínimo de 2,70 m com forro obrigatório; ventilação com 2/3 da área de iluminação.		Área mínima de 20 m ²
Despensa	Ventilação com metade da área de iluminação, e um mínimo de 0,60 m ²		Anexa à cozinha

Grêmio	Pé direito mínimo de 2,70 m com forro obrigatório; ventilação com metade da área iluminante.	Nível de iluminação artificial de 300 lux; iluminação natural de 1/8 da área do piso.	
Sala de Saúde	Ventilação com 1/2 da área iluminante, e um mínimo de 0,60 m ²	Nível de iluminação de 300 lux; iluminação de 1/8 da área do piso.	Área mínima de 6 m ² , próxima ao sanitário
Centro de leitura ou Biblioteca	Pé direito no mínimo de 3m com forro obrigatório; ventilação com metade da área iluminante	Nível de iluminação de 500 lux; iluminação natural de 1/5 da área do piso.	Quando a área for maior de 120 m ² , deverá ter duas saídas, no mínimo, com aberturas no sentido de fuga.
Cantina	Ventilação com 1/2 da área iluminante e mínimo de 0,60 m ² ; pé-direito de 2,70 m.	Iluminação de 1/5 da área do piso; nível de iluminação de 200 lux.	Área mínima de 10 m ² , porta com proteção contra roedores
Quadra de Esportes	Orientação Preferencial Norte-Sul	Quando iluminada artificialmente, nível de iluminação de 100 lux.	É recomendado ter alambrado de proteção local
Sanitários	Pé-direito mínimo de 2,50m; ventilação com metade da área iluminante	Área de iluminação natural de 1/10 da área do piso; nível de iluminação artificial de 100 lux.	Separados por sexo, em todos os pavimentos; no mínimo, uma bacia sanitária para 25 alunas; uma para 60 alunos; um mictório para 40 alunoseum lavatório para 40 alunos ou alunas, calculados para o período de maior lotação; os compartimentos das bacias sanitárias com dimensões mínimas 0,90 m entre eixos das paredes; as portas deixam vão livres de 0,15 m de altura na parte inferior e 0,30 m, no mínimo, na parte superior; instalações sanitárias para professores por sexo;: uma bacia sanitária e um lavatório para 10 salas de aula; divididos por sexo para administração e funcionários: uma bacia sanitária, um mictório, um lavatório e um chuveiro para 20 funcionários, um sanitário adaptado para deficientes físicos, conforme as normas da ABNT e instalado em local de acesso.

Vestiários	Pé- direito mínimo de 2,50 m; ventilação com metade da área iluminante	Área de iluminação natural de 1/10 da área do piso.	Compartimentos separados por sexo, com área de 5 m ² para cada 100 alunos.
Corredores			Menor largura: 1,50 m para até 200 alunos; acrescidos de 0,007 m/aluno de 201 a 500; acrescidos de 0,005 m/aluno de 501 a 1.000; acrescidos de 0,003 m/aluno excedente de 1.000;
Escadas e Rampas			Seguem o dimensionamento dos corredores para lotação dos pavimentos; o calculo da lotação será resultante da soma da lotação do pavimento mais a metade da limitação dos pavimentos imediatamente superiores; a escada ou rampa deve ter altura livre igual ou superior a 2m; dimensionamentos dos degraus; 0,60 m < 2 a + L < 0,65 m, piso mínimo de 0,30 m e espelho máximo de 0,17 m. Escadas sem trechos em leque; lances retos, não ultrapassando 16 degraus; acima desse numero deve haver patamar com extensão não inferior a 1,5 m. Rampas com inclinação máxima de 12% e, para cadeiras de rodas, com 6 % de inclinação máxima; é obrigatório elevador de passageiros nos prédios com piso de pavimento a uma distância vertical 10 m contada a partir do nível da soleira do andar térreo. Cada segmento de rampa deverá ter, no máximo, 12 m de extensão, patamar de 1,80 m, e a rampa, na totalidade, com no máximo quatro segmentos.

Fonte: FDE, modificada pela autora.

Tabela 3 - Programas arquitetônicos da FDE - Ensino Fundamental - Ciclo I (1ª a 4ª séries) - Módulos de 1 a 3

Ambientes	M1 - 4 a 7 Salas		M2 - 8 a 11 Salas		M3 - 12 a 15 Salas	
	Quant.	Área Unit. (m²)	Quant.	Área Unit. (m²)	Quant.	Área Unit. (m²)
DIREÇÃO/ADMINISTRAÇÃO						
Diretor	1	9,72	1	12,96	1	12,96
Secretaria	1	16,2	1	32,4	1	45,36
Almoxarifado	1	6,48	1	12,96	1	16,2
Coord. Pedagógica	1	9,725	1	9,72	1	9,72
Professores	1	12,96	1	19,44	1	25,92
Sanit. Administração	2	3,24	2	6,48	2	6,48
PEDAGÓGICO						
Sala de aula	4/7	51,48	8/11	51,84	12/15	51,84
Sala de reforço	1	25,92	2	25,92	2	25,92
Uso múltiplo	1	77,76	1	77,76	1	77,76
Depósito	1	12,96	1	12,96	1	12,96
VIVÊNCIA						
Cozinha	1	19,44	1	25,92	1	25,92
Despensa	1	6,48	1	10,53	1	10,53
Refeitório	1	38,88	1	58,32	1	58,32
Sanit. Alunos	2	16,2	2	28,35	2	32,4
Dep. Mat. Ed. Física	1	9,72	1	9,72	1	12,96
Quadra de esportes	1	600	1	600	1	600
Galpão	1	129,6	1	191,6	1	259,2
SERVIÇOS						
Dep. Mat. Limpeza	1	6,48	1	9,72	1	9,72
Sanit. Funcionários	1	6,48	1	6,48	1	6,48

Fonte: FDE, modificada pela autora.

CAPÍTULO 2 CONFORTO LUMINOSO EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO FUNDAMENTAL

2.1 NBR 15215 - 3

O Conforto Luminoso dar-se pela sensação luminosa gerada por níveis de iluminâncias adequadas no interior do ambiente, onde as mesmas são captadas pelos olhos humanos. A luz natural admitida no interior das edificações consiste em luz proveniente diretamente do sol, da luz difundida na atmosfera (abóboda celeste) e da luz refletida no entorno (NBR 15215-3, 2004).

A distribuição e uniformização da luz natural no interior do recinto dependem de um conjunto de variáveis, como a disponibilidade da luz natural, obstruções externas, tamanho, orientação, posição, detalhes de projeto de aberturas, características óticas dos envidraçados, tamanho de aberturas, geometria do ambiente e da refletividade das superfícies internas que ajudam no controle da luz disponível (NBR 15215-3, 2004).

A NBR 5413 fixa níveis de iluminação recomendados para diferentes tipos de atividades, baseados numa iluminação constante e uniforme sobre um plano de trabalho como mostra a Tabela 4.

O início do projeto de iluminação natural, entretanto, talvez não seja um conjunto de valores absolutos, mas uma medida da iluminação natural interna num dado local como uma porcentagem da iluminação externa.

O desempenho de uma fonte de luz de grande superfície, como a abóboda celeste, para a qual a lei do inverso do quadrado da distância não é aplicável, não pode ser definido pela curva polar de sua intensidade luminosa (NBR 15215-3, 2004).

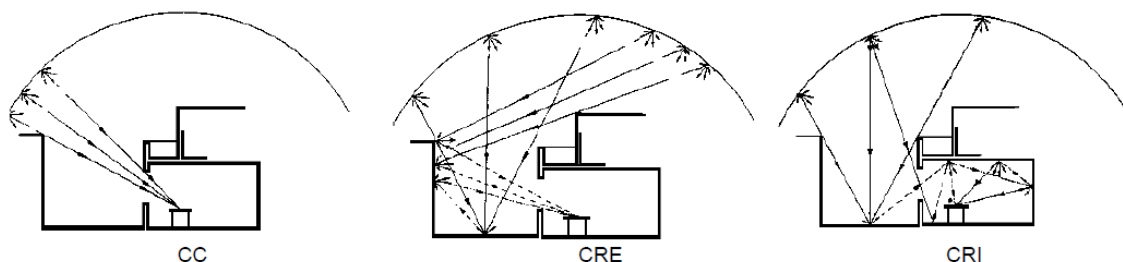
A superfície precisa ser dividida em pequenas zonas, para as quais as concentrações de fluxo emitidas numa dada direção são denominadas luminâncias-L (NBR 15215-3, 2004).

Tabela 4 - Níveis de iluminação para ambientes escolares

Tipos de ambientes	Níveis de Iluminância recomendados (LUX)
Salas de aula	200 - 300 - 500
Quadro negro	300 - 500 - 750
Salas de trabalhos manuais	200 - 300 - 500
Laboratórios	
Geral	150 - 200 - 300
Local	300 - 500 - 750
Anfiteatros e auditórios	
Plateia	150 - 200 - 300
Tribuna	300 - 500 - 750
Sala de desenho	300 - 500 - 750
Sala de reuniões	150 - 200 - 300
Salas de Educação física	100 - 150 - 200
Costuras ou atividades semelhantes	300 - 500 - 750
Artes culinárias	150 - 200 - 300

Fonte: NBR 5413, 1992 – modificada pela autora.

A iluminação natural pode alcançar um ponto no interior das edificações por três caminhos diferentes, resultante da divisão do fluxo luminoso admitido em três componentes, a Componente do Céu (CC) luz que alcança um ponto no ambiente interno vinda diretamente do céu; a Componente Refletida Externa (CRE) luz que alcança um ponto no ambiente interno após ter refletido em uma superfície externa e; a Componente Refletida Interna (CRI) luz que alcança um ponto no ambiente interno somente após ter sofrido uma ou mais reflexões nas superfícies internas (NBR 15215-3, 2004), conforme a Figura 1.

Figura 1 - Fontes de luz natural que alcançam o edifício

Fonte: Soteras, R.M. (1985): "Geometria e Iluminacion Natural", Tesis Doctoral, ETSAB/UPC, Barcelona, 355p.

2.2 ESTRATÉGIAS PARA O CONFORTO LUMINOSO

O Brasil é um país com ótimo potencial de luminosidade. Entretanto, em muitos ambientes, existe a necessidade da luz acesa o dia inteiro pela falta de aproveitamento da iluminação natural.

Entende-se como conforto visual ou luminoso a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízos à vista e com reduzidos riscos de acidentes (LAMBERTS et al, 1997).

O conforto visual é importante para a saúde, para a produtividade das pessoas, principalmente em edifícios educativos, por seu uso diurno e pelo tipo de função realizada (Kowaltowski, 2011).

É importante salientar que o bem-estar está relacionado com ver bem. O conforto visual tem condições específicas que dependem de critérios a ser atendidos e pelos diversos tipos de ambientes (NBR 15215-3, 2004).

Também é preciso que não haja o ofuscamento e nem grandes contrastes, pois estes levam ao desconforto e fadiga visual. Para um bom projeto de iluminação natural que forneça um bom conforto luminoso, é necessário que o projeto de luz artificial se integre com o natural, nos momentos em que a intensidade da luz natural é reduzida, como no amanhecer e no entardecer (CORBELLA, 2003)

As pesquisas de iluminação natural, nos últimos anos, não se detiveram apenas na necessidade de encontrar um nível quantitativo ao desempenho das tarefas visuais, mas para entender os aspectos qualitativos da iluminação (Kowaltowski, 2011).

A iluminação natural e artificial, na maior parte dos ambientes escolares, é usada de modo combinado, para oferecer ambientes condizentes com o tipo de atividades desenvolvidas (Kowaltowski, 2011).

Com relação ao espaço a ser iluminado, o estar bem visualmente, deve ser trabalhado com um nível de iluminação (ou iluminância) requerido pela precisão e rapidez exigida pela tarefa a ser realizada, com contrastes provocados pelas manchas de radiação solar direta nas superfícies internas, com cores das superfícies internas, com a relação de comprimento/largura do local e a altura do pé – direto. São fatores que influenciam e interferem na quantidade de luz necessária

para o campo de trabalho, pois dependendo do tipo da atividade, a permanência no local durará por mais tempo (CORBELLA, 2003).

A maioria das atividades desenvolvidas em sala de aula depende necessariamente de uma quantidade de luz suficiente e de qualidade para uma percepção visual adequada. Mas também, a utilização da combinação entre a luz natural e artificial oferecem ambientes condizentes para cada tarefa, sendo uma adequada estratégia de iluminar naturalmente (Kowaltowski, 2011).

De acordo com as pesquisas de (Pizarro, 2005), uma das grandes queixas dos alunos quanto à iluminação em salas de aula é sobre a reflexão veladora, um tipo de ofuscamento que dá a sensação de que a imagem está apagada em alguns trechos do quadro negro e proveniente da radiação direta no objeto. Em uma avaliação em escolas municipais de Bauru - SP, constatou-se na sua totalidade que os alunos que responderam sobre o conforto visual na sala de aula, pelo menos 13% relataram sentir efeitos da reflexão veladora parcial (enxergam um dos lados da lousa) e 2%, da reflexão veladora total (não enxergam nada na lousa por conta de ofuscamento).

Os principais problemas detectados em avaliações de ambientes escolares com baixo nível de iluminação natural são: o mau funcionamento das lâmpadas, cortinas fechadas em condições de céu encoberto, baixa reflexão da luz pela pintura escura e paredes sujas (Kowaltowski, 2011).

Apresentar um bom nível de luz para a tarefa que se deseja realizar é uma condição necessária. Existem normas para diversas tarefas, para diferentes idades, e para ambientes diversos. Porém, não é suficiente satisfazer os níveis de iluminâncias ditados pelas normas. Também é preciso atender aos requisitos necessários para ocorrência tranquila do processo visual (visão), como: uniformidade de iluminação; ausência de ofuscamento; modelagem dos objetos (as sombras são importantes para definir a forma e posição dos objetos no espaço, quando não há outras referências).

Diante disso, existem estratégias para conseguir uma boa iluminação natural segundo Corbella, 2003. No qual essas estratégias transmitem uma sensação agradável nos olhos humanos e podem ser desenvolvidas da seguinte forma:

- Organização dos espaços internos compatível com a forma e a melhor orientação;

- Estudo da localização, forma e dimensões de aberturas;
- Estudo da geometria e cores das superfícies internas, de maneira a conseguir uma distribuição homogênea da luz no interior;
- Bom projeto das artes fixas e móveis dos elementos que controlarão a entrada da luz e da radiação direta;
- Decisão sobre o controle da iluminação, passivo ou ativo, manual ou computadorizado;
- Conhecimento das propriedades térmicas e lumínicas dos materiais transparentes utilizados;
- Conhecimento da sensibilidade às cores decorrentes da cultura e costumes locais(CORBELLA, 2003).

Paredes de vidro, janelas muito largas e altas não são problemas para edifícios de escritórios em países frios e com céus pouco luminosos. Aliás, são benéficas nos sentidos de permitir a entrada da luz que faz diminuir o consumo de luz elétrica contribuindo com a poupança de calefação nos dias de frio (CORBELLA, 2003).

Nos trópicos, a problemática é diferente, onde os climas são quentes, são necessários cuidados especiais com a entrada da luz principalmente em ambientes de ensino, pois uma área extensa de vidro causa um grande acoplamento térmico com o exterior, o qual significa um grande aumento de temperatura e ganhos de calor internos provocados pela penetração de radiação solar direta que se converte em energia térmica no seu interior e causando o aumento do desconforto visual por ofuscamento e contrastes (CORBELLA, 2003).

Por isso, as aberturas devem ter áreas reduzidas, não maiores do que as compatíveis com a necessidade de iluminação natural.

A iluminação natural com os elementos de proteção em função de aumentar a luz natural e proteger as janelas dos ganhos de térmicos solares e ao mesmo tempo preservar a visibilidade celeste e reduzir o ofuscamento (Brown & Dekay, 2004).

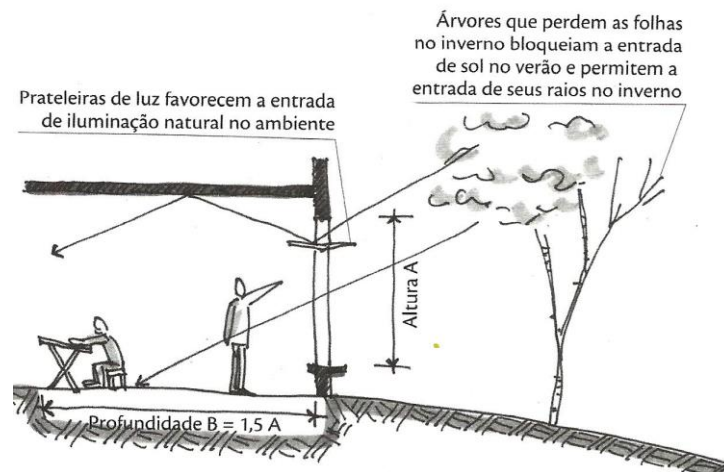
A luz natural desde que adequadamente projetada (seja por janelas, claraboias, prateleiras ou túneis de luz), tem um papel fundamental na qualidade do aprendizado de alunos como mostra a Figura 2, que se refere à importância de distinguir janelas para vistas e para entrada de iluminação, pois quanto mais altas as janelas, melhor é a penetração da luz no edifício. Uma regra é que a altura A da janela permite a entrada de luz até $1,5 A$ em termos de profundidade, conforme o esquema. As paredes externas podem ser móveis, para a completa entrada de luz com a integração dos espaços do interior e exterior da escola. A luz natural é

essencial para o bem-estar fisiológico e psicológico de crianças e adultos confinados por muitas horas em espaços internos ou fechados (Kowaltowski, 2011).

Os níveis de iluminação desejáveis dentro de uma edificação chegam a ser 1.000 vezes inferiores àqueles externos, assim uma pequena quantidade de luz do sol pode ser distribuída em uma grande área e ainda assim prover iluminação adequada (Brown & Dekay, 2004).

Dispositivos de sombreamento são essenciais e são projetados para cada situação com a latitude, clima, orientação das aberturas, vegetação, ou edificações próximas (Kowaltowski, 2011).

Figura 2 – Prateleiras de Luz



Fonte: Baseado em Nair e Fielding (2005).

Existe também a relação entre iluminação, cor e aprendizado onde devem estar de acordo com as atividades desenvolvidas no espaço desejado como a Figura 3, onde o esquema apresenta os pendentês diretos e indiretos com alto nível de reprodução de cor, lâmpadas fluorescentes diretas com 30-40% de luz para baixo, destinadas às tarefas, e aproximadamente 50-70% de luz para o teto, para retornar de forma refletiva ao ambiente. Pois, durante as atividades escolares, mesmo com diferenças pessoais de alunos, existe o reflexo natural de olhar acima do campo de leitura, focar, os olhos em campos mais distantes e novamente focar no livro, a mesa ou tela de computador.

A iluminação interior, tanto em quantidade como em qualidade, é uma função, não apenas do tamanho, formato e colocação das aberturas, mas também das

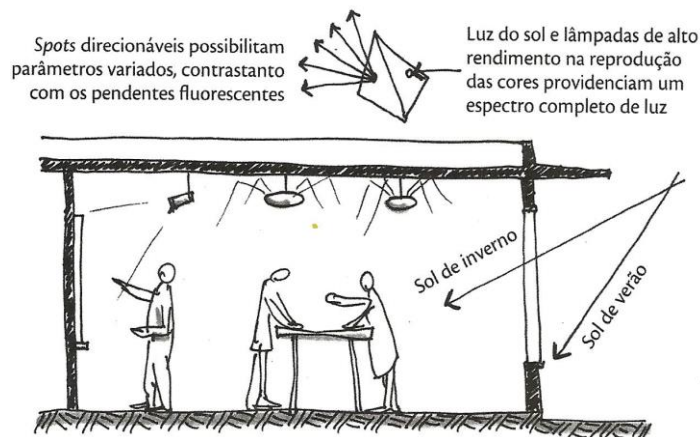
propriedades refletoras das superfícies internas, que representa todos estes elementos com uma significativa contribuição para a iluminação total do ambiente (Brown & Deyak, 2004).

“O projeto de ambientes escolares precisa dar oportunidades para vistas de diferentes distancias, com elementos ou aberturas que atraem olhar” (Kowaltowski, 2011).

Além disso, a iluminação deve abranger o aspecto total da luz para ser compatível com a iluminação natural recomendada em salas de aula e estudos, levando em conta cada função da edificação, as áreas de circulação, configurações das luminárias.

CORBELLA (2003) acrescenta que “para um projeto que vise à utilização da iluminação natural, quanto mais dados se possuam sobre as características do céu, tanto melhor”.

Figura 3 - Iluminação, cor e aprendizado



Fonte: Baseado em Nair e Fielding (2005).

Algumas ferramentas de cálculo precisam de percentagens de tipo de céu (classificados segundo a densidade das nuvens), ou dados médios mensais de transparência do céu, ou ainda quais os períodos de céu com muita ou pouca luminância.

“a essência de um bom projeto de iluminação natural consiste na colocação de aberturas de tal modo que a luz penetre onde ela é desejada, isto é, sobre o trabalho, e de tal maneira que proporcione uma boa distribuição de luminância em todos os planos do interior” (Hopkinson, 1975).

Estratégias de zonas de iluminação natural, onde o layout de um recinto dentro de uma edificação pode ser feito de forma em que as atividades que exijam níveis de iluminação superiores estejam próximas às janelas, enquanto as janelas que não requerem tanta luz estejam mais distantes das fontes de luz natural (Brown & Dekay, 2004).

As aberturas podem ser ampliadas para aumentar os níveis de iluminação nas áreas mais próximas à pele da edificação, onde se têm maiores oportunidades de iluminação natural.(Brown & Dekay, 2004)

A profundidade dos recintos com iluminação natural deve ser inferior a 2,5 vezes a altura do piso até às vezes, para manter um nível mínimo de iluminação e uma distribuição uniforme da luz natural (Brown & Dekay, 2004).

Em um recinto com iluminação lateral, a iluminância é alta próximo as janelas e cai rapidamente à medida que distanciamos da parede externa. Quanto mais profundo o ambiente, maior será o contraste entre a área próxima às janelas e aquela mais afastada das janelas. Em uma situação de céu encoberto, pressupondo-se janelas quase contínuas, quando a profundidade do recinto for maior do que $2^{1/2}$ a altura das vergas, a razão entre as partes mais iluminadas do recinto e aquelas menos iluminadas ultrapassará 5:1 (Brown & Dekay, 2004).

Em climas com céu claro a iluminação natural pode ser obtida através da luz natural refletida. As edificações que usam iluminação natural para reduzir seus níveis de iluminação elétrica e, portanto, suas necessidades de esfriamento, são comuns em climas com céu claro. A fonte dominante de iluminação em um céu claro é o sol e a área imediatamente ao seu redor (Brown & Dekay, 2004).

O objetivo do projeto de iluminação natural deve ser alcançar níveis mínimos de iluminação durante o máximo período de tempo possível, pois o excesso também significa ganho de calor.

Há duas estratégias básicas de uso do sol para iluminação que também minimizam o ganho térmico. A primeira é o uso de uma abertura muito pequena (10-20% da área da parede) para iluminar uma superfície interna que difunde a luz em uma grande área. A segunda é usar uma janela de dimensões moderadas que

“enxerga” uma superfície reflexiva externa, mas que é protegida do sol direto (Brown & Dekay, 2004).

A quantidade de iluminação direta do sol disponível em uma janela varia dramaticamente com a posição do sol, mas a iluminação externa difusa, a refletância do solo e a reflexão dos planos verticais permanecem relativamente constantes ao longo do dia, com exceção das horas logo após o nascente e o poente (Brown & Dekay, 2004).

Conseqüentemente, as janelas com proteção solar que estão voltadas para pátios ou ruas com edificações opostas apresentam uma fonte de iluminação relativamente constante.

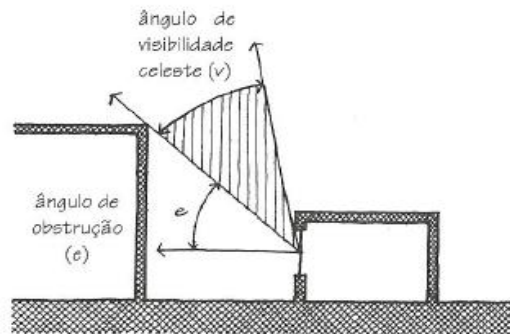
Logo, as edificações que precisam de proteção para as suas vidraças muitas vezes também precisam reduzir o ganho térmico interno gerado pela iluminação elétrica. No entanto, como limitam a visibilidade celeste das janelas, os sombreamentos também reduzem os níveis de iluminação natural, como por exemplo, o beiral horizontal de 1,8 m, junto a um recinto com 7,3 m de profundidade, reduz a iluminação em 39%, próximo à janela, e 22%, na parede dos fundos (Brown & Dekay, 2004).

Quanto aos usuários, eles podem ser protegidos do ofuscamento através da localização das aberturas fora da linha direta de visão, se as janelas estiverem abertas recebem a luz solar direta ou através da redução da luminância da primeira superfície refletora. Claro que, em hipótese algumas o sol pode ser incidido diretamente sobre o plano de trabalho (Brown & Dekay, 2004).

A captação da iluminação natural com uma obstrução externa próximo à janela que receberá a luz do céu por cima do anteparo, a luz que será recebida é proporcional ao ângulo de visibilidade celeste acima do anteparo, considerando a partir do centro da janela (ângulo v) como na Figura 4.

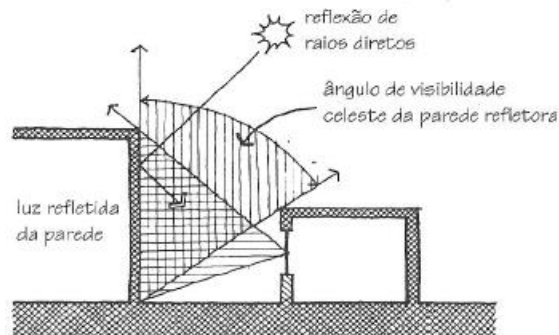
A janela também recebe luz refletiva pelo anteparo de acordo com a Figura 5, sendo a quantidade proporcional ao ângulo da obstrução refletora em relação ao horizonte, calculado a partir do centro da janela (ângulo e).

Figura 4 - Luz oriunda de cima da parede



Fonte: G. Z. Brown

Figura 5 - Luz refletida da parede



Fonte: G. Z. Brown

A utilização adequada dos dispositivos de sombreamento pode melhorar o aproveitamento da luz natural e impedir a incidência solar direta, diminuindo desta forma os efeitos provocados pelo ofuscamento e brilho e os excessos de ganho de calor. De outra forma, o uso indevido destes elementos pode interferir no uso do sistema de iluminação artificial, provocando o seu acionamento indevido (Especialize,2003).

O uso de estratégias que adequam a iluminação natural ao projeto arquitetônico é um dos fatores fundamentais para a minimização do alto consumo de energia elétrica e diminuição dos impactos ao ambiente natural. A luz natural apoia a eficiência energética de uma edificação. (Especialize, 2003).

2.3 EXEMPLOS DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO FUNDAMENTAL

2.3.1 ESCOLA ERICH WALTER HEINE

Escola estadual, situada em Santa Catarina, na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro. A primeira escola brasileira a receber o certificado LeedSchools, do Green BuildingCouncil.

Projeto elaborado pelo escritório de arquitetura chamado Arktos, com a concepção de construção de mecanismos para garantir o conforto ambiental no interior de um prédio usando elevados índices de eficiência energética.

Soluções foram indicadas ao projeto, como a implantação do terreno; os jardins nas coberturas; amplos vãos para a circulação de ar;

Rampas foram criadas voltadas à acessibilidade para o público que às necessitam e também bicicletário, hortas incentivando a parte ecológica como mostra a Figura 6.

Os prédios foram divididos em 4 blocos monolíticos independentes, posicionados em forma de cata vento, ao centro um pátio interno para facilitar a passagem do ar como apresenta Figura 7 e 8.

O sistema de ventilação cruzada nas salas de aula e áreas administrativas, foram usadas janelas máximo - ar para a circulação dos ventos, em função da regulação da temperatura.

Grandes janelas foram usadas também nas salas de aula e áreas de circulação, pois aumentam a iluminação natural. Pisos e paredes com cores claras. Vidros verdes com películas internas reflexivas que promovem a redução do calor.

A utilização de brises verticais nas fachadas voltadas para o norte, além, do sombreamento com vegetações, teto ecológicos, quadra protegidas com telhas brancas evitando a emissão de calor. São uns dos mecanismos de eficiência energética e sustentabilidade que a escola propôs para garantir o conforto ambiental no ambiente escolar como indica a Figura 9.

Figura 6 - Bloco monolítico/bicicletário/rampa/área de circulação



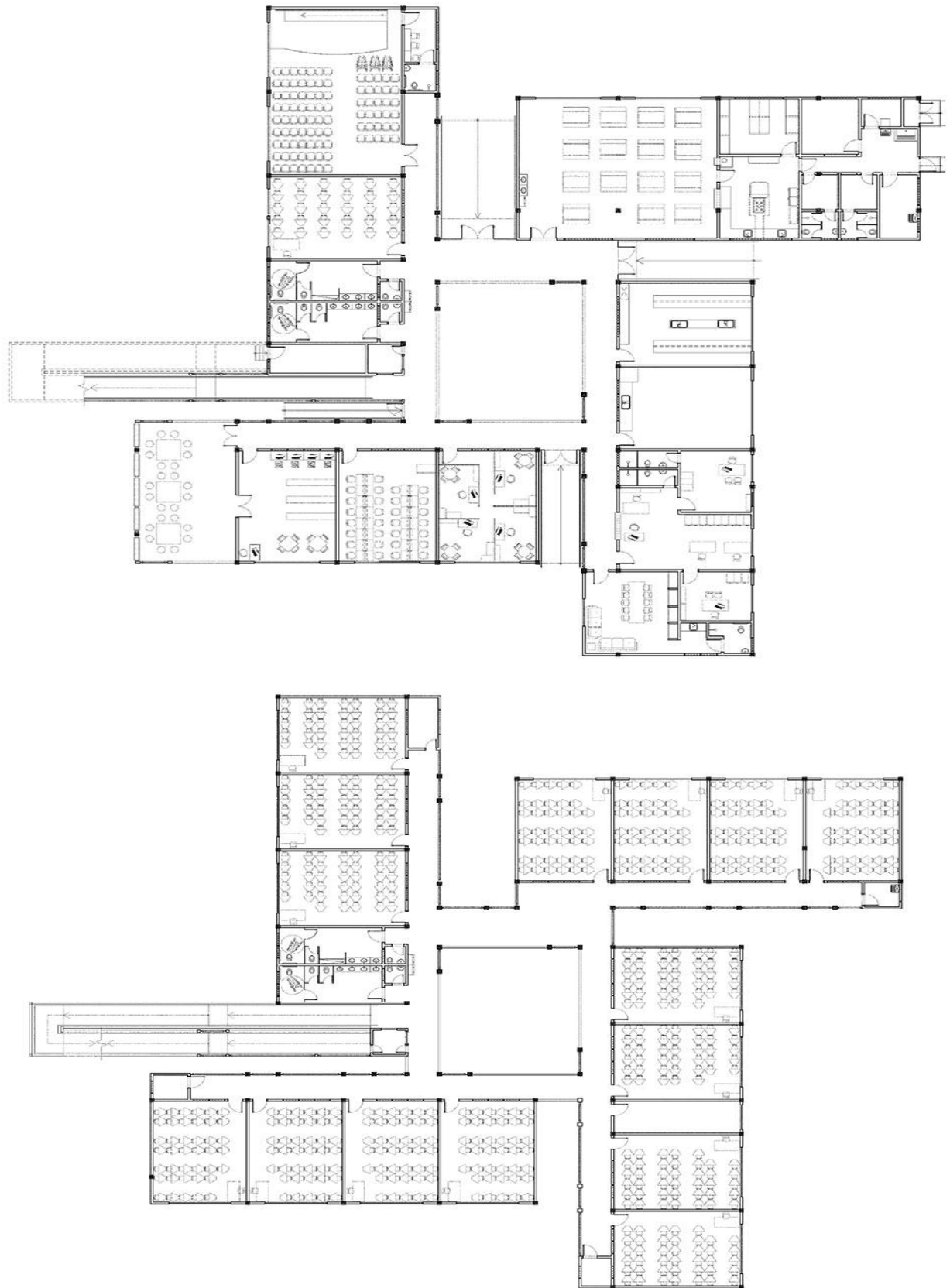
Fonte: Finesta, edição 80.

Figura 7 - Quadra com cobertura branca/ pátio interno com luz natural



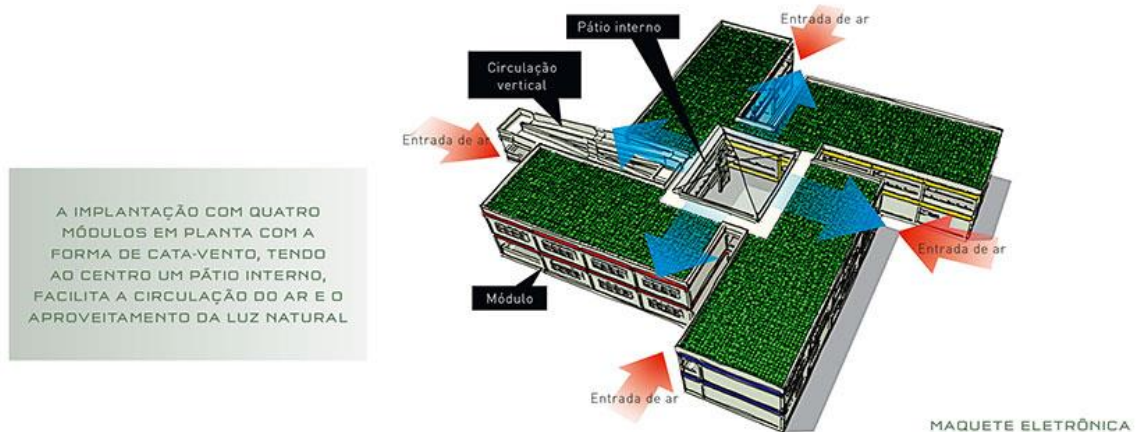
Fonte: Finesta, edição 80.

Figura 8 - Planta baixa e planta superior com formato de cata vento



Fonte: Finesta, edição 80.

Figura 9 - Escola Erich Walter Heine



Fonte: Finesta, edição 80.

2.3.2 ESCOLA CONTÍNUA

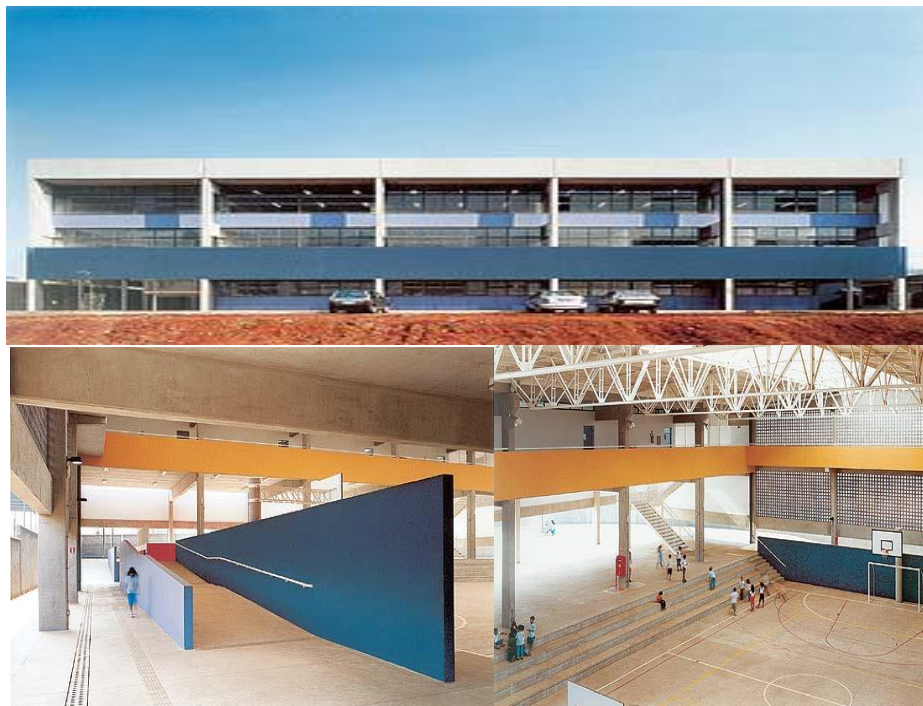
Escola para alunos de 1ª à 4ª série do ensino fundamental, em Campinas, São Paulo. Projetada pelo escritório MMBB – dos arquitetos Marta Moreira, Fernando de Mello e Milton Braga. O projeto foi implantado com o mínimo possível de espaços fechados, onde desta forma as áreas cobertas tornaram-se extensão da recreação externo, como mostra a Figura 10.

O espaço interno é o destaque do edifício, por causa de dois grandes pisos um voltado para o convívio e outro para salas de aula, com fechamentos

convencionais de alvenaria e elementos vazados e no centro uma quadra coberta, há desníveis entre os blocos.

A continuidade se realiza através das generosas rampas que interligam os desníveis. Elementos vazados, passarelas, painéis de elementos vazados são para permitir a ventilação cruzada e iluminação natural. A cobertura é composta com telhas metálicas e translúcidas que iluminam o centro do grande espaço interno.

Figura 10 - Escola projetada pelo grupo MMBB



Fonte: Arcoweb, 2005.

2.3.3 PROJETO ESCOLAR MODULAR – RIO DE JANEIRO

O projeto de escola padrão como mostra a Figura 11, tem como objetivo a ampliação das redes de escolas com melhor qualidade, incorporados com ambientes para necessidades como a sala de leitura, vídeo e informática. A autora do projeto arquitetônico a arquiteta Teresa Rosolem de Vassimon, visava oferecer harmonia visual, conforto e segurança para os alunos, professores e funcionários.

As principais características do projeto é com relação à concepção modular a fim de construir, de modo acelerado, em vários tipos de terrenos e estruturação de blocos verticais compactos, liberando áreas do terreno para a prática de esportes.

Elementos de conforto ambiental são facilmente identificados, como a ventilação cruzada, telhas termo acústicas na cobertura e caixilhos duplos recuados na fachada como uma estratégia de iluminação natural com o intuito de reduzir o consumo de energia elétrica através por meio da utilização da luz natural através dos grandes vãos das janelas, das telhas de policarbonato no pátio central, do tijolo de vidro e das cores claras.

Figura 11 - Escola Tia Ciata, Rio de Janeiro



Fonte: Arcoweb, 2005.

As experiências em escolas brasileiras, poucas resultam em construção efetiva, estão mais voltadas às tentativas de dotar os edifícios escolares de sustentabilidade. Ainda é incipiente projetos que tem como estratégia a iluminação natural. Os poucos exemplos aqui mostrados têm o mérito de evidenciar o potencial que uma política deste tipo teria no Brasil.

Contudo, o capítulo seguinte mostrará um edifício escolar existente não apropriado para a captação da luz natural no interior da sala de aula. E, um novo projeto enfatizando prioritariamente o uso de iluminação natural no interior da sala de aula, adequadamente correto.

CAPÍTULO 3 ILUMINAÇÃO NATURAL COMO DIRETRIZ NO PROJETO ARQUITETÔNICO: DIMENSIONAMENTO DE ABERTURAS NA ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL CENTRO EDUCACIONAL BALÃO MÁGICO NO MUNICÍPIO DE SANTANA

3.1 ESTUDO DE CASO

3.1.1 CENTRO EDUCACIONAL BALÃO MÁGICO

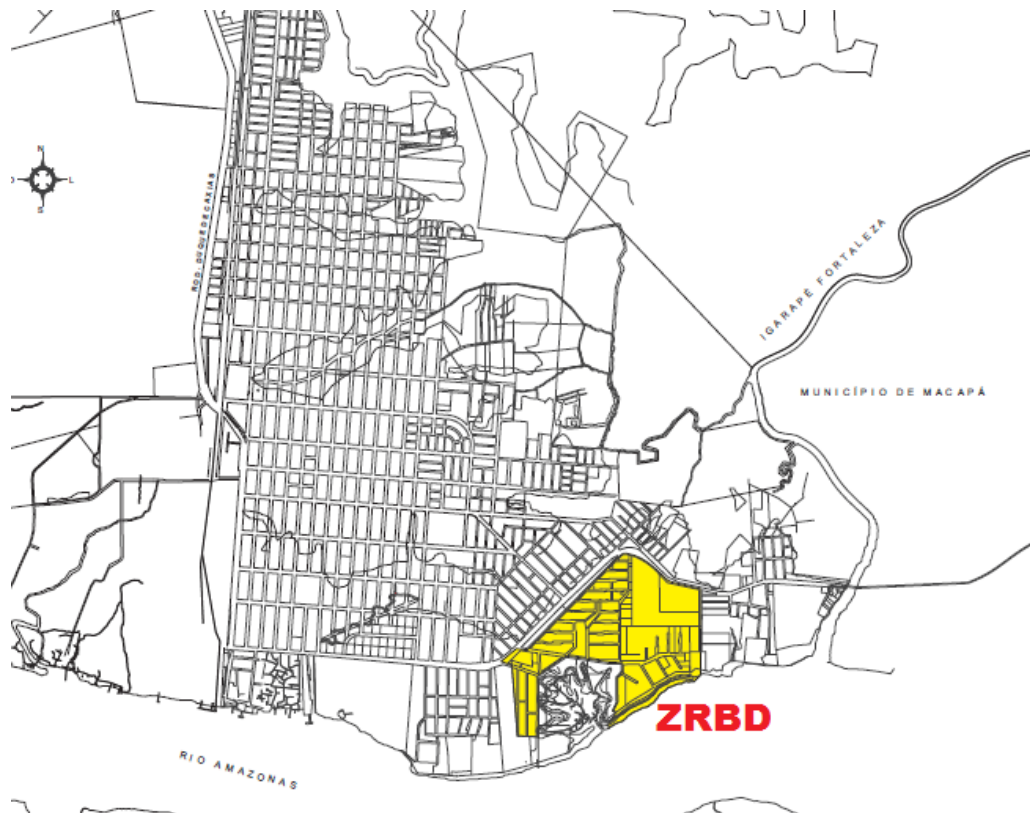
A edificação existente (CEBAM) está localizada no Bairro Pertencente ao Município de Santana, na vila Amazonas, localizado na parte Sudeste do município, nomeada como uma área residencial de baixa densidade (ZRBD), de acordo com a Figura 12.

A área inserida na Zona Residencial de Baixa Densidade (**ZRBD**) - caracteriza-se por ser de uso predominantemente residencial, foi assim definida por tratar-se de um complexo habitacional denominado, Vila Amazonas, composta de uma boa infraestrutura cujo são amparados pelos parâmetros urbanísticos e por algumas restrições, de acordo com as Figuras 12, 13 e 14, respectivamente. No Art. 49, apresenta algumas dessas restrições, a seguir:

Art. 49. São objetivos da Zona Residencial de Baixa Densidade:

- I - manter as características arquitetônicas existentes;
- II - potencializar meios para o tombamento de edificações com valor arquitetônico histórico;
- III - evitar o uso inadequado de atividades que possam desvirtuar o complexo arquitetônico existente.

Figura 12 - Zona Residencial de Baixa Densidade



Fonte: Lei Complementar, 002/2006.

Figura 13 - Parâmetros Urbanísticos para a ocupação do solo

Coeficiente de Aproveitamento	Índice de Ocupação Máxima (%)	Frente Mínima do Terreno (m)	Recuos Mínimos obrigatórios (m)			
			Frente	Fundos	Laterais	Total Laterais
2,0	60	10	5	3	1,5	3

Fonte: Lei Complementar, 002/2006.

Figura 14- Restrições para o uso residencial multifamiliar na macrozona urbana

ZONA	USOS r(1)		COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO			TAXA DE OCUPAÇÃO MÁXIMA	TAXA DE PERMEABILIDADE
			Mínimo	Básico	Máximo		
ZRBD ZEBD ZEISA-1 ZEISA-2	residencial	Unifamiliar	0,20	1,50	-	70%	15%
		multifamiliar r(2)	0,20	2,00	2,5	(2)	15%
	não-residencial	0,20	1,20	1,50	70%	20%	

Fonte: lei Complementar, 002/2006.

3.1.1.1 LOCALIZAÇÃO (Centro Educacional Balão Mágico)

A escola está situada na rua D-5, sendo um lote de esquina de acordo com a Figura 15, juntamente com as vista frontal e lateral de acordo com a Figura 16 e Figura 17, respectivamente.

Figura 15 - Área do terreno da edificação (CEBAM)



Fonte: Software Google Maps, 2010.

Figura 16 - Vista Frontal



Fonte: À autora, 2014.

Figura 17- Vista lateral



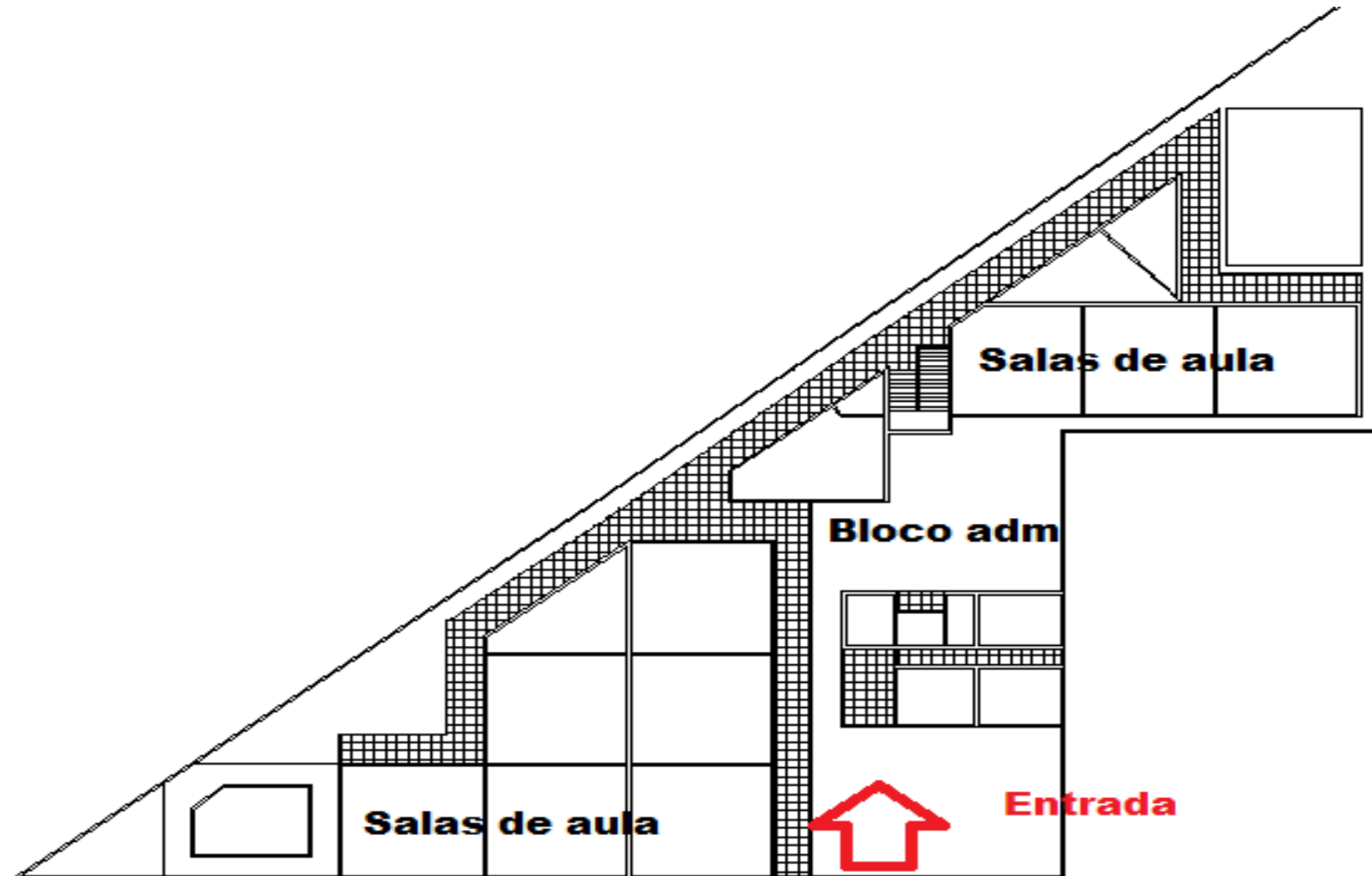
Fonte: À autora, 2014.

Inicialmente, a escola era uma residência unifamiliar padronizada que foi construída na época da multinacional ICOMI. Caracterizada por pelo seu estilo moderno repercutido na época pelo o arquiteto Oswaldo Bratke. A residência sofreu muitas adaptações para que pudesse funcionar como uma escola, como mostra a Figura 16 e 17.

Atualmente a escola não se caracteriza mais como na Figura 18 mostrada, pois algumas áreas foram retiradas e novas outras construídas. Hoje ela é uma escola com capacidade em média para 300 alunos.

Diante da preocupação com relação à iluminação natural, foi identificado na sala de aula do 4º ano (3ª série) o uso inadequado das aberturas como também a falta da disponibilidade da luz natural no seu interior, como apresenta a Figura 19. Foi identificado também um consumo de energia elétrica desnecessário em áreas externas que ao longo do dia poderiam ser iluminadas naturalmente, como mostra a Figura 20.

Figura 18 - Planta baixa com adaptações



Fonte: À autora 2014.

Figura 19- Sala de aula (CEBAM)



Fonte: À autora, 2014.

Figura 20 - Área externa (CEBAM)



Fonte: À autora, 2014.

3.1.2 MEDIÇÕES

De acordo com o que foi dito na metodologia, a sala de aula escolhida foi a sala do 4º ano do ensino fundamental, que apresenta as dimensões de 6.00 x 6.00 m, com uma porta de 0.80 x 2.10m e três janelas de 1.3 x 2.00m de madeira, na cor avermelhada.

Primeiramente, para identificar a disponibilidade da luz natural no interior da sala de aula fez-se necessário verificar a quantidade de iluminância disponível na mesma. Para isso, as medições foram feitas baseadas conforme a NBR 15215-4 – Iluminação natural, com a utilização de um aparelho chamado Luxímetro, Mod. LD-

300 Cod. 06049 Marca: Instrutherm, no dia 20/11/2013, no horário das 10:00h e 15:00h, com portas e janelas abertas e com o céu parcialmente encoberto.

Para um estudo completo, como apenas complemento à pesquisa de luz natural, também foram feitas medições da qualidade da luz artificial que a sala de aula proporciona aos alunos, conforme a NBR 5382 – Iluminância de interiores, verificada nos horários de 10:00 h e 15:00 h, no mesmo dia 20/11/2013 e utilizando o luxímetro, mas com as portas e janelas fechadas.

3.1.2.1 MEDIÇÃO CONFORME A NBR 15215-4 – ILUMINAÇÃO NATURAL

O método de medição adotado foi em ambientes reais com objetivo de avaliar as condições de iluminação natural do ambiente construído, em condições reais de ocupação e utilização, no caso, a sala de aula do 4º ano da escola.

Para isso, é necessário fazer medições em uma quantidade de pontos suficientes para caracterizar o plano de trabalho.

Essa quantidade de pontos é determinada pela NBR 15215-4, através do valor do coeficiente K que é estabelecido pela equação abaixo e recorrido à Tabela 6 a seguir:

$$K = \frac{C \cdot L}{Hm \cdot (C + L)}$$

$$K = \frac{6 \cdot 6}{1,6 \cdot (6+6)}$$

$$K = 1,875$$

Onde:

L é a largura do ambiente, em metros;

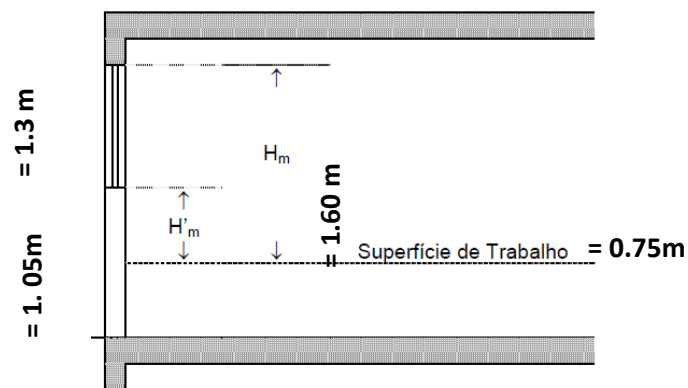
C é o comprimento do ambiente, em metros;

Hm é a distancia vertical, em metros, entre a superfície de trabalho e o topo da janela, conforme indicado na Figura 21.

Tabela 5 - Quantidade mínima de pontos

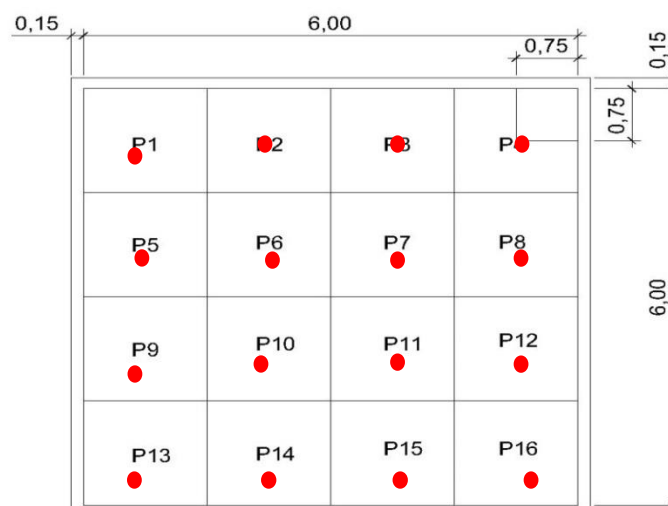
K	N° de pontos
$K < 1$	9
$1 \leq K \leq 2$	16
$2 \leq K \leq 3$	25
$K \geq 3$	36

Fonte: CIBSE (1984)

Figura 21 - Determinação do H_m 

Fonte: NBR 15215-4, 2004.

De acordo com o número de pontos obtidos, no caso, foram 16 pontos. A disposição dos pontos no ambiente interno da sala de aula dar-se pela seguinte malha, de acordo com a figura 22 e os valores desses pontos estão disponíveis na Tabela 7.

Figura 22 - Malha de pontos

Fonte: À autora, 2014.

Desta forma, para determinar a iluminância média natural na sala de aula, é necessário fazer a média aritmética de todos os pontos indicado na figura 22 acima. E como as medições foram feitas em dois horários, logo teremos a média de iluminância para esses dois casos, no horário das 10:00h e as 15:00h.

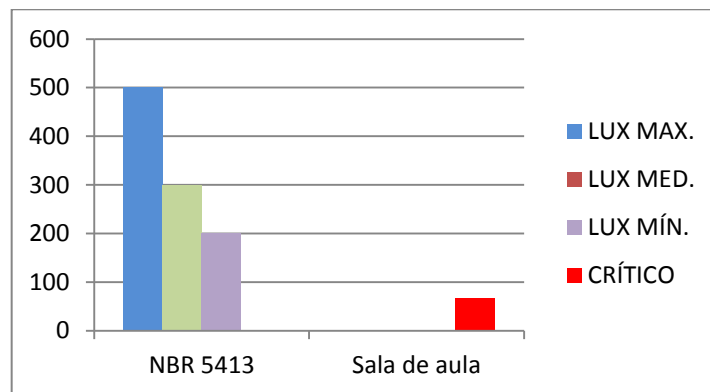
Iluminância média às 10:00h: 66,7625 lux

Iluminância média às 15:00h: 39,36875 lux

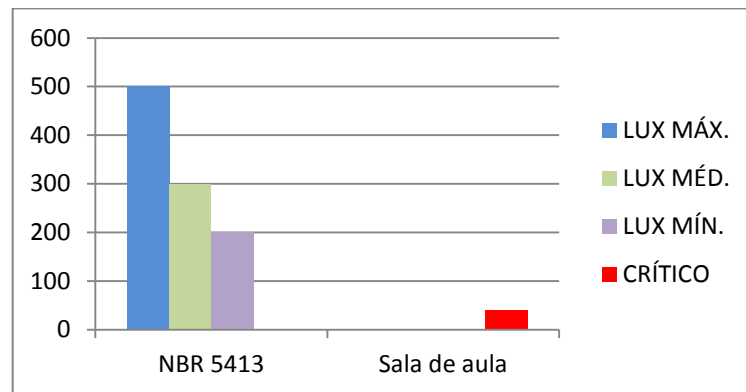
De acordo com as informações obtidas, nota-se que a iluminação natural dentro da sala de aula não chega ao valor mínimo de iluminância exigido pela norma NBR 5413, que mostra os valores de 200 – 300 – 500 lux para ter conforto visual num ambiente escolar.

Para melhor visualização e interpretação dos dados foram gerados gráficos com as informações coletadas, de acordo com as Figuras 23 e 24, respectivamente.

Figura 23 - Dados da Iluminância natural (média) às 10 h



Fonte: À autora, 2014.

Figura 24 - Dados da iluminância natural (média) às 15 h

Fonte: À autora, 2014.

Tabela 6 - Medição da luz natural

TABELA DE MEDIÇÃO / NBR 15215											
Medições em Sala de aula/ 4º Ano											
Dia	Portas e Janelas Abertas/Luz natural										
	Horário	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Parcialmente Encoberto
20/11/2013	10:00	57,1	63,8	95,4	74,3	75,6	86,6	101,8	90,4	56,2	x
	15:00	33,5	36,8	48,8	48,4	37,1	50	49,9	49,1	33,4	x

Dia	Horário	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
20/11/2013	10:00	63,4	48,6	48,1	55,7	63,2	48,2	39,8
	15:00	34,8	35,2	35,1	33,2	34,6	34,1	35,9

Fonte: À autora, 2014.

Por caráter complementar foi analisado a qualidade de luz artificial pertinente ao ambiente. Para esta análise o processo se deu pela medição conforme a NBR 5382, como mostra no item abaixo:

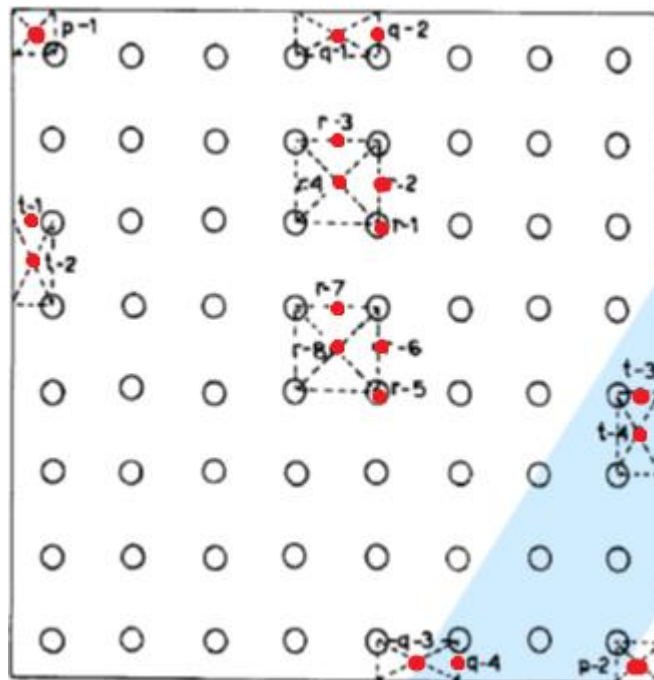
3.1.2.2 MEDIÇÃO CONFORME A NBR 5382 – Iluminância de interiores

Existem métodos de verificação e uso de iluminação artificial para cada tipo de área. Esse método resultará em valores de iluminância média de no máximo 10%

de erro sobre os valores que seriam obtidos pela divisão da área em áreas de (50x50) cm. Essas áreas divididas simetricamente são pontuadas de acordo com a norma estabelecendo pontos específicos P, Q, R, e T como mostra a Figura 25. E calcula-se a média aritmética desses pontos de acordo com os valores apresentados na Tabela 8. (NBR 5382, 1985).

A sala de aula escolhida enquadra-se num campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz em padrão regular, simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras, como mostra a Figura 25 abaixo de acordo com a NBR 5382.

Figura 25 - Campo de trabalho retangular, iluminado com fontes de luz simetricamente espaçadas em duas ou mais fileiras



Fonte: NBR 5382, 1985.

Para determinar a iluminância média nesse tipo de área em que a sala de aula escolhida se enquadra, utiliza-se a seguinte equação:

$$\text{Iluminância média} = \frac{R(N - 1)(M - 1) + Q(N - 1) + T(M - 1) + P}{NM}$$

Onde: N = número de luminárias por fila

M = número de filas

No horário das 10:00h da manhã, a iluminância média artificial no interior da sala dispõe de:

$$\begin{aligned} \text{Iluminância média} &= \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \\ &= \frac{147,75(2-1) \cdot (2-1) + 107(2-1) + 116(2-1) + 74,05}{2 \cdot 2} \\ &= 111,3675 \text{ lux} \end{aligned}$$

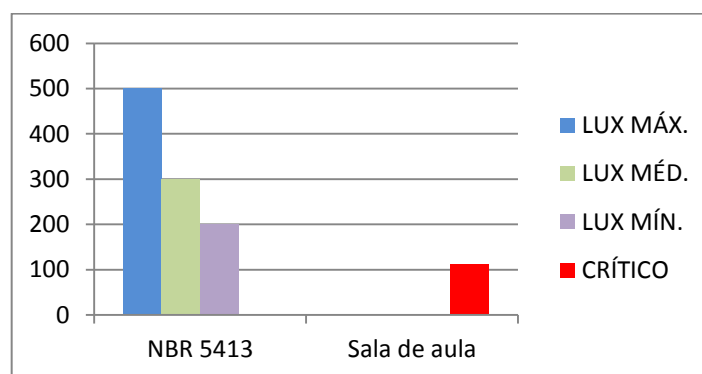
No horário de 15:00h da tarde, a iluminância média artificial:

$$\begin{aligned} \text{Iluminância média} &= \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM} \\ &= \frac{131,325(2-1) \cdot (2-1) + 101,55(2-1) + 105,025(2-1) + 84,6}{2 \cdot 2} \\ &= 105,625 \text{ lux} \end{aligned}$$

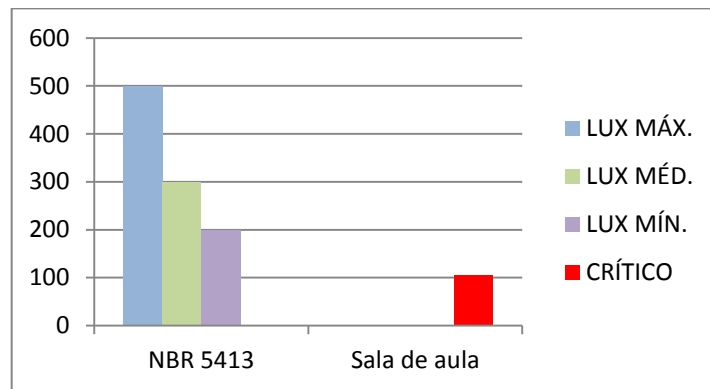
De acordo com os valores obtidos tanto no horário das 10:00h quanto às 15:00h, nota-se que o valor da iluminância média nesses dois horários também não foram suficientes e muito menos chegaram ao valor mínimo estipulado pela NBR 5413, que mostra os valores de 200 – 300 – 500 lux em ambientes como sala de aula para ter-se um conforto visual.

Para melhor visualização e interpretação dos dados foram gerados gráficos com as informações coletadas, de acordo com as Figuras 26 e 27, respectivamente.

Figura 26 - Dados de iluminância artificial (média) às 10 h



Fonte: À autora, 2014.

Figura 27 - Dados de iluminação artificial (média) às 15 h

Fonte: À autora, 2014.

Tabela 8 - Medições da luz artificial

TABELA DE MEDIÇÃO / NBR 5382											
Medições em Sala de aula/ 4º Ano											
Dia	Horário	Portas e Janelas FECHADAS/Luz artificial								Céu P. Coberto	Média aritmética
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8		
20/11/2013	10:00	148,1	143,6	132,5	141,3	159	156	146	155,9	x	147,75
	15:00	129,2	126,5	121,2	126,4	140	138,7	133	135,6	x	131,325

Dia	Horário	Q1	Q2	Q3	Q4	Média A.
20/11/2013	10:00	112	113,5	107	96	107
	15:00	105	105	101	95	101,6

Dia	Horário	T1	T2	T3	T4	Média A.
20/11/2013	10:00	110	111	122,9	123	116,65
	15:00	99,6	104,9	108,2	107	105,03

Dia	Horário	P1	P2	Média A.
20/11/2013	10:00	77,9	70,2	74,05
	15:00	91,2	78	84,6

Fonte: À autora, 2014.

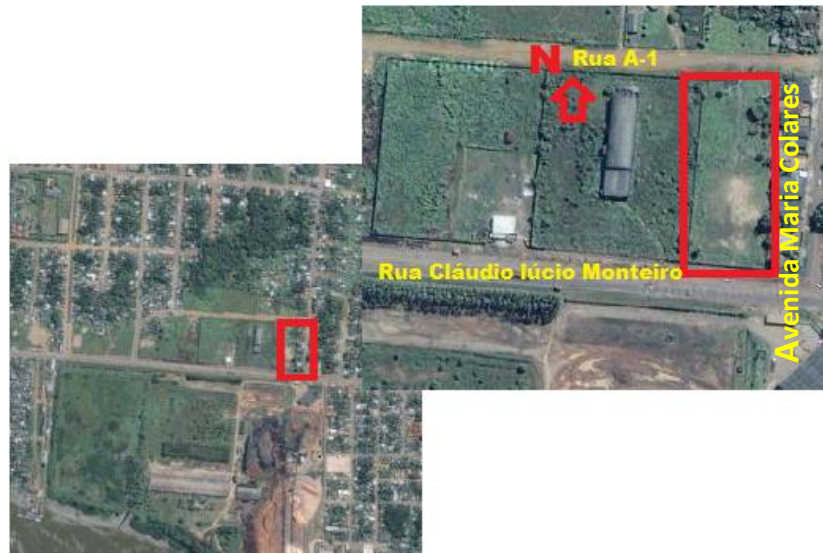
3.2 PROJETO PROPOSTO

Em virtude dos resultados encontrados na sala de aula analisada, a respeito da disponibilidade de luz natural e com a pesquisa complementar de iluminação artificial, houve a necessidade então de apresentar uma nova proposta de uma edificação escolar, pois a edificação da escola existente não oferece um espaço e uma estrutura escolar que ofereça o mínimo de conforto que a FDE juntamente com MEC exige, além das condições mínimas de conforto luminoso e térmico que as Normas exigem, como a NBR 15215, NBR 4413 e NBR 15220. O intuito é de aumentar a qualidade de vida e conseqüentemente reduzir o consumo de energia elétrica através do de um projeto luminoso. A escola Balão Mágico localiza-se em zona residencial de baixa densidade onde o objetivo da área é potencializar o patrimônio histórico, no caso, o conjunto de casas residenciais. Logo, o novo projeto será elaborado em outro terreno propondo uma edificação com traços do estilo moderno trazido por Le Corbusier, como os pilotis, as janelas em linha, fachadas livres, levando sempre em consideração o entorno do terreno, as condições bioclimáticas e a lei complementar 002/2006 no município que permite a construção, entre outros.

3.2.1 ESTUDO PRELIMINAR

O terreno escolhido para o desenvolvimento da proposta nova da escola, localiza-se no Bairro da Hospitalidade entre a Rua Cláudio Lúcio Monteiro e a Rua A-1 com a av. Maria Colares, como mostra a Figura 28. O terreno tem dimensões de 58 x 145 m, com uma área total de 8.410 m² que próximo ao terreno possui equipamentos de serviços, comércio, residências, áreas alagadas em seu entorno como mostra a Figura 29. A Figura 30 apresenta o terreno escolhido e as condicionantes climáticas, onde as correntes de ventos dominantes vem no nordeste e os raios solares incidentes do oeste. Na figura 31 representa o lote e suas vias de acesso com relação ao seu entorno

Figura 28- Localização do terreno da nova proposta



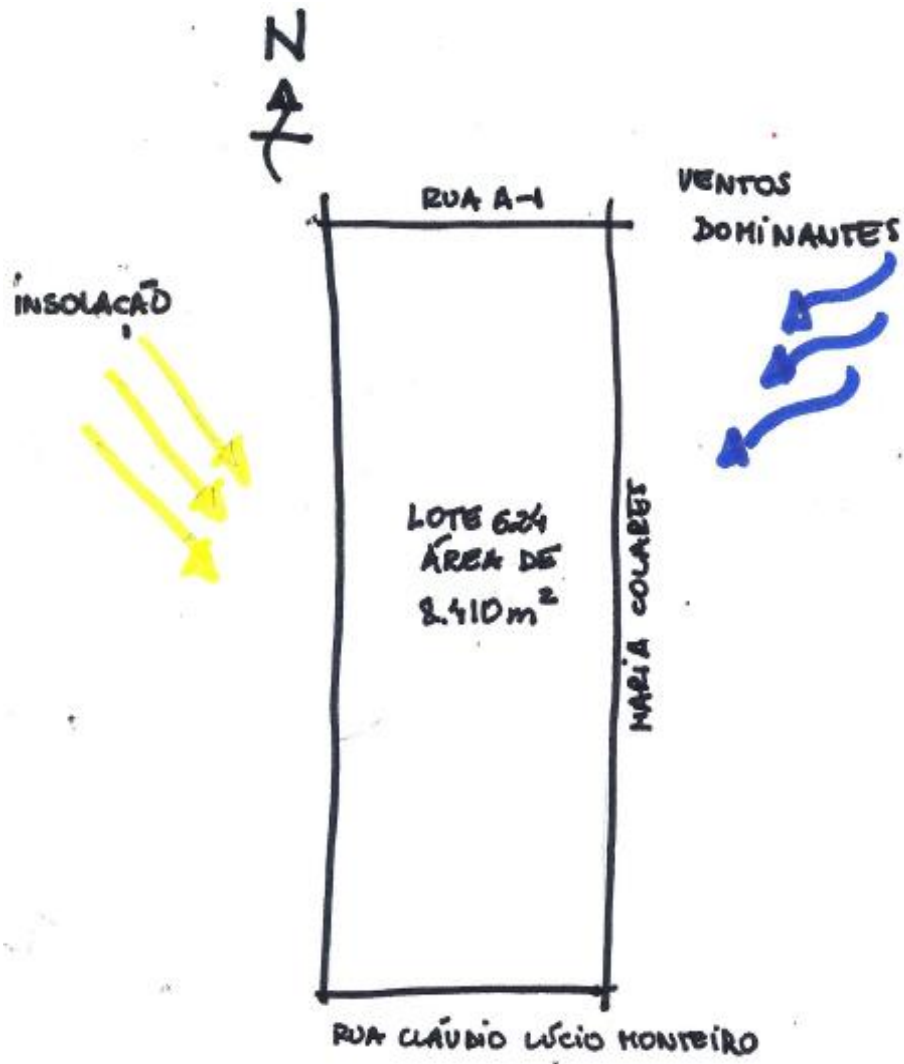
Fonte: Google Maps, adaptada pela autora, 2014.

Figura 29 – Análise do entorno do terreno



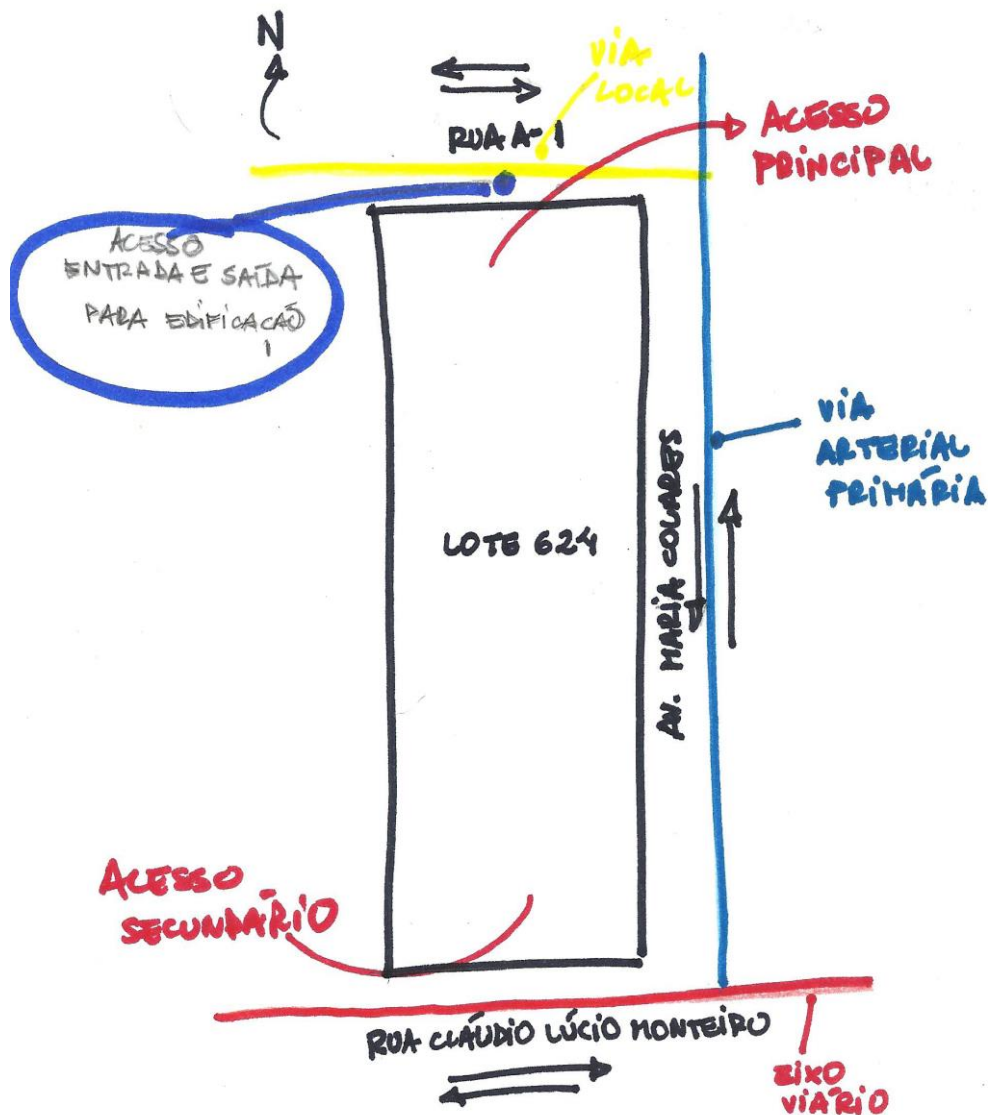
Fonte: À autora, 2014.

Figura 30 - Condicionantes climáticas



Fonte: À autora, 2014.

Figura 31- Representação de acessos



Fonte: À autora, 2014.

3.2.1.1 PROGRAMA DE NECESSIDADES

De acordo com as necessidades da escola propôs-se um novo programa de necessidade e áreas estimadas de acordo com os padrões da FDE com um pré-dimensionamento dos ambientes com um valor parcial de áreas construídas de 2.850 m² e um valor total 3.455,09 m² como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Programa de necessidades e Pré-dimensionamento da proposta

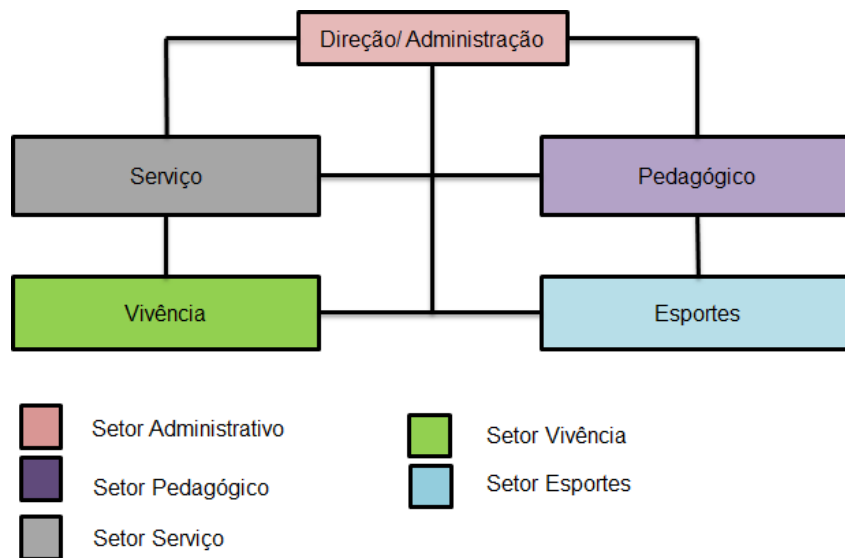
Programa de Necessidade			Pré-dimensionamento		
Setor	Ambientes	Nº de ambientes	Dimensão (m)	Área (m ²)	
Direção/Administrativo	Diretoria	1	2,55 x 3,37	9,18	
	Vice diretoria	1	2,55 x 3,37	9,18	
	Secretaria/tesouraria/almojarifado	1	4,35 x 7,05	30,66	
	Coord. pedagógico	1	3,38 x 3,45	11,61	
	Sala dos professores	1	3,38 x 3,45	11,61	
	Conj. Sanit. Adm	1	2,10 + 1,50 + 4,95 +3,32 + 7,05 + 4,85	26,76	
Pedagógico	Salas de aula	18	7,05 x 7,05	49,7	
	Uso múltiplo	2	7,40 +3,45+ 1,55 + 4,55 +5,85 +8	52,14	
	Sala de preparo	1	7,05 x 7,05	49,7	
	Lab. De química e Biologia	1	7,20 x 7,20	49,7	
	Lab. Matemática e física	1	7,20 x 7,20	49,7	
	Lab. De informática	1	5,85 x 10,65	63,3	
	Sala de leitura	1		127,6	
	Depósito	1	3,60 x 3,60	12,96	
	Biblioteca	1		45,8	
	Brinquedoteca	1	3,85 x 3,85	14,82	
	Conj. Sanitário		2	2,15 + 7,05+ 7,15 + 7,05+ 2,15+ 5,10+ 2,55 + 5,10	34,9
				2,85 x 5,85	16,67
Vivência	Cozinha/despensa/ Lanchonete	1	7,43 x 7,43	43,46	
	Refeitório/quadra coberta	1	7,58 + 7,58+ 6,08 + 15.15 + 13,65	149,41	
	Sanitário. Fem.	1	3,93 x 4,00	15,7	
	Sanit. Masc.	1	3,93 x 4,00	15,7	
	Dep. De mat. Ed. Física	1	3,60 x 4,00	14,4	
	Jardim	1			
	Espaço Convivência	1			
Esporte	Piscina	1	12,5 x 25,00	312,5	
	Quadra Poliesportiva	1	23,00 x 30,00	690	
	Vestiário	2	3,93 x 4,00	15,7	
Serviço	Dep. de material de limpeza	1	3,60 x 4,00	14,4	
			Área parcial:	2.850,00	
			Área total:	3,455,09 m ²	

Fonte: À autora, 2014.

3.2.1.2 FUNCIONOGRAMA E FLUXOGRAMA

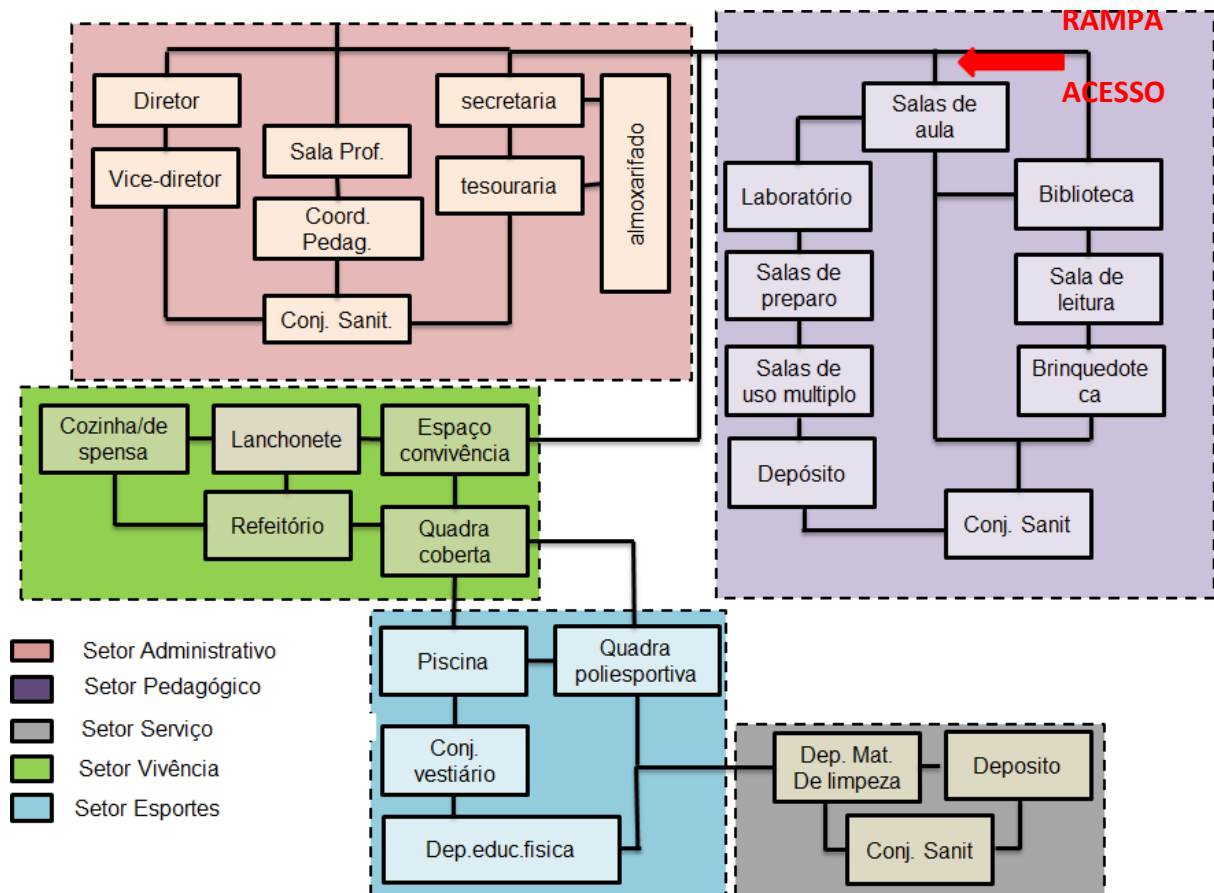
É necessário fazer uma apresentação do funcionamento dos ambientes com relação ao fluxo de pessoas e como os ambientes estão interligados. Criou-se então, o Funcionograma e Fluxograma da proposta, para um melhor entendimento do mesmo, de acordo com as Figuras 32 e 33 respectivamente.

Figura 32 - Funcionograma



Fonte: À autora, 2014.

Figura 33 - Fluxograma da proposta



Fonte: À autora, 2014.

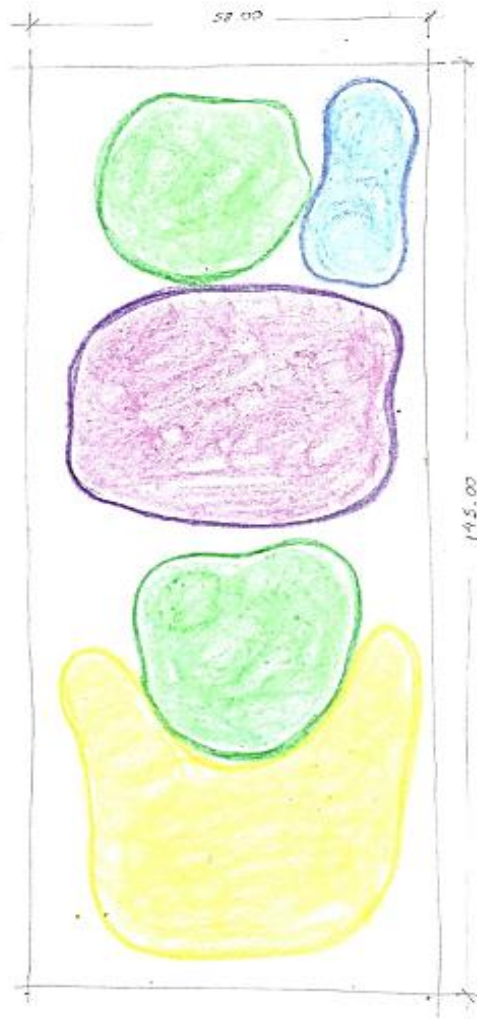
3.2.1.3 PARTIDO ARQUITETÔNICO

A setorização é categorização das funções, divididas por atividades relacionadas e que se ligam entre si através de estratégias e afinidades funcionais entre setores. Os setores desta proposta dividem-se da seguinte forma: setor pedagógico, setor de vivência e assistência, setor administrativo e setor de serviços como apresenta a Figura 34.

A concepção do partido arquitetônico deve atender as condições do conforto físico dos usuários, adaptando-se à topografia, o entorno, o clima e integrando o ambiente escolar com a paisagem natural.

O partido foi concebido mediante os estudos teóricos e estratégias bioclimáticas, buscando a melhor orientação do edifício no terreno, priorizando a ventilação e iluminação natural.

Figura 34 - Setorização da nova proposta

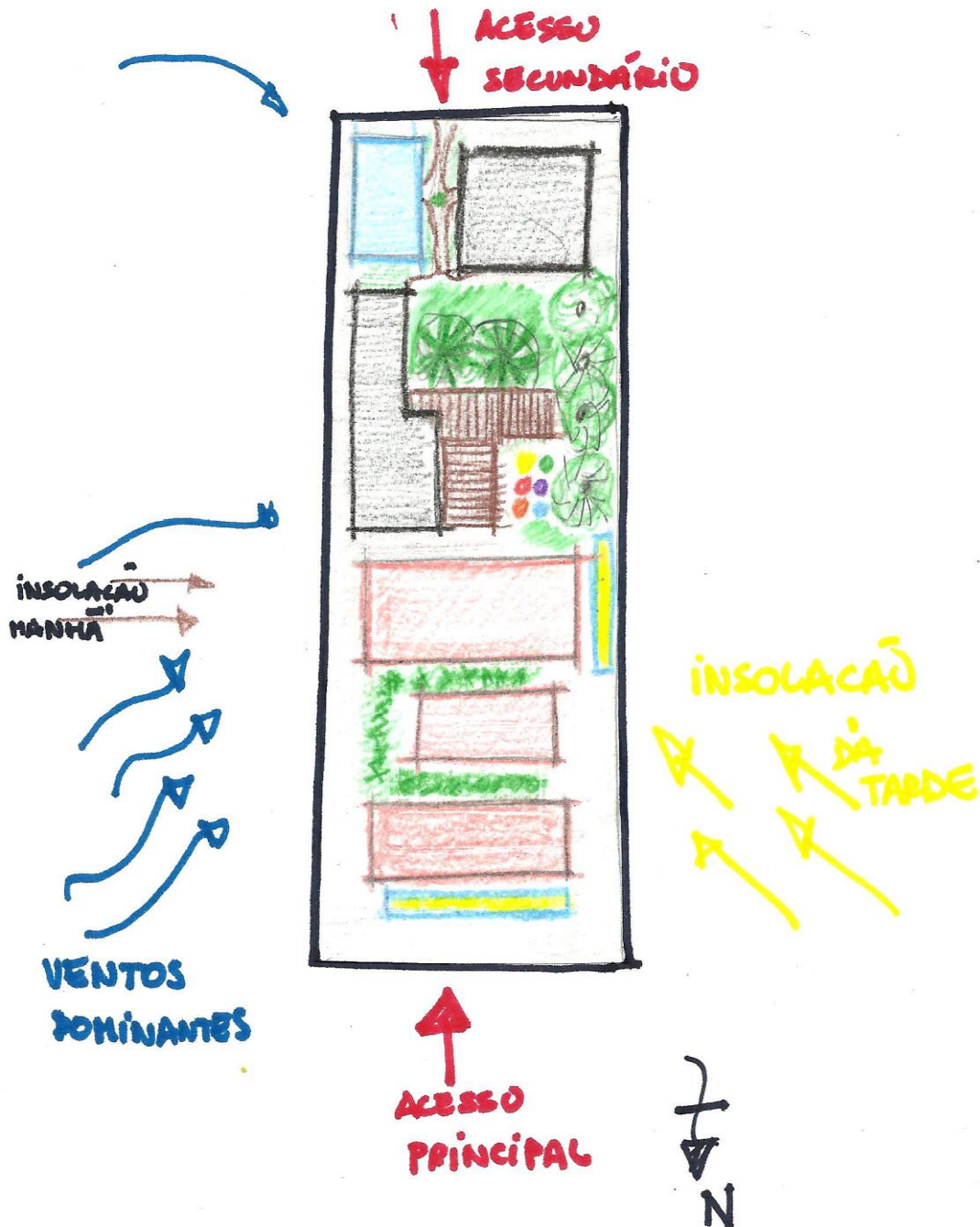


Fonte: À autora, 2014.

O partido é composto 4 blocos monolíticos. Os dois primeiros blocos são compostos por salas de aula, o primeiro atende os alunos do 1° ao 5° ano de ensino fundamental I e no segundo, atende os alunos 6° ao 9° ano do ensino fundamental II. O terceiro é o bloco que presta assistência à área pedagógica, como biblioteca, laboratórios, sala de informática, salas multiuso, sala de leitura e brinquedoteca. O quarto bloco é formado por todos os ambientes administrativos, como diretoria, secretaria, almoxarifado, coordenação pedagógica e sala dos professores. Ambos os blocos são sustentados por pilotis, criando espaços de vivência no térreo, dando ao edifício ares de modernidade e possibilidade de contemplação com o entorno. Além de áreas de lazer e esporte voltadas para o convívio, como mostra a Figura 35.

A exigência maior foi com relação aos blocos de salas de aula e sua orientação para o dimensionamento das aberturas para que disponha de iluminação natural. Com suas fachadas maiores voltadas para o norte e para o sul e as menores para o leste e o oeste em virtude de uma melhor captação da luz natural.

Figura 35 - Partido Arquitetônico da nova proposta escolar

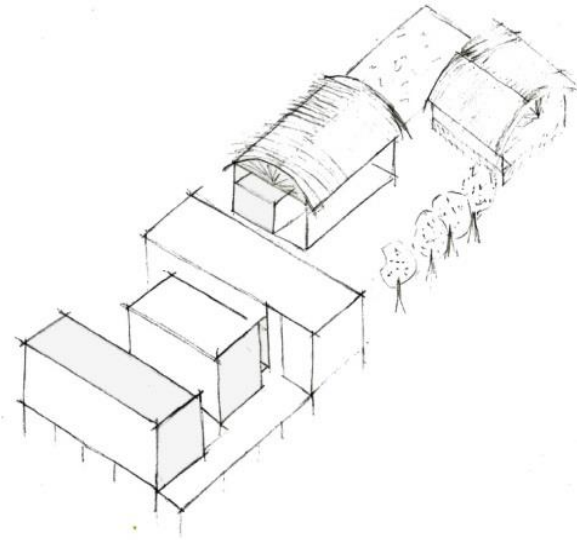


Fonte: À autora, 2014.

3.2.1.4 VOLUMETRIA

O volume da proposta e sua forma apresentam, em sua composição, alguns elementos tipicamente modernos: edificação sobre pilotis, valorizando a área através do uso para área de convivência, volumes de geometria simples, horizontalidade trazido pelo por Le Corbusier, como apresenta a Figura 36.

Figura 36- Volumetria da nova proposta



Fonte: À autora, 2014.

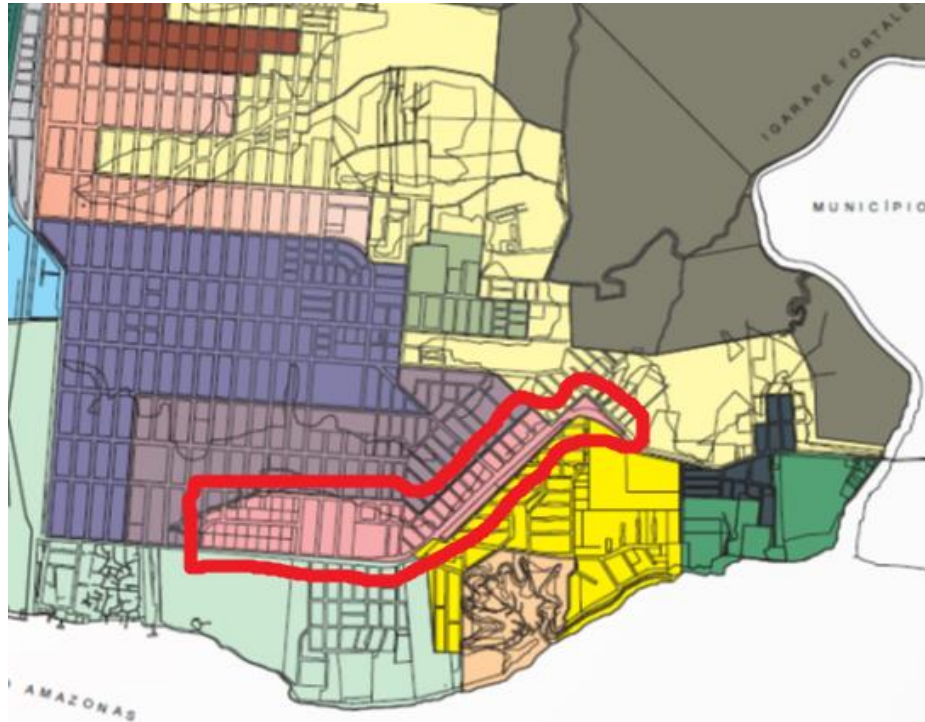
3.2.2 ANTEPROJETO

3.2.2.1 LEI DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O instrumento a ser usado é o Plano Diretor Participativo de Santana – AP, lei municipal que estabelece diretrizes para a ocupação do município, no qual estabelece as características físicas, as atividades predominantes, as potencialidades, entre outros.

Segundo a Lei Complementar nº 002/2006, a área da nova proposta, está localizada na Zona Mista de Média Densidade, como indica a Figura 37 e no Quadro 2, mostra os objetivos e a caracterização da área.

Figura 37 - Macrozoneamento urbano



 **ZMMD 1 - Zona Mista de Média Densidade**

Fonte: Lei Complementar 002/2006.

Quadro 2 - Setorização urbana

SETORIZAÇÃO URBANA

Dos Setores Urbanos:

Subseção II - Art. 44 - Zona Mista de Média densidade (**ZMMD**) - caracteriza-se dispondo de uma ótima topografia e de uma boa infraestrutura capaz de atender o uso de atividade residenciais e não residenciais.

Art. 45 - São objetivos da Zona Mista de Média Densidade

I - controlar e ordenar o adensamento construtivo e populacional de acordo com a morfologia e as características de infraestrutura existentes;

II - implementar um adensamento criterioso que fossa no futuro favorecer um ordenamento urbanístico adequado à realidade vocacional da área urbana em que se insere;

Fonte: Lei Complementar 002/2006.

A legislação apresenta com os parâmetros de ocupação do solo como o CAT máximo, a taxa de ocupação máxima, taxa de permeabilidade e afastamentos frontal, lateral e fundo de acordo com Quadro 3.

Quadro 3 - Parâmetro urbanísticos para a ocupação do solo

PARÂMETROS PARA A OCUPAÇÃO DO SOLO							
Zona/ Uso	CAT máximo	Taxa de ocupaçã o máxima (%)	Taxa de permea bilidade (%)	Índice de ocupaçã o máxima (%)	Afastamentos mínimos obrigatórios (m)		
					Frente	Fundo	Laterais
ZMMD - 1	3	70%	15%	50%	5	3	2

Fonte: Lei complementar 002/2006, adaptada pela autora, 2014.

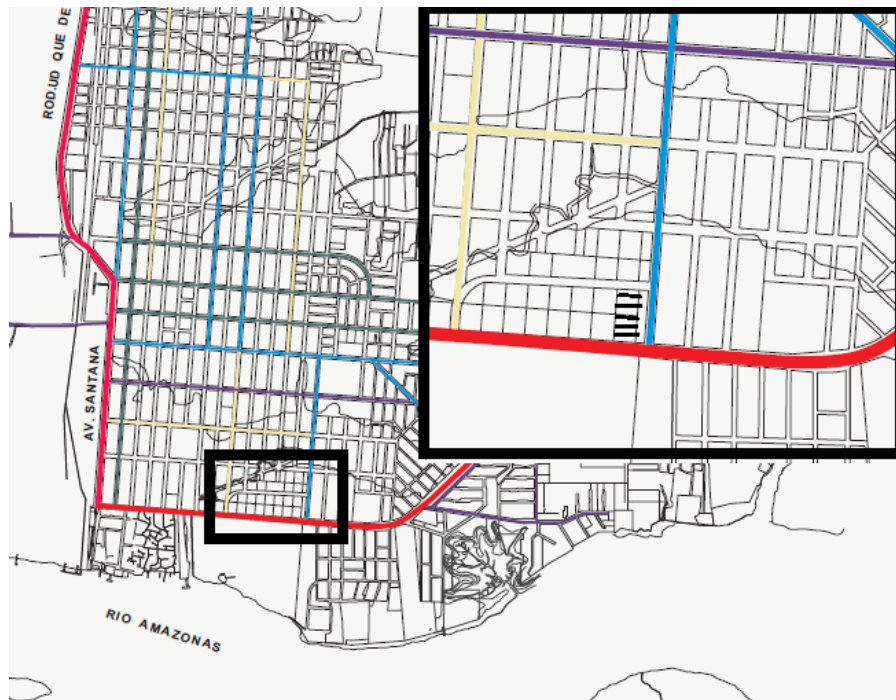
O quadro 4 a seguir, mostra alguns parâmetros a respeito dos lotes situados na hierarquização viária do município de Santana apresentados no Plano Diretor. O Terreno da nova proposta está situado nessa hierarquização viária, como mostra a Figura 38.

Quadro 4 - Artigo 92

Art. 92. Nos Eixos Viários, nas Vias Arteriais Primárias e Secundárias e nas Vias Coletoras, para os usos não residencial e misto, será admitida taxa de ocupação de 80% (oitenta por cento) nos dois primeiros pavimentos e de 50% (cinquenta por cento) nos pavimentos superiores.

Fonte: Lei Complementar 002/2006.

Figura 38 - Hierarquização viária do entorno do terreno

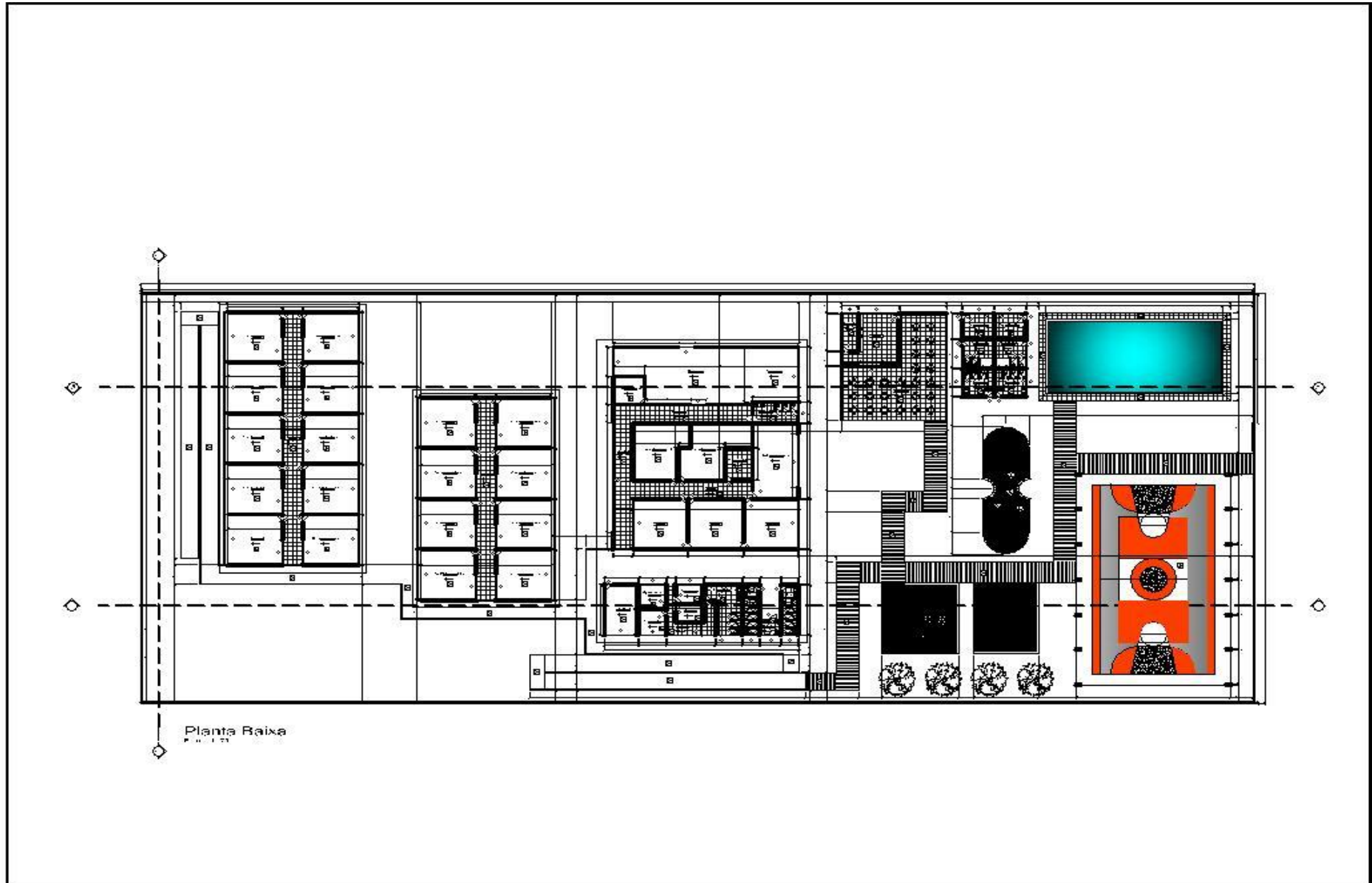


Fonte: Lei complementar 002/2006 com adaptações da autora, 2014.

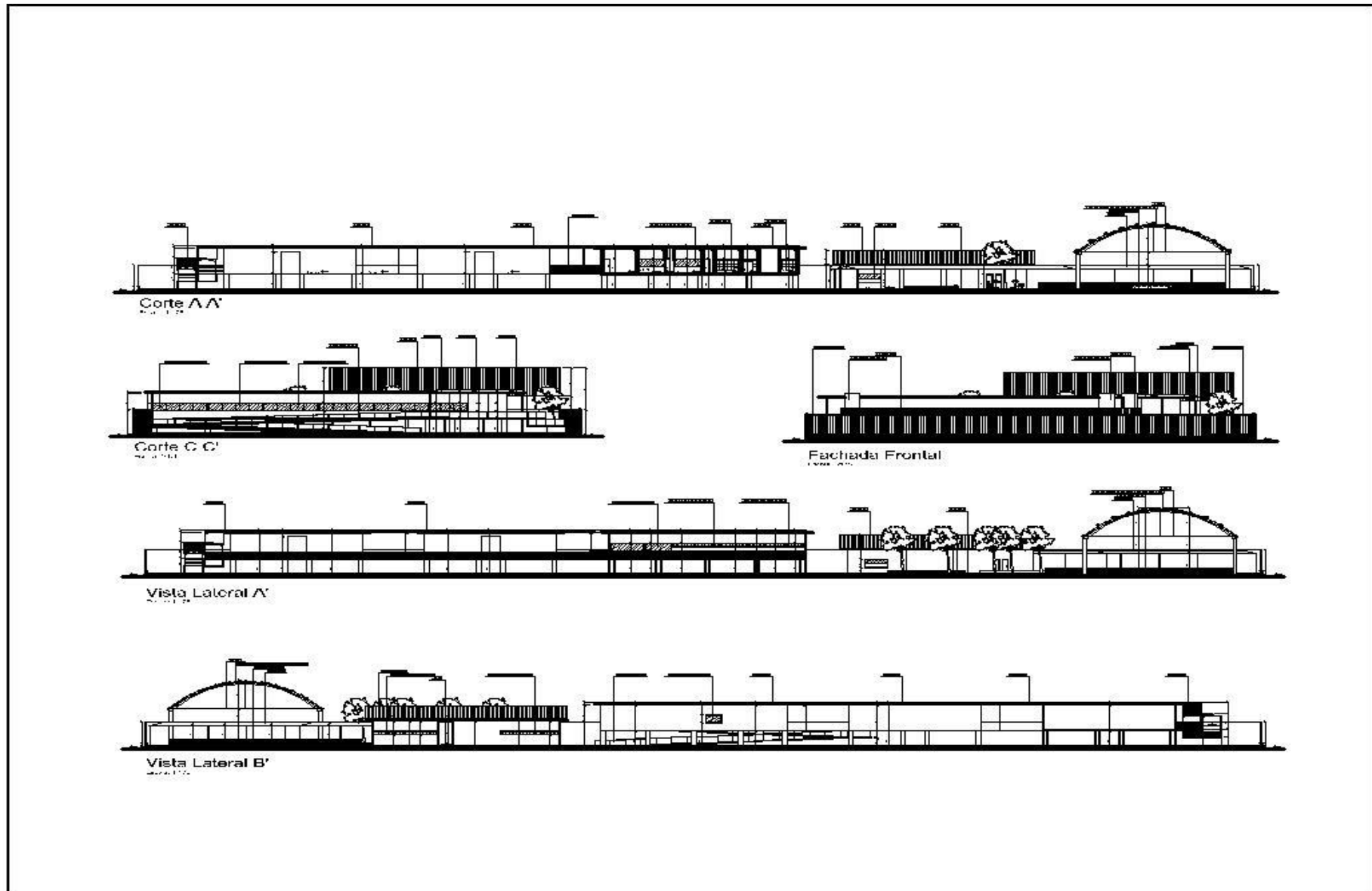
3.2.2.2 DESENHOS TÉCNICOS (plantas, cortes e fachadas)

Neste tópico será exposto o volume arquitetônico finalizado, juntamente com as plantas, cortes, e fachadas da proposta final de acordo com a Figura 39 e 40. Contudo, o volume inicialmente pensando foi mantido conforme a maquete eletrônica, conforme a figura 41.

Figura 39 - Planta baixa da nova proposta



Fonte: À autora, 2014.

Figura 40 - Cortes e fachadas no novo projeto

Fonte: À autora, 2014.

Figura 41 - O 3D da nova proposta



Fonte: À autora, 2014.

3.3 ESTUDO DA ILUMINÂNCIA DA NOVA PROPOSTA

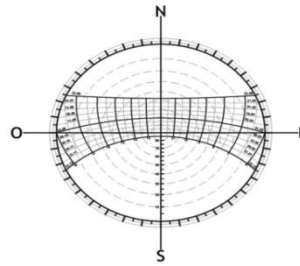
A partir da elaboração do novo projeto arquitetônico para a escola CEBAM, que foi concebido de acordo com os parâmetros da NBR 15215 – iluminação natural e NBR 5413 – iluminância de interiores. De fato, foram solucionados todos os problemas que causava impedimento da entrada da luz difusa na sala de aula.

O projeto da nova sala de aula tem as dimensões de 7,20 x 7,20 de eixo a eixo com o pé-direito de 3,00 m de altura. A sala dispõe de área de iluminação natural luminoso que teria no interior do recinto, com 1/5 da área do piso.

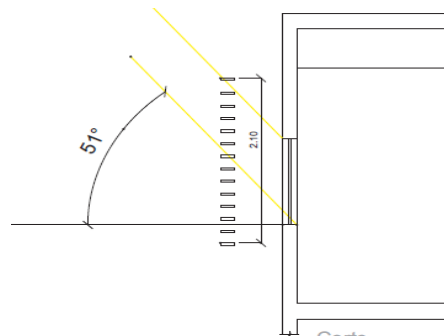
3.3.1 CALCULO DE BRISE

Os brises foram calculados de acordo com a carta solar mostrada na Figura 42. Os resultados obtidos são com 3 cm de espessura, 15 cm de largura, afastados da parede com 50 cm e 2,13 m de altura, como mostra a Figura 43.

Após a definição de partido arquitetônico, optou-se por pela utilização de brises infinitos na horizontal, devido, o solstício de verão de 22.06 incidir na fachada orientada para o Norte, onde a nova sala projetada terá uma fileira de ofuscamento próximo as janelas orientadas para o Norte. Desta forma, o brise calculado e projetado irá impedir e proteger 100% a entrada da luz direta fachada norte no horário de 8h às 16h. Nesse período a entrada da iluminação pela janela é apenas a luz difusa.

Figura 42 - Carta Solar

Fonte: À autora, 2014.

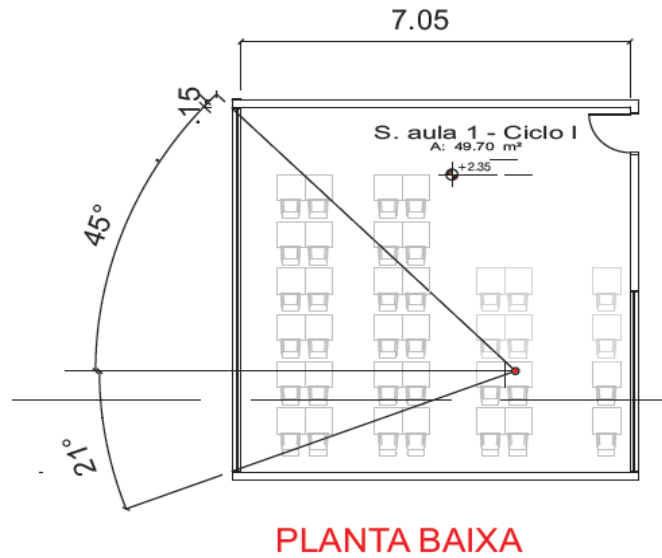
Figura 43- Dimensionamento do brise

Fonte: À autora, 2014.

3.3.2 CALCULO DE ILUMINAÇÃO NATURAL

Para o cálculo de iluminação natural da nova sala foi necessário escolher um ponto qualquer dentro do ambiente, como mostra a Figura 44. O cálculo de iluminação natural é baseado na somatória da Componente do céu (CC); Componente Refletida Externa (CRE) e Componente Refletida Interna (CRI). Com os valores obtidos das condicionantes, pode-se verificar a quantidade de iluminância no ponto escolhido. O resultado encontrado foi satisfatório, pois no ponto distante do quadro e distante da janela, pôde receber um valor maior do que a NBR 5413 exige com o valor de $EP = 271,17$ lux. Vale ressaltar que nesta sala, qualidade de luz natural que penetra no ambiente permite ter conforto luminoso dentro do recinto, proporcionando ao ser humano, melhor qualidade de vida.

Figura 44 - Ponto referencial na sala de aula



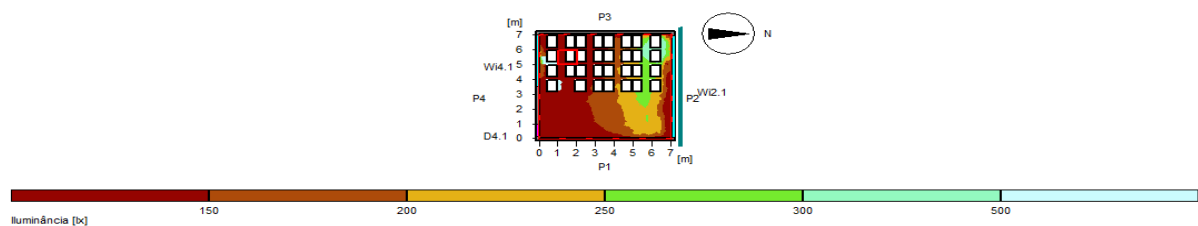
Fonte: À autora, 2014.

3.3.3 ANÁLISE COM O SOFTWARE: RELUX PROFESSIONAL 2006

3.3.3.1 ANÁLISE DA SALA DE AULA COM CÉU CLARO, NO HORARIO DE 10H

Com esta análise verificou-se que a média da sala de aula ainda oferece valores de iluminâncias acima dos valores mínimos exigidos pela Norma. A Figura 45 abaixo apresenta a iluminância média de 236 lux.

Figura 45 - Disposição do iluminância do ambiente



Geral

Algoritmo de cálculo usado	low indirect fraction
Altura da zona de avaliação	0.64 m
Modo de cálculo usado :	céu limpo de acordo com a CIE
Data ,Tempo:	21.11. 14:00 (TST 16:38)

Dados geográficos :

Localização	: Brasil
Latitude (graus)	: 0.00 °
Longitude (graus)	: 51.00 °
Ângulo Norte	: 90.00 °

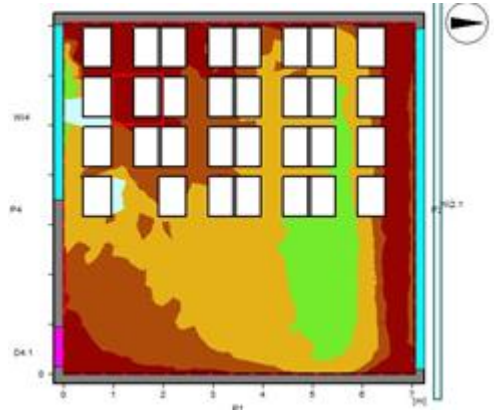
Iluminância

Iluminação média	Em	236 lx
Iluminância mínima	Emin	62.4 lx
Iluminância Máxima	Emax	9660 lx
Uniformidade g1	Emin/Em	1:3.79 (0.26)
Uniformidade g2	Emin/Emax	1:139 (0.01)

Fonte: À autora, 2014.

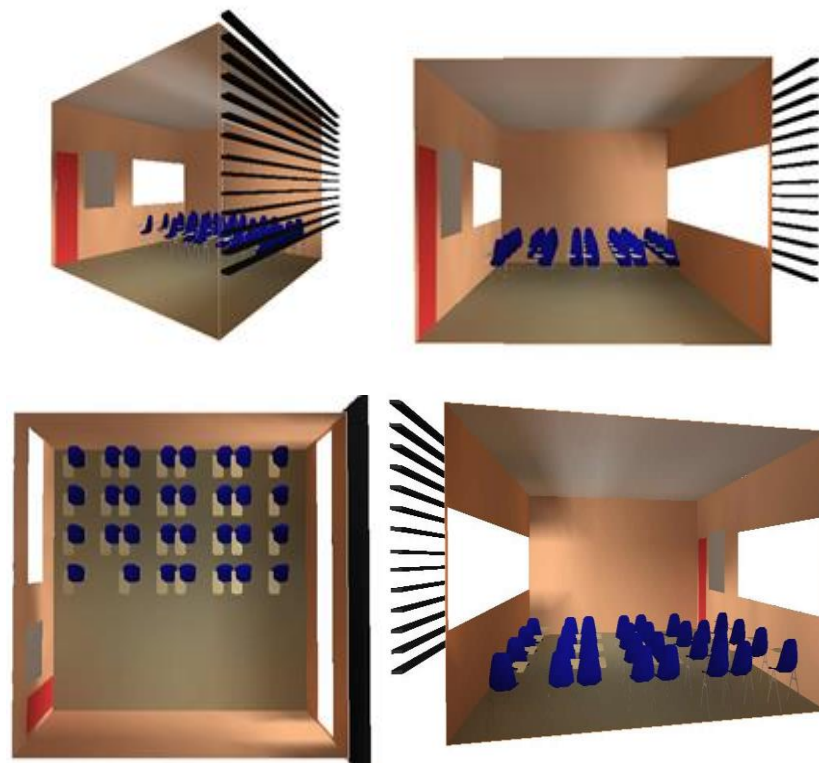
A Figura 46, mostra a distribuição da luz difusa e a Figura 47, mostra a disponibilidade da luz difusa em perspectiva.

Figura 46 - Distribuição da luz difusa



Fonte: À autora, 2014.

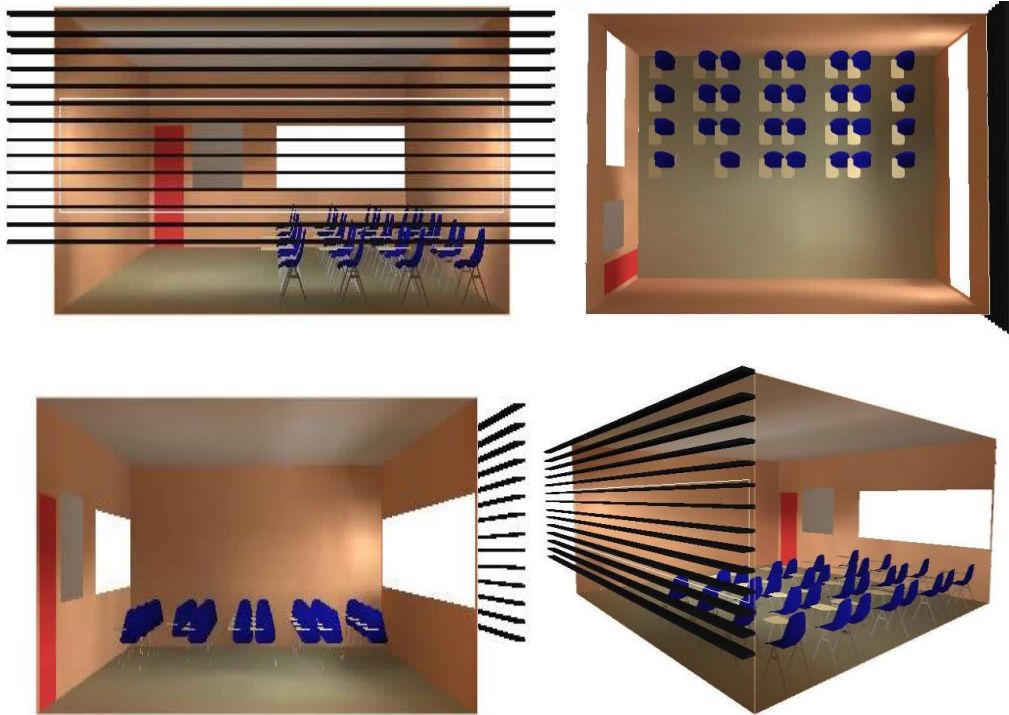
Figura 47 - Perspectiva da disponibilidade da luz natural



Fonte: À autora, 2014.

3.3.3.2 CÉU PARCIALMENTE ENCOBERTO

Figura 48 - Perspectiva da disponibilidade da luz



Fonte: À autora, 2014.

CONCLUSÃO

A educação é um marco de tamanha relevância para o desenvolvimento do país. Sabe-se que uma boa qualidade de ensino não depende apenas da capacitação dos educadores, mas também das condições físicas que os ambientes proporcionam.

Este trabalho científico teve como objetivo, analisar a eficiência do dimensionamento de aberturas da sala de aula quanto à iluminação natural, para que pudesse obter a real quantidade de luz natural penetrante no ambiente escolar. Para ter certeza de quão conforto o ambiente fornece.

Ao longo do trabalho através de estudos sobre o conforto luminoso, sobre o clima da região, sobre as estratégias bioclimáticas e o que estes exigem para um ambiente escolar, foi comprovado que um mau dimensionamento de aberturas e a falta de uma orientação adequada não oferecem o mínimo de conforto luminoso que a norma exige, tampouco boas sensações térmicas.

Na sala de aula, tanto a iluminação natural quanto a artificial não foram suficientes para proporcionar conforto luminoso. Logo, houve a necessidade de elaborar um novo projeto arquitetônico obedecendo aos parâmetros construtivos cruciais para a obtenção de iluminação natural, conseqüentemente uma sensação confortável.

O dimensionamento das aberturas no novo projeto e sua orientação para o norte fazem com que a iluminação natural penetre no ambiente de forma difusa gerando não só um conforto luminoso, mas sim condições favoráveis tanto para os alunos quanto para os professores, um aumento na melhoria de qualidade de vida, um aumento na concentração, a diminuição da fadiga visual entre outros.

Portanto, as edificações futuramente projetadas em qualquer tipo de região podem fornecer sim um conforto ambiental. Para isso, são necessárias soluções com decisões simples, tomadas ainda em etapa de partido arquitetônico como, uma simples orientação.

REFERÊNCIAS

ARTIGAS, J.B.V. **Caminhos da Arquitetura**: Vilanova Artigas. São Paulo: Naify, 1999.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminâncias de interiores: procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaborações. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-1**: Iluminação natural – Parte 1: conceitos básicos e definições. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-3**: Iluminação natural – Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15287**: informação e documentação: projeto de pesquisa: apresentação. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215-4**: Iluminação natural – Parte

BERTOLOTI, D. **Iluminação natural: o estado atual das pesquisas nos projetos de escolas. Trabalho programado 2**. Departamento de Tecnologia da Arquitetura. USP. São Paulo, 2006.

BERTOLOTI, D. **Iluminação natural em projetos de escolas: uma proposta de metodologia para melhorar a qualidade da iluminação e conservar energia**. Dissertação (Mestrado) – Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura, FAUUSP, 2007.

BRITO CRUZ, J.A. de; CARVALHO, L. São Paulo 450: **a escola e a cidade, Projeto Pedagógico CEDAC**. São Paulo: Secretaria Municipal de Educação/BEI, 2004.

BROWN, G. Z., DEKAY, MACK. **SOL, VENTO E LUZ**. Porto Alegre. Bookman, 2004.

BUFFA, E; PINTO, G.A. **Arquitetura e educação: organização do espaço e propostas pedagógicas dos grupos escolares paulistas, 1893/1971**. São Carlos: Ed UFSCAR/INEP, 2002.

CONESP – COMPANHIA DE CONSTRUÇÕES ESCOLARES DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ambientes: especificações da edificação escolar de primeiro grau**. São Paulo: CONESP, 1985.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

DIAS, A. F. A. **Análise do uso da luz natural em sala de aula: estudo de caso em Aracajú SE**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.

FDE – FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Arquitetura escolar e política educacional: os programas na atual administração do Estado de São Paulo**: FDE, 1998a.

FDE – FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. Catálogo de imobiliário: especificações técnicas para a elaboração de projetos de unidades escolares. São Paulo: FDE, 2003a.

FERREIRA, F; MELLO, M.G. Fundação para o desenvolvimento escolar – estruturas pré-fabricadas. Arquitetura escolas paulistas. São Paulo: FDE, 2006.

FROTA, Anésia Barros e SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. — 5. ed. — São Paulo : Studio Nobel, 2001.

FUNDESCOLA. **Ensino Fundamental: mobiliário escolar**. Caderno Técnico, n. 1, Bergmieler, K.H., Ministério da Educação: Brasília, 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

JANESCH, Mônica. Educação infantil: a importância da iluminação e cor no desempenho e aprendizado da criança. **ESPECIALIZE**. Revista online; Pós Graduação em Iluminação e Design de interiores. Janeiro 2013.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURAL. **Edificações e Equipamentos escolares-1**. Grau, Portadores de deficiências físicas, acessibilidade e utilização dos equipamentos escolares. Caderno Técnicos, 1, Brasília, 1997.

PMS - **Lei Complementar Nº 002/2006** – Plano Diretor participativo de Santana. Santana, AP, 2006.

RAMALHO, M. L.; WOLFF, S. **As escolas públicas na primeira república**. Projeto, São Paulo, n.87, p. 66-67, maio 1986

VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. **Iluminação e arquitetura**. São Paulo: Virtus; Universidade do Grande ABC, 2001.

APÊNDICE A

MEMORIAL JUSTIFICATIVO

Este memorial tem como objetivo fazer uma descrição sucinta sobre a elaboração e desenvolvimento de um anteprojeto arquitetônico, com uma nova formulação projetual para a escola escolhida - Centro Educacional Balão Mágico localizada no município de Santana no Estado do Amapá, obedecendo ao Plano Diretor do Município e as Normas segundo a ABNT.

O tema iluminação natural com enfoque em dimensionamento de aberturas para salas de aula, foi escolhido com o intuito de prever condições favoráveis que proporcionam o bem estar dos usuários (alunos) dentro de salas de aula e que possam influenciar no baixo consumo de energia elétrica, isto é, fornecer condições aos ambientes quanto à iluminação natural e artificial. E, atualmente não há dados que comprovam a existência de escolas que priorizam a iluminação natural em salas de aula no Município de Santana.

A necessidade de se projetar edificações que visam o conforto ambiental em instituições escolares, no caso, a iluminação natural em salas de aula é de suma importância neste momento, pois percebe-se que é de caráter indispensável a adaptação do projeto com a realidade local.

O Programa de Necessidades e o pré-dimensionamento da nova proposta seguiu parcialmente o modelo estipulado pela FDE (Fundação para o Desenvolvimento da Educação), baseados nas necessidades de desenvolvimento das crianças tanto no aspecto físico quanto psicológico, intelectual e social. Além de área para o convívio, lazer e esporte.

A adoção do partido arquitetônico foi baseada em parâmetros construtivos da arquitetura moderna, seguindo a linha de Le Corbusier. O partido dispõe de traços geométricos simples, o uso de pilotis que expressam leveza ao projeto e permitem o trânsito de pessoas, janelas horizontais ou janelas fitas que permitem a inter-relação do meio interno com o externo integrando a paisagem.

O partido arquitetônico possui formas geométricas em formato retangular formados por 4 blocos monolíticos, dispostos em 3 paralelos e 1 perpendicular levemente desalinhados para proporcionar a ventilação cruzada. Estão interligados por passarelas cobertas para a proteção contra os raios solares e a incidência das chuvas. Os blocos estão sustentados por pilotis que permitirão a utilização do

espaço com uma área de vivência e um bicicletário que incentiva a questão da preservação ambiental com o uso ecologicamente correto.

O partido adota também área de lazer e esporte, com equipamentos como quadra poliesportiva, piscina e playground, integrando-as com a área de vivência que dispõe de refeitório, quadra coberta, cozinha, banheiros e lanchonete e área paisagística. Essa área além de fazer parte do novo projeto escolar, também tem função social, através de ações, onde permite a entrada da comunidade pelo acesso secundário do projeto.

Foram previstos rampas que pudessem permitir acesso livre sem restrição ao adentrar e sair da edificação. Foram pensadas pequenas hortas com finalidades sustentáveis que serão praticadas pelos alunos e usufruídas pelos mesmos.

Todavia, as exigências primordiais do projeto estão relacionadas com o conforto luminoso através da iluminação natural permitida pela entrada das grandes janelas horizontais. As fachadas principais da edificação estão orientadas com as fachadas menores voltadas para Leste/Oeste onde a insolação não atingirá o ambiente interno das salas de aula, enquanto, as fachadas maiores orientadas para Norte/Sul, sendo sombreadas as aberturas por brises horizontais infinitos sem a incidência de raios solares diretos para o melhor aproveitamento a luz natural difusa.

O projeto utiliza mecanismos de conforto ambiental, sustentabilidade eficiência energética e acessibilidade. Tais como: uso de ventilação cruzada nas salas de aula, mecanismos de iluminação natural nas salas de aula e o uso de claraboias nos halls de circulação, redução do consumo de energia elétrica ocasionando um baixo custo, pequenas áreas verdes permeáveis.

Com a implantação da nova escola numa área com o tráfego moderado, há necessidade de uma nova proposta para mitigar os impactos causados pela implantação. A sinalização é uma maneira de controlar o fluxo, com sinalizações verticais e horizontais, como semáforos, placas e faixas de pedestres disposta na via coletora primária que está orientada ao leste e para a via arterial primária localizada ao norte do lote, dispondo de segurança para os alunos e para comunidade.

Em sua elaboração foi levado em consideração principalmente, os aspectos bioclimáticos no que se refere à NBR 15215 para Iluminação Natural, NBR 5413 Iluminância de Interiores e a NBR 09050 Acessibilidade a Edificação, mobiliário, espaço e equipamentos urbanos.

APÊNDICE B

MEMORIAL DESCRITIVO

O lote escolhido localiza-se na Rua: Maria Colares, bairro Hospitalidade no Município de Santana. Tem o formato retangular medindo 58 x 145 m com uma área de 8.410 m² e apresenta uma topografia totalmente plana. O entorno é formado por residências unifamiliar e multifamiliar não muito altas, comércios de porte médio, Associação dos Pais e Amigos excepcionais (APAE), InternationalPaper e linhas de ônibus. Situado entre vias de tráfego. Na fachada norte passa a rua arterial primária, na fachada sul passa o eixo viário, na fachada leste passa a via coletora primária.

O partido arquitetônico dispõe de um programa escolar constituído de ambientes pedagógicos, ambientes administrativos, ambientes o convívio e ambientes para o esporte e lazer. Existem ambientes que receberão uma atenção maior como as salas de aula, em função, das necessidades dos alunos com relação ao conforto luminoso e conseqüentemente pela relação do custo/benefício do baixo consumo de energia elétrica, solucionadas com uma adequada orientação da edificação e com um dimensionamento adequado das aberturas.

A concepção funcional do programa de necessidade foi distribuída em 4 setores: administrativo, pedagógico, serviço, convivência e esporte. E, com ambientes dimensionados para o conforto e acessibilidade necessárias individualmente, interligados por halls de circulação que fazem a integração entre si de todos os setores mencionados acima.

O projeto utiliza mecanismos de conforto ambiental, sustentabilidade eficiência energética e acessibilidade. Tais como: uso de ventilação cruzada nas salas de aula, mecanismos de iluminação natural nas salas de aula e o uso de claraboias nos halls de circulação, redução do consumo de energia elétrica ocasionando um baixo custo, pequenas áreas verdes permeáveis. Prevê hortas entre os blocos de salas de aula com o plantio de hortaliças como: Cebolinha, Cenoura e Alecrim, prevê a utilização de bicicletário com incentivos à sustentabilidade, a utilização de rampas adequadamente projetadas.

Portanto, em sua construção foi utilizados os seguintes materiais:

1- Projeto arquitetônico

Segue, portanto todas as orientações indicadas em projeto, onde deverão seguir rigorosamente o projeto de arquitetura.

2 – Materiais de acabamento

2.1-Pisos internos:

Serão colocados em todas as áreas internas da edificação o piso de alta resistência (korodur) com dimensões de 80 x 80 cm na cor bege, exceto, nas áreas molhadas, nas rampas e passarelas de ligação. Nas áreas molhadas serão colocadas lajotas cerâmicas antiderrapantes com dimensões de 60 x 60 cm.

Figura 01: Piso de alta resistência



Fonte: Google Imagens

2.1.2. - Piso externos:

Serão feitos de blocos de concreto com dimensões de 60 x 60 cm alternados com blocos de gramas e alguns pisos em madeira. Na área em volta da piscina será utilizado lajotas cerâmicas antiderrapantes com dimensões de 60 x 60 cm e as rampas serão de concreto armado com piso tátil de alerta com 25 cm de largura antiderrapantes e o piso tátil de direção com 25 cm de largura.

Figura 02: Piso Tátil de atenção Figura 03: Piso tátil de direção



Fonte: Google Imagens Fonte: Google Imagens

2.1.3- Camada regularizadora

Sendo previsto em projeto que todos os pisos, antes da pavimentação final, deverão ser previamente regularizados obedecendo aos níveis de inclinação previstos para a pavimentação que as deve recobrir. Deverá ser prevista nesta

camada a devida inclinação em direção aos ralos de escoamento nas áreas molhadas como áreas de serviços e banheiros.

2.2 – Paredes

2.2.1 – Chapisco comum: será executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:3 e chapiscadas todas as alvenarias a serem construídas que estiverem expostas à umidade.

2.2.2 – Emboço: O emboço será executado com argamassa de cimento, areia nas proporções 1:6, e deverá ser comprimido contra as superfícies e apresentar o acabamento áspero. E deverá ser colocado em todas as paredes que forem levar revestimentos.

2.2.3 - Reboco paulista: Será executado com argamassa de cimento e areia nos traços de 1:6 para os revestimentos internos, e 1:5 para os revestimentos externos e deverá ser comprimido contra as superfícies e esponjado e apresentar acabamento uniforme, ou seja, superfícies planas.

2.2.4– Pintura: Deve ser adotado em todas as paredes externas a pintura acrílica, semi-brilho, na cor Areia - Suvinil e nos paredes internas pintura acrílica semi-brilho, cor SALVADOR – 1742- Inquini e alguns detalhes na fachada com a cor Toureiro 16YR 16/594 – Coral. A massa acrílica deve ser utilizada para uniformizar e nivelar as superfícies internas.

- Para a quadra Poliesportiva as Traves de Futebol de Salão e Postes de vôlei todas as estruturas em ferro galvanizado receberão pintura esmalte sintético brilhante, na cor indicada no projeto, sendo que antes desta pintura as estruturas deverão ser previamente bem limpas.
- A demarcação da quadra deverá ser executada rigorosamente de acordo com as medidas e cores definidas pelo arquiteto e feitas com tinta acrílica metalatex da SHERWIN WILLIANS, poliesportiva da SUVINIL ou equivalente, ou ainda a base de borracha clorada, da SIKA ou equivalente.

2.3 - Fundação:

2.3.1 Sapatas: a fundação será executada com concreto armado no traço de 1:2:3 (cimento, areia e seixo). As armações devem ser de ferro de boa procedência e de primeira qualidade. O preparo do concreto será em betoneiras.

2.4– Estrutura: Pilares, vigas, lajes, rampas em Concreto Armado: Serão executados em concreto armado com traço 1:2:3 (cimento, areia e seixo), fck 25 Mpa, com formas de madeira de lei bem apuradas e escoradas de forma que não abram durante o lançamento do concreto. Armações com ferro de boa qualidade. Preparo do concreto deverá ser em betoneiras.

2.5 – Forro: O forro será em placas de gesso acartonado com estrutura de sistema aramado e pintado Cinza alpino - Coral, a instalação deverá ser feita por operário hábil, o qual deverá seguir as orientações de execução do fabricante.

Figura 04: Forro em Gesso Acartonado



Fonte: Google Imagens

2.6– Iluminação: as luminárias serão de modelo ALC4 – LED com iluminação linear, manutenção alternativa eficiente em termos de energia para fluorescente linear tradicional em uma variedade de aplicações de iluminação. Compacto no projeto, o ALC4 possui uma longa vida nominal de 77.000 horas (L70) e pode entregar até 600 metros de luz excelente qualidade em uma configuração de execução contínua. Ideal para aplicações de montagem industriais, comerciais, escritórios, educação, saúde e centro de dados. O equipamento Albeo ALC4 LED pode ser combinado com movimento, luz do dia e controles sem fio para maior economia de energia. Tamanhos: 4 e 8 metros com Lumens: 2.300 - 15.000. Conforme a figura abaixo.

Figura 05: Luminárias ALC4-LED



Fonte: Google Imagens

2.7 – Esquadrias: As esquadrias deverão ser colocadas por profissionais especializados, com ferramentas adequadas e de acordo com a boa técnica. As portas serão de material MDF maciço para os ambientes internos e nos ambientes externos portas e portões em gradil, com maçanetas de alumínio em todas as áreas necessárias. Conforme a figuras a seguir.

Figuras 06: Portão em Gradil; Porta em MDF; Maçaneta



Fonte: Google Imagens

As janelas serão de vidro incolor com espessura de 3mm insulado fabricado pela Caram é composto de duas ou mais lâminas de vidro seladas nas bordas separadas por uma câmara de ar, uma estratégia eficaz para reduzir a transferência de calor através do envidramento, trazendo consigo uma redução significativa de consumo de energia. No caso dos balancins será utilizado vidro comum. Os perfis e puxadores serão todos de alumínio adonisado. Conforme a figura a baixo.

Figura 07: Vidro duplo

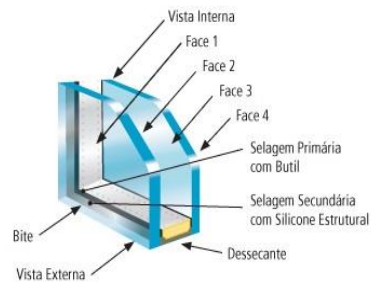


Figura 08: Perfil em Alumínio



Fonte: Google Imagens Fonte: Google Imagens

2.7- Louças, metais e complementos sanitários.

Serão utilizadas bacias com caixas acopladas da marca Celite para todos os banheiros e para portadores de deficiência, pias sem pé, chuveiros, todos na cor branca.

Figura 09: Louças Sanitárias marca Celite



Fonte: Google Imagens

2.8– Cobertura: Lajes pré-moldada: 0.20 m, com impermeabilizantes Sika® Manta PS revestida em alumínio 3mm, manta asfáltica Poliester, indicado por apresentar boa aderência e de fácil trabalhabilidade.

2.9– Materiais adquiridos: Utilização de brises horizontais de Alumínio de cor a definir em projeto arquitetônico e bebedouros.

Figura 10: Exemplo de Brise



Figura 12: Bebedouro



Fonte: Google Imagens

2.10 - Paisagismo

Para a composição dos jardins optou-se por duas espécies vegetais, sendo a *IxoraCoccinea* arbusto que popularmente é conhecida como Ixora-Coral que mede entre 0.90m a 1.20m seu uso é adequado em áreas em que a incidência solar é plena e a árvore *Bauhiniablakeana* popularmente conhecida como Pata de Vaca, cresce cerca de 9.0m a 12m de altura e proporciona boa sombra ao entorno, ambas se adequam muito bem ao clima quente e úmido da Cidade de Santana.

2.11- Rampas de Acessibilidade

Haverá 2 rampas em concreto armado com piso tátil de alerta e de direção. O corrimão será em tubo ferro com pintura antiferrugem na cor a definir.

2.12 - RODAPÉS, SOLEIRAS E PEITORIS

➤ Soleiras

Serão colocadas soleiras em vãos entre locais com pavimentação diversa, no caso de banheiros e salas de aula ou com diferença de nível, com espessura de 2 cm e na espessura da parede. As soleiras serão em granito Cinza e acabamento polido.

➤ Peitoris

Serão colocados peitoris nas janelas e balancins em granito Cinza com acabamento polido, rebaixo e espessura mínima de 2cm, assentadas. A largura dos peitoris deve ser a espessura da parede mais 4cm de folga.

➤ Rodapés

Nos ambientes internos, deverá ser usado rodapé do mesmo material do piso com altura $h = 10$ cm.

3.0- Limpeza final

Após a conclusão de todos os serviços, a obra deverá ser entregue totalmente limpa, livre de qualquer impureza, inclusive com retirada de entulhos, respingos de tinta, manchas nos pisos, etc.

Será feita juntamente com a fiscalização, vistoria geral nas instalações para verificar o seu perfeito funcionamento, bem como de todos os aparelhos.

