

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA DO ENSINO SUPERIOR

CAROLINE PRÁ DA SILVA THOMÉ

**A IMPORTÂNCIA DO CONFORTO TÉRMICO, ACÚSTICO E VISUAL
PARA O APRENDIZADO EM UMA SALA DE AULA**

CRICIÚMA, OUTUBRO DE 2011.

CAROLINE PRÁ DA SILVA THOMÉ

**A IMPORTÂNCIA DO CONFORTO TÉRMICO, ACÚSTICO E VISUAL
PARA O APRENDIZADO EM UMA SALA DE AULA**

Projeto de monografia, apresentado à banca de qualificação do curso de pós-graduação em Docência do Ensino Superior da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

Orientador: MSc. Luciano Dutra

CRICIÚMA, OUTUBRO DE 2011.

CAROLINE PRÁ DA SILVA THOMÉ

**A IMPORTÂNCIA DO CONFORTO TÉRMICO, ACÚSTICO E VISUAL PARA O
APRENDIZADO EM UMA SALA DE AULA**

Projeto de monografia, apresentado à banca de qualificação do curso de pós-graduação em Docência do Ensino Superior da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

Criciúma, 31 de outubro de 2011



ORIENTADOR: MSc. LUCIANO DUTRA

RESUMO

A arquitetura escolar vem sofrendo diversas modificações no decorrer dos tempos, sofrendo uma pequena “crise de identidade”. Este trabalho procurou apresentar, além de um breve histórico da arquitetura escolar, os diversos tipos de estratégias bioclimáticas possíveis de serem executadas, explicando suas respectivas características. Com os dados climatológicos da cidade de Criciúma inseridos no programa ANALYSIS BIO, foram levantadas as principais estratégias indicadas para o clima de Criciúma, como solução para aplicar nas salas de aula analisadas. Com o intuito de adquirir condições de habitabilidade e bem estar dos usuários, estas estratégias arquitetônicas podem ser atingidas por meio de materiais sustentáveis ou não; formato e tamanho de aberturas ou localização das mesmas nas paredes e tetos; modelos de pisos e cobertura de uma edificação; seu entorno imediato; água; terra; vegetação; sombras; ou os fatores do clima local, aproveitando a energia natural e obtendo certo controle e influência das variáveis do ambiente com relação ao conforto dos usuários. A arquitetura bioclimática tem por finalidade utilizar a tecnologia de elementos arquitetônicos para obter um ambiente mais confortável e com baixo custo de energia.

Palavras – Chaves: Sala de aula, estratégias bioclimáticas, conforto.

ABSTRACT

The educational architecture has undergone several changes over the course of time, suffering a little "identity crisis". This work aims to present, besides from a brief history of educational architecture, several types of bioclimatic strategies that could be implemented, explaining their characteristics. After entering the climate data of the Criciúma city into the ANALYSIS BIO program, the main bioclimatic strategies suited for this climate were pointed out as a solution to be applied in the classrooms studied. In order to acquire housing conditions and welfare of users, these architectural strategies can be achieved through sustainable materials or not, shape and size of openings and their location in walls and ceilings, types of floors and roofs; the surroundings of the building, water, earth, vegetation, shadows, or the climate factors of the place, taking advantage of natural energy and controlling the environmental variables regarding the comfort of users. The bioclimatic architecture is intended to make use of the technology of architectural elements for a more comfortable environment and a lower energy cost.

Key-words: classroom, bioclimatic strategies, comfort.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração esquemática da carta bioclimática de Olgay.....	15
Figura 2 - Ilustração esquemática da carta bioclimática de Givoni.	16
Figura 3 - Ilustração esquemática da zona de conforto na carta Bioclimática	18
Figura 4 - Ilustração esquemática da zona de ventilação na carta Bioclimática	19
Figura 5 - Ilustração esquemática da zona de resfriamento evaporativo na carta Bioclimática.	20
Figura 6 - Ilustração esquemática da zona de massa térmica para resfriamento na carta Bioclimática.	21
Figura 7 - Ilustração esquemática da zona de ar condicionado na carta Bioclimática.	22
Figura 8 - Ilustração esquemática da zona de massa térmica para aquecimento na carta Bioclimática.	23
Figura 9 - Ilustração esquemática da zona aquecimento solar passivo na carta Bioclimática.	25
Figura 10 - Ilustração esquemática da zona aquecimento artificial na carta Bioclimática.	26
Figura 11 - Ilustração esquemática da zona aquecimento artificial na carta Bioclimática.	28
Figura 12 - Universidade de Montfort. Torres de ventilação e Iluminação Natural...33	
Figura 13 - Corte esquematizando os fluxos de ventilação.....	34
Figura 14 - Sala representando orientação norte na UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense)	37
Figura 15 - Sala representando orientação norte na UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense)	37
Figura 16 - Sala Norte - Acústica (representa as questões 6, 7 e 8).....	39
Figura 17 - Sala Norte – Ventilação Natural (representa a questão 9).....	40
Figura 18 - Sala Norte – Iluminação Natural (representa a questão 10)	41
Figura 19 - Sala Norte – Iluminação Artificial (representa a questão 11)	42
Figura 20 - Sala Norte– Conforto Térmico (representa as questões 12 e 13).....	43
Figura 21 - Sala Norte Conforto Visual (representa as questões 14 e 15).....	44
Figura 22 - Sala representando orientação sul na UNESC (Universidade do	

Extremo Sul Catarinense)	45
Figura 23 - Sala representando orientação Sul na UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense)	45
Figura 24 - Sala Sul – Acústica (representa as questões 6, 7 e 8)	47
Figura 25 - Sala Sul – Ventilação Natural (representa a questão 9)	48
Figura 26 - Sala Sul – Iluminação Natural (representa a questão 10).....	49
Figura 27 - Sala Sul – Iluminação Artificial (representa a questão 11).....	50
Figura 28 - Sala Sul – Conforto Térmico (representa as questões 12 e 13)	51
Figura 29 - Sala Sul – Conforto Visual (representa as questões 14 e 15)	52
Figura 30 - Sala representando orientação leste na UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense)	53
Figura 31 - Sala representando orientação leste na UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense)	53
Figura 32 - Sala Leste – Acústica (representa as questões 6, 7 e 8).....	55
Figura 33 - Sala Leste – Ventilação Natural (representa a questão 9).....	56
Figura 34 - Sala Leste – Iluminação Natural (representa a questão 10)	57
Figura 35 - Sala Leste – Iluminação Artificial (representa a questão 11)	58
Figura 36 - Sala Leste – Conforto Térmico (representa as questões 12 e 13).....	59
Figura 37 - Sala Leste – Conforto Visual (representa as questões 14 e 15).....	60
Figura 38 - Sala representando orientação oeste na UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense)	61
Figura 39 - Sala representando orientação oeste na UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense)	61
Figura 40 - Sala Oeste – Acústica (representa as questões 6, 7 e 8).....	63
Figura 41 - Sala Oeste – Ventilação Natural (representa a questão 9).....	64
Figura 42 - Sala Oeste – Iluminação Natural (representa a questão 10)	65
Figura 43 - Sala Oeste – Iluminação Artificial (representa a questão 11)	66
Figura 44 - Sala Oeste Conforto Térmico (representa as questões 12 e 13).....	67
Figura 46 - Carta Bioclimática para Criciúma – Programa Analysis Bio.....	73

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Resumo da análise dos gráficos.....	70
Tabela 2 - Relatório	72
Tabela 3 - Legenda das zonas da Carta Bioclimática para Criciúma.	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA A SER TRATADO	10
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivos gerais	12
1.2.2 Objetivos específicos	12
2 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA.....	13
2.1 CONCEITO	13
2.2 A CARTA BIOCLIMÁTICA	14
2.3 ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS	16
2.3.1 Estratégias para conforto térmico	17
2.3.1.1 Conforto	17
2.3.1.2 Ventilação natural	18
2.3.1.3 Resfriamento evaporativo	19
2.3.1.4 Massa térmica para resfriamento	20
2.3.1.5 Ar condicionado	22
2.3.1.6 Umidificação.....	22
2.3.1.7 Massa térmica para aquecimento	23
2.3.1.8 Aquecimento solar passivo	24
2.3.1.9 Aquecimento artificial	25
2.3.1.10 Resfriamento radiante	26
2.3.1.11 Sombreamento.....	27
2.3.2 Estratégias para conforto visual.....	28
2.3.2.1 Iluminação natural.....	28
2.3.3 Estratégias para conforto acústico	29
3 ARQUITETURA ESCOLAR	31
4 ESTUDOS DE CASO	36
4.1 DAS SALAS SORTEADAS	36
4.1.1 Sala norte.....	36
4.1.2 Sala Sul	44
4.1.3 Sala Leste	52
4.1.4 Sala Oeste.....	60

4.2 RESUMO DA ANÁLISE DOS GRÁFICOS	69
5 ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA A CIDADE DE CRICIÚMA	71
6 CONCLUSÃO	74
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
7.1 REFERÊNCIAS <i>SITES</i>	78
ANEXOS	80
ANEXO A - Tabela de levantamento do questionário aplicado nas salas sorteadas	76
ANEXO B - NBR 5413 - Iluminância de Interiores	77
ANEXO C - NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.....	79
ANEXO D - NBR 10512 - Acústica Avaliação do Ruído ambiente em recintos de edificações visando o conforto dos usuários.....	82
APÊNDICES	83
APÊNDICE - Questionário	84

1 INTRODUÇÃO

A escola é um elemento bastante significativo na sociedade. Por meio dela muitas crianças e adultos passam pelo processo ensino-aprendizagem, constroem seus conhecimentos e entram em um mercado de trabalho sabendo o que devem ou não fazer para atingirem melhor qualidade de vida no âmbito econômico, valores morais, éticos e histórico-culturais.

Para que estes ensinamentos tenham um bom resultado, é necessário que haja concentração dos alunos presentes em sala de aula. Para isso, é muito importante que eles estejam confortáveis no ambiente escolar e que sua atenção não seja desviada por problemas como ruídos provenientes do interior e/ou exterior da sala de aula, calor, falta de ventilação natural, falta de iluminação natural, entre outros. Estas são as questões de maior relevância que serão tratadas neste trabalho de monografia do curso de pós-graduação em Docência no Ensino Superior.

No trabalho em si, será realizado um levantamento bibliográfico apresentando os diferentes tipos de estratégias bioclimáticas e um breve levantamento histórico da arquitetura escolar, mostrando suas diversas modificações no decorrer dos anos.

Serão analisadas salas de aula em diferentes situações, com o objetivo de estudar as estratégias utilizadas em cada caso e sua pertinência ou não como exemplo a perseguir ou problemas a evitar. Estas, deverão se adequar ao clima do local, levando em consideração os dados levantados e o relatório que será gerado por meio do programa ANALYSIS BIO, e às necessidades específicas da função educacional.

A pesquisa visa compreender a necessidade do estudo de formas para elaborar salas de aula com qualidade e conforto, tendo por decorrência alguns fatores como a economia de energia.

1.1 PROBLEMA A SER TRATADO

No decorrer dos anos obtivemos nossas próprias experiências em sala de aula. Qualquer pessoa a quem perguntarmos qual a importância do conforto térmico, acústico e visual dentro de uma sala de aula, conseguirá nos responder

baseados em sua prática ao longo dos anos.

Então, como elaborar projetos de salas de aula sustentáveis com tratamento térmico, acústico e de iluminação, beneficiando o processo de ensino-aprendizagem de seus usuários?

O clima em sala de aula interfere em grande escala no aprendizado dos discentes, pois a qualidade de vida e também a produtividade dos alunos são fatores que dependem em grande parte do meio climático, assim como a sociedade depende de que os alunos aprendam corretamente o que lhes é transmitido.

A importância de uma sala de aula elaborada com diferentes elementos arquitetônicos que interferem no conforto dos alunos é justificada simplesmente ao observarmos o cotidiano de uma sala de aula. A falta de concentração destes alunos ocorre quando estão com muito calor, ou frio, com os ruídos internos ou externos.

Todos estes exemplos citados são apenas algumas das condicionantes que levam uma sala de aula simples arquitetonicamente a se tornar uma sala de aula bioclimática, onde tem que receber tratamentos acústico, térmico e de iluminação.

Determinados quesitos que fazem uma sala de aula ou qualquer outra construção bioclimática ser muito importante, são a crise de energia no mundo, a necessidade da economia de energia, degradação ambiental..., onde se faz necessária uma arquitetura com ambientes confortáveis, energeticamente eficientes e sustentáveis.

Outro grande problema a ser tratado além do conforto de seus usuários, será também o fato de se fazerem necessárias salas de aula que possam se voltar às orientações solares, considerando diferentes módulos de brises, materiais construtivos, topografia, entre outros condicionantes que possam prevenir diversas situações.

Para resolver esta dificuldade, a proposta será elaborar um projeto com diferentes módulos de sala de aula, que tenham a capacidade de ser utilizados em qualquer localidade, com qualquer clima, como se existissem várias unidades de uma única tipologia, podendo se adaptar conforme a necessidade de cada universidade.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos gerais

Embasar a elaboração de salas de aula sustentáveis com tratamento térmico, acústico e de iluminação, beneficiando o processo de ensino-aprendizagem de seus usuários.

1.2.2 Objetivos específicos

Desenvolver estudos de caso em uma universidade e suas respectivas salas de aulas, com o intuito de aprofundar e compreender melhor como o projeto deve responder às necessidades de conforto ambiental e quais problemas devem ser evitados.

Realizar uma pesquisa em campo, questionando os discentes quanto à importância do conforto térmico, acústico e visual para o aprendizado em uma sala de aula.

2 ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

2.1 CONCEITO

É denominada “Arquitetura Bioclimática” a arquitetura que relaciona o homem (bio) ao clima (climática), sendo a arquitetura o elemento que influenciará para que ocorra a relação entre os dois.

A partir da crise do petróleo em 1973, onde foi ressaltado sobre o problema ambiental, houve uma conscientização mostrando as pessoas o quanto se faz necessária a utilização da arquitetura para criar ambientes confortáveis e energeticamente eficientes.

Serra (1989) considera que a arquitetura bioclimática é “a arquitetura que otimiza as relações energéticas com o ambiente natural circundante através do projeto arquitetônico...”.

Segundo Romero (1993), a arquitetura bioclimática é definida como “uma forma de desenho lógica que reconhece a persistência do existente, culturalmente adequada ao lugar e aos materiais locais, e que utiliza a própria concepção arquitetônica como mediadora entre o homem e o meio”.

Nas palavras de Andrade e Dutra, (2006), a arquitetura bioclimática se trata daquela que:

[...] adota estratégias de projeto arquitetônico e urbano adaptadas ao clima e às características do meio ambiente utilizando com eficiência os elementos climáticos e a energia, obtida diretamente das condições locais. Seu principal objetivo é o conforto térmico, visual e acústico do usuário e a eficiência energética.

Vê-se, portanto, que a arquitetura bioclimática oferece uma harmonia entre a construção, a natureza, o clima e distinções locais, procurando evitar o impacto ambiental (desmatamento, aquecimento global, escassez de água, luz, chuvas ácidas, etc). Além disso, busca preservar os usuários contra os ruídos, insolação e iluminação indesejáveis por meio de edificações inteligentes que proporcionam o conforto térmico, visual e acústico.

Ainda Andrade e Dutra, (2006) dizem que:

[...] a arquitetura bioclimática preocupa-se também com o uso e o desenvolvimento de equipamentos e sistemas necessários na edificação (aquecimento solar de água e de ambientes, ventilação natural, sombreamento, iluminação natural, resfriamento passivo) e com o uso de materiais de conteúdo energético tão baixo quanto possível.

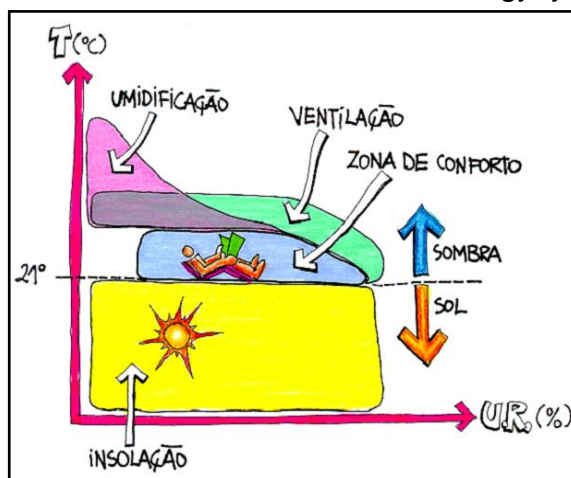
Existem diversas soluções arquitetônicas, urbanísticas e ou paisagísticas que podem ser realizadas para que uma construção se torne energeticamente sustentável e abrigue seus usuários oferecendo o conforto que necessitam no ambiente. Estas soluções podem ser realizadas por meio de materiais sustentáveis ou não; formato e tamanho de aberturas ou localização das mesmas nas paredes e tetos; modelos de pisos e cobertura de uma edificação; seu entorno imediato; água; terra; vegetação; sombras; ou os fatores do clima local, aproveitando a energia natural e obtendo certo controle e influência das variáveis do ambiente com relação ao conforto dos usuários. Por meio das variáveis que influenciam o ambiente, podem-se avaliar quais as medidas o arquiteto deve ou não utilizar como estratégia bioclimática para adquirir condições de habitabilidade e bem estar do local em questão.

2.2 A CARTA BIOCLIMÁTICA

Na década de 60, a arquitetura passou a receber cuidados bioclimáticos, onde eram utilizados seus próprios elementos como resolução dos problemas térmicos encontrados, considerando-se o clima do local.

Olgay foi o primeiro a desenvolver um diagrama bioclimático (Figura 1). Este oferece várias estratégias que através de elementos arquitetônicos ou naturais, proporcionam o conforto dos usuários.

Figura 1 - Ilustração esquemática da carta bioclimática de Olgyay



Fonte: Lamberts, Dutra e Pereira, (2004).

Segundo Andrade (1996),

[...] a metodologia desenvolvida por Olgyay (1963) indica que com a plotagem de dados climáticos, temperaturas médias mensais horárias, sobre a carta bioclimática, obtêm-se estratégias mais recomendáveis em cada hora, de determinada região,

Ou seja, a carta bioclimática é construída a partir dos dados climáticos locais e indica as principais diretrizes projetuais na forma de estratégias bioclimáticas a serem empregadas ao longo do ano no projeto arquitetônico, sempre com o intuito de proporcionar o conforto no ambiente.

Andrade (1996) reforça que:

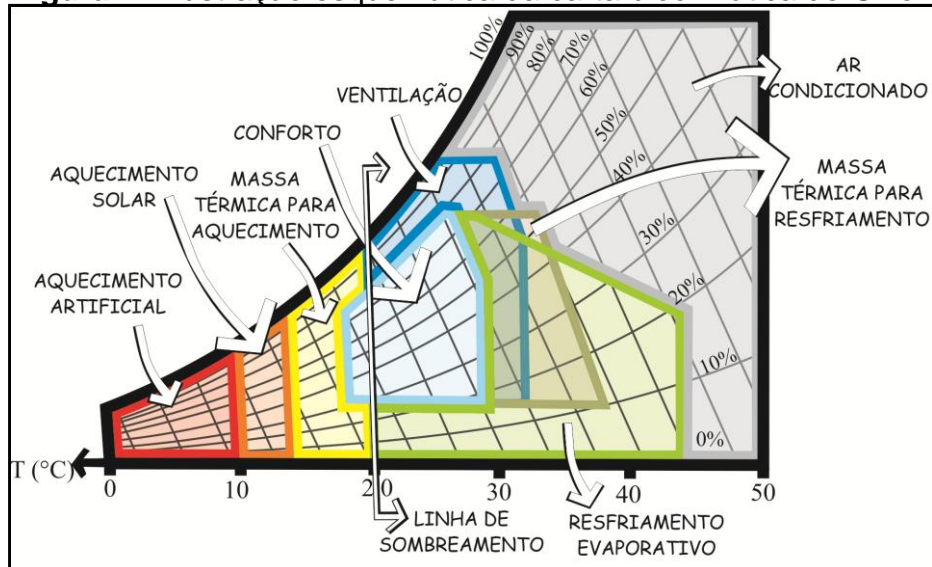
[...] a Metodologia de OLGAY (1963) como um todo, permite definir as orientações favoráveis quanto à "lay-out" do projeto, bem como implantação da edificação. Permitindo recomendações detalhadas quanto ao tipo de edificação, forma volume, orientação, aspectos da envoltória, tais como: cor, tipo de aberturas, paredes, telhados, tipos de material, etc. Entretanto, não aparece na carta bioclimática, nenhuma estratégia referente a massa da envoltória.

Este diagrama não atendeu a todas as expectativas, pois ele foi criado para resolver dificuldades nas áreas externas das edificações, se fazendo a necessidade de realizar revisões sobre este método. De 1968 a 1969, este método passou por diversas modificações até que Givoni aperfeiçoou a carta de Olgyay, considerando todas as variáveis e condicionantes térmicas no exterior e no interior

da edificação. Givoni ainda expande os limites máximos do conforto de sua carta, adaptando-a aos países em desenvolvimento.

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2004), a metodologia de Givoni (1992) foi a escolhida como a mais apropriada as condições climáticas do Brasil. (Figura 2)

Figura 2 - Ilustração esquemática da carta bioclimática de Givoni.



Fonte: Thomé 2006.

Têm-se três itens importantes para compreender a carta de Givoni:

- I – Imaginando que a carta possui a forma de um trapézio, na linha horizontal se lê a temperatura do ar entre 0°C e 50°C;
- II – As linhas curvas representam a umidade relativa do ar. Essas linhas variam entre 10% e 100%, sendo que a linha de 100% é a linha curva posicionada no topo do gráfico;
- III – As zonas coloridas na carta representam as estratégias bioclimáticas que deverão ser utilizadas na obra para obter-se o conforto dos usuários. (ANDRADE e DUTRA, 2006).

2.3 ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

Existem diversas intervenções bioclimáticas que podem ser empregados em projetos arquitetônicos para gerar conforto térmico, visual e acústico em cada recinto da edificação, melhorando a qualidade de vida dos usuários por meio de

uma arquitetura sustentável e energeticamente eficiente.

O projeto arquitetônico precisa estar sempre conectado às condições climáticas de cada região, pois é necessária uma boa intervenção com elementos arquitetônicos e/ou naturais adaptados ao clima do local, para assim determinar o projeto bioclimático.

Rivero (1985) manifesta uma preocupação com uma abordagem mais ampla do projeto bioclimático na arquitetura, quando descreve que:

O que realmente importa é compreender que não fazemos arquitetura se somente enfocamos unilateralmente os problemas físicos, ou os funcionais, ou os estéticos, ou os econômicos; será Arquitetura, e daí sua complexidade, na medida em que sejam solucionados integralmente todas as exigências que cercam o indivíduo, devidamente ponderadas de acordo com o tema em estudo. (RIVERO, 1985 apud ANDRADE, 1996, p. 5).

O que ele quis dizer é que a arquitetura não se resume a um simples projeto eficientemente funcional e esteticamente bonito, a arquitetura abrange muito mais do que a beleza e sua funcionalidade, ela compreende ainda o conforto e a qualidade de vida de seus usuários, além da economia e sustentabilidade.

Algumas estratégias bioclimáticas serão mencionadas neste capítulo como recursos para alcançar o conforto na parte interna das edificações, ressaltando a influência da orientação solar, das condições climáticas, do entorno imediato, das dimensões e sentido das aberturas, dos ruídos, da escolha dos materiais utilizados na construção, etc; pois todos estes condicionantes podem alterar significativamente o índice de conforto nos ambientes.

Estas estratégias são nomeadas “bioclimáticas” pelo fato de estar sendo utilizados recursos naturais, como iluminação natural, ventilação, insolação, umidade do ar, temperatura, sombreamento, vegetação, ruídos entre outras.

2.3.1 Estratégias para conforto térmico

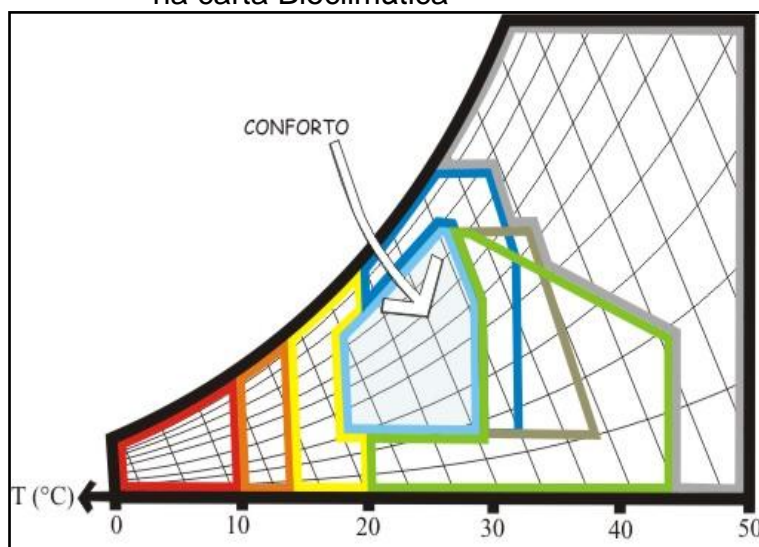
2.3.1.1 Conforto

Considerando as zonas da carta bioclimática de Givoni, é na zona de conforto que os usuários alcançarão conforto térmico dentro do ambiente, levando em conta a temperatura e a umidade relativa do ar. De acordo com a carta (figura

3), os limites desta zona estão entre 18°C e 29°C de temperatura do ar e entre 20% e 80% de umidade relativa.

Para obter o conforto desejado deve-se levar em consideração os dados adquiridos através da carta, onde, por exemplo, se o ambiente está no limite mais baixo de temperatura (18°C) deve-se evitar o vento excessivo, que pode causar desconforto resfriando ainda mais o local. Porém se o ambiente estiver próximo dos 29°C, para obter um ambiente arejado e confortável, o ideal seria além das pessoas estarem vestindo roupas leves, garantir a ventilação adequada para obter o conforto. Nenhuma estratégia arquitetônica bioclimática precisa ser aplicada nestas circunstâncias, a não ser o sombreamento quando for verão e quando a temperatura do ar for superior a 20°C.

Figura 3 - Ilustração esquemática da zona de conforto na carta Bioclimática



Fonte: Thomé 2006.

2.3.1.2 Ventilação natural

Em ambientes acima de 29°C ou com umidade relativa superior a certos limites, a ventilação natural é uma estratégia que pode aliviar o desconforto térmico. De acordo com a carta de Givoni (Figura 4), na zona de ventilação a temperatura varia entre 20°C e 32°C.

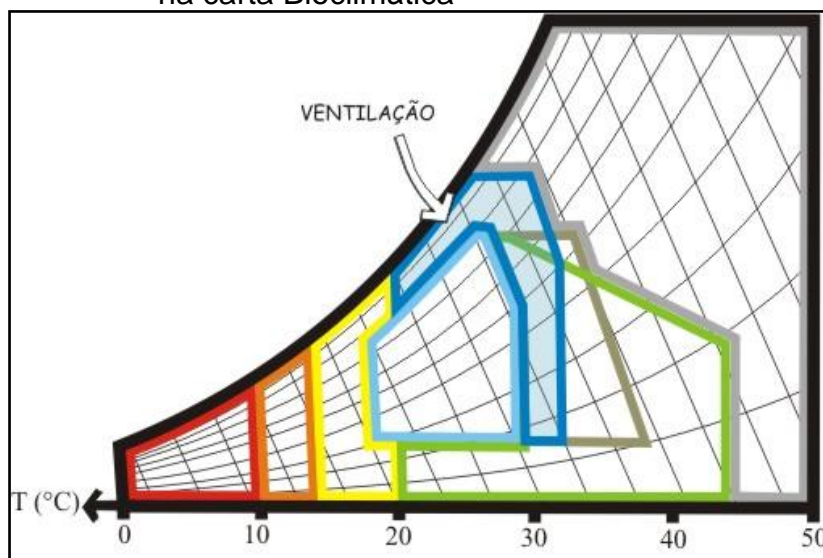
A ventilação cruzada é aconselhada para climas quentes e úmidos e de acordo com Andrade e Dutra (2005) “[...] potencializa a evaporação e a renovação

do ar ocorrendo um resfriamento ao trocar o ar quente interno com o ar frio externo”.

Entretanto, se a temperatura estiver acima de 32°C, a ventilação passa a aquecer o ambiente ao invés de resfriá-lo, pois a transmissão de calor do lado externo para o interno é muito maior e a ventilação cruzada torna-se indesejável, não funcionando de forma apropriada.

Entre outras soluções arquitetônicas existentes para uma boa ventilação têm-se como exemplo: o entorno imediato, onde os espaços devem ser amplos e sem barreiras edificadas; ventilação pela cobertura (exemplo: Lanternim), ventilação cruzada através de aberturas amplas em paredes opostas, posição das aberturas conforme vento predominante, o uso de painéis fixados nas paredes ou teto que podem direcionar a ventilação ou evitar o ganho de calor solar excessivo, ventilação pelo piso e a utilização de coletores de vento.

Figura 4 - Ilustração esquemática da zona de ventilação na carta Bioclimática



Fonte: Thomé 2006.

2.3.1.3 Resfriamento evaporativo

Segundo a carta bioclimática (Figura 5), na zona de resfriamento evaporativo a temperatura varia entre 20°C e 44°C, sendo que esta estratégia é indicada para temporadas com seca, baixa umidade e altas temperaturas.

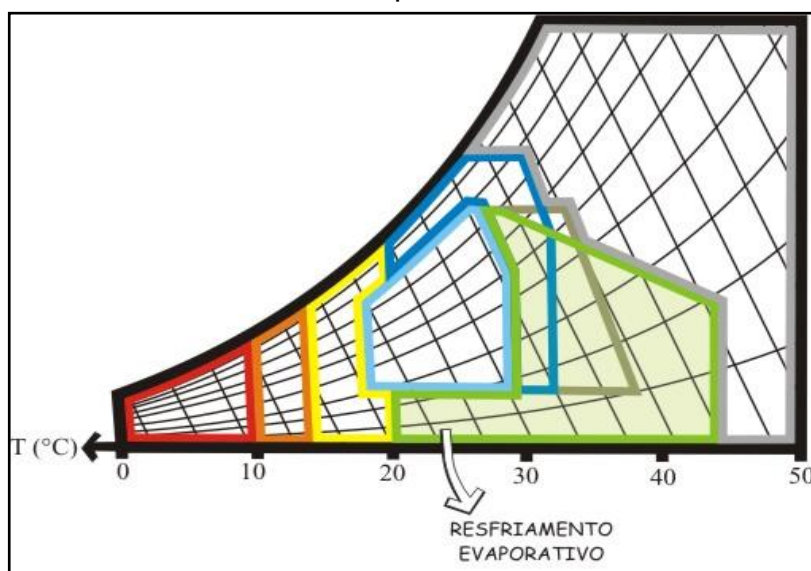
O resfriamento evaporativo ocorre quando o ar é resfriado por meio da evaporação da água em conjunto à ventilação para que não acumule o vapor.

Existem duas formas de resfriamento evaporativo, o direto e o indireto. (ANDRADE e DUTRA, 2006).

Na forma direta, a ideia é empregar estratégias que resfriam o ar diretamente no ambiente desejado, por exemplo: espelhos d'água internos, córregos artificiais, vegetação e gramado ou ainda a pulverização de água diretamente no ar.

Na forma indireta, o resfriamento advém da evaporação da água de superfícies externas como paredes e coberturas, considerando que indiretamente, resfriam o ambiente interno melhorando a sensação de conforto. Como estratégias arquitetônicas têm-se o uso de tanques de água sobre a laje de cobertura, ou borrifos de água atingindo cobertura ou paredes da edificação, ou ainda o uso de telhas cerâmicas não vitrificadas. (ANDRADE e DUTRA, 2006).

Figura 5 - Ilustração esquemática da zona de resfriamento evaporativo na carta Bioclimática.



Fonte: Thomé 2006.

2.3.1.4 Massa térmica para resfriamento

Conforme Thomé (2006), esta zona bioclimática (figura 6) é destinada a climas secos, com temperaturas elevadas que possuem grande amplitude térmica diária (variação entre a máxima e mínima temperatura diária).

A utilização de elementos construtivos com alta capacidade térmica faz

com que a intensidade da temperatura interior seja controlada em todas as estações do ano possibilitando troca de calor entre o lado externo e interno. Esta troca de calor pode suavizar a amplitude térmica dentro da edificação com relação aos valores máximos de temperatura existente no lado externo.

Nos casos em que a temperatura atinge picos máximos durante o dia e picos mínimos durante a noite, é interessante o uso desta estratégia bioclimática, pois o material utilizado armazena o calor durante o dia, amenizando a temperatura do ambiente e o aquecendo à noite, quando existe a necessidade de aquecimento.

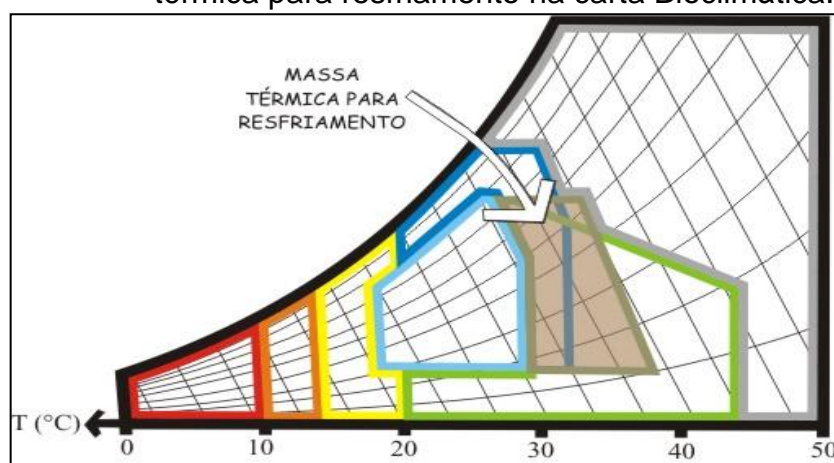
Conforme Goulart (apud FIUZA 2005, p 37),

[...] esta estratégia consiste no aumento de inércia nas paredes envoltórias da edificação, ou seja, aumentar a massa do material que envolve a edificação. Este aumento de massa resulta num retardamento na transmissão de calor para o interior, fazendo com que a temperatura interna se mantenha baixa por mais tempo, evitando os picos de temperatura alta do exterior.

Thomé (2006) diz que “é importantíssimo fazer uma análise cuidadosa para tratar uma edificação nesta zona, pois não existe uma estratégia padrão”.

Para obter o conforto térmico nestes casos, podem-se utilizar as seguintes estratégias arquitetônicas: utilização de janelas pequenas e sombreadas, onde o fluxo de calor se dá pelas paredes (resfriamento); janelas amplas e pouco sombreamento (aquecimento); aproveitamento de massa térmica da terra, através de dutos de ventilação enterrados, telhado vegetal, entre outras.

Figura 6 - Ilustração esquemática da zona de massa térmica para resfriamento na carta Bioclimática.



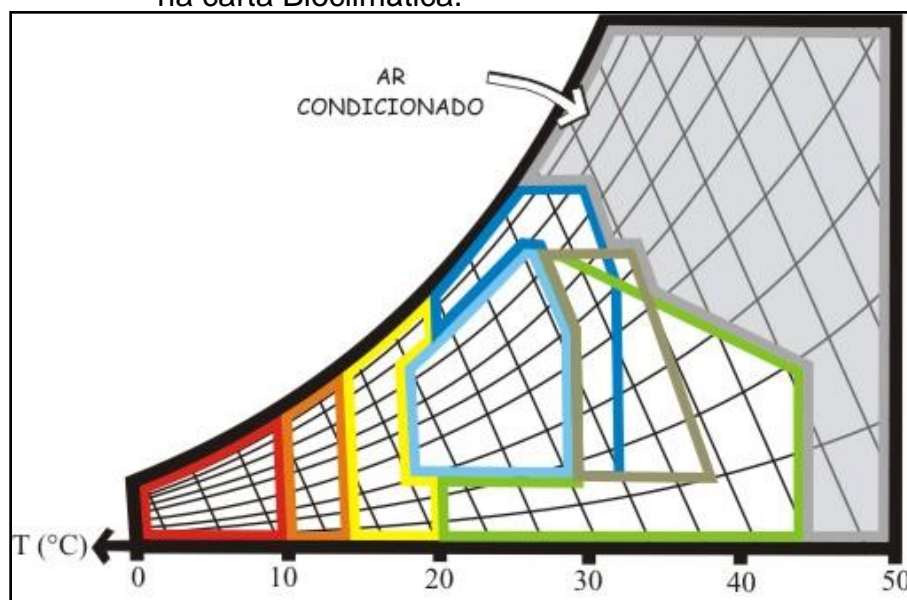
Fonte: Thomé 2006.

2.3.1.5 Ar condicionado

Quando um ambiente não consegue mais bloquear as condições de clima externo por meio de estratégias naturais, torna-se necessário o uso de resfriamento artificial, o ar condicionado ou SPLIT (Figura 7).

O ideal é sempre priorizar os sistemas naturais na maior parte do tempo, e utilizar estes aparelhos somente nos momentos em que o ambiente estiver demasiadamente aquecido, evitando assim o consumo exagerado de energia elétrica.

Figura 7 - Ilustração esquemática da zona de ar condicionado na carta Bioclimática.



Fonte: Thomé 2006.

2.3.1.6 Umidificação

Aconselha-se esta estratégia em climas extremamente secos, com temperatura menor de 27°C, ou em ambientes onde a umidade relativa alcance níveis abaixo de 20%, que é indicado pelo aquecimento artificial.

A umidificação é mais eficiente no momento que ocorrem pequenas trocas de ar entre o lado interno e o externo do ambiente, pois conserva a umidade em níveis confortáveis, sem muita evaporação e resfriamento, afirmam. (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2004).

Os recursos que podem ser adaptados ao ambiente para auxiliar na sensação de conforto térmico são, por exemplo, a utilização de recipientes com água colocada no ambiente interno, espelhos de água, cascatas d'água nas aberturas que atrapalham o fluxo de ar e mantêm o vapor produzido por vegetação e gerado por atividades internas, ampliando a umidade relativa do ar.

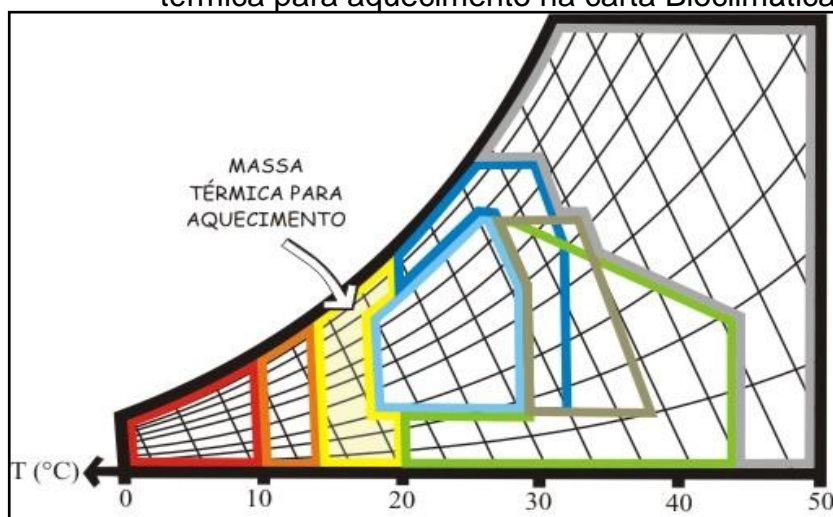
2.3.1.7 Massa térmica para aquecimento

Neste caso, podem-se adotar elementos construtivos com maior inércia térmica, além de aquecimento solar passivo e isolamento térmico, para impedir que o calor retido durante o dia seja desperdiçado à noite, pois esta zona se encontra entre temperaturas de 14°C e 20°C.

Para conseguir o conforto térmico pretendido, esta estratégia contém duas alternativas: a primeira é a “massa térmica com ganho solar”, onde o calor solar é armazenado nas paredes que envolvem o ambiente e inserido no ambiente interno no período da noite, (horário mais frio do dia); e a segunda opção é o “aquecimento solar com isolamento térmico”, que será apontado no próximo item. (ANDRADE e DUTRA, 2006).

Esta zona é considerada, segundo Andrade e Dutra (2006), uma forma de aquecimento solar passivo direto, por estar contida dentro da zona de aquecimento solar passivo.

Figura 8 - Ilustração esquemática da zona de massa térmica para aquecimento na carta Bioclimática.



Fonte: Thomé 2006.

2.3.1.8 Aquecimento solar passivo

Esta zona se encontra entre temperaturas de 10,5°C e 14°C (Figura 9). Há grande perda de calor e é imprescindível conseguir energia térmica por meio da radiação solar, onde é necessário realizar um isolamento térmico mais rigoroso da edificação que deseja aquecer.

O aquecimento solar passivo pode ser utilizado como troca natural de calor que é transmitida para dentro do ambiente pretendido, sem recorrer ao uso do aquecimento artificial.

Seu ganho de calor pode ocorrer por meio direto, com aberturas envidraçadas (janelas, clarabóias), onde os raios solares são inseridos diretamente para dentro do local, aquecendo-o; e de forma indireta, onde é utilizado algum componente como armazenador e coletor do calor do ambiente, por exemplo, pela massa das paredes que recebem insolação direta.

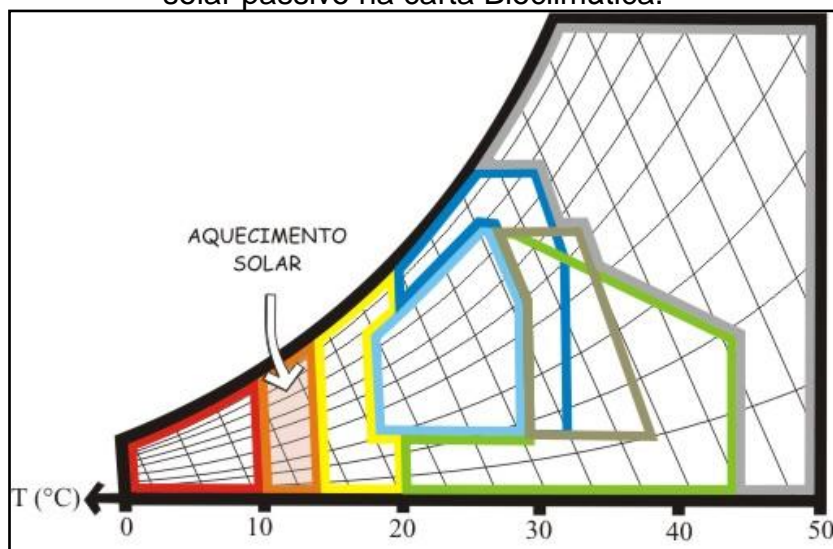
Segundo Andrade e Dutra (2006), a estratégia de aquecimento solar passivo indireto, pode ter a utilização de tecnologias mais contemporâneas, como por exemplo, serpentinas com água e vidros associadas à alvenaria, fornecendo calor ao ambiente interno nas regiões mais frias.

Como alguns exemplos de estratégias para o projeto arquitetônico, devem-se buscar soluções como: que a edificação tenha superfícies envidraçadas em direção ao sol, aberturas reduzidas nas fachadas que não recebem insolação para evitar perdas de calor ou em fachadas que estejam em direção aos ventos predominantes, aberturas zenitais controláveis, implantação de painéis refletores externos, parede Trombe, coletores de calor da cobertura, estufa, coletores de calor da água e óleo.

Fiuza (2005) menciona ainda alguns artifícios de projeto:

- ✓ As áreas destinadas a armazenar ou transmitir o calor devem ser orientadas para obter o maior ganho da insolação nos períodos frios, porém evitando esse ganho nos períodos quentes;
- ✓ O tipo de material utilizado deve ser adequado;
- ✓ Organizar o layout de forma a evitar que as tarefas a serem desempenhadas no edifício sejam prejudicadas pela insolação;
- ✓ Arranjar os ambientes de forma a garantir troca de calor entre eles;
- ✓ Criar elementos que possibilitem perder ou ganhar calor, conforme o necessário, como os tipos de aberturas que incluam proteções solares móveis para uso no verão ou isolamento térmico para evitar perdas de calor no inverno à noite.

Figura 9 - Ilustração esquemática da zona aquecimento solar passivo na carta Bioclimática.



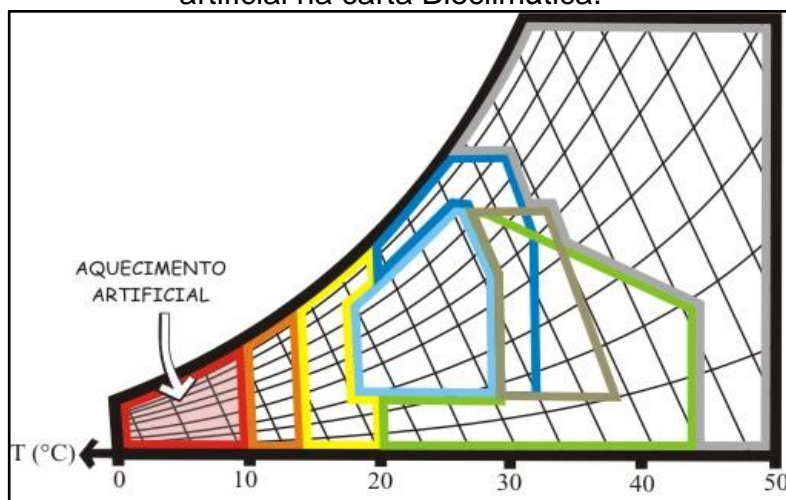
Fonte: Thomé 2006.

2.3.1.9 Aquecimento artificial

Como se viu no item anterior, o aquecimento solar passivo ocorre por meio da troca natural de calor, porém nem sempre esta estratégia é suficiente para obter o conforto, e isso sempre acontece em locais onde o clima é extremamente frio, com temperaturas abaixo de 10,5°C, fazendo-se assim, necessária a utilização de aquecimento artificial (Figura 10).

Ainda assim é interessante ressaltar que a utilização da estratégia de aquecimento solar passivo deve andar concomitantemente com a estratégia de aquecimento artificial, pois é importante para a redução do consumo de energia elétrica excessivo.

Figura 10 - Ilustração esquemática da zona aquecimento artificial na carta Bioclimática.



Fonte: Thomé 2006.

2.3.1.10 Resfriamento radiante

O resfriamento Radiante não é uma estratégia que consta na carta de Givoni, mas deve ser mencionada por ter uma ligação direta com a eficiência das demais estratégias.

Segundo Andrade e Dutra (2006), o resfriamento radiante emite energia calorífica para a atmosfera através de radiação eletromagnética e é indicado para climas secos, pois onde há umidade há dificuldade a perda de calor.

Existem duas formas de se aplicar as técnicas arquitetônicas a esta estratégia:

✓ **FORMA DIRETA:** quando o ambiente interno está voltado para o céu.

Exemplos: varandas abertas, pátios internos, isolamentos móveis (associado ao resfriamento evaporativo indireto), etc.

Forma de RESFRIAMENTO RADIANTE DIRETO- cobertura leve metálica com isolamento térmico móvel e favorecendo a perda de calor do ambiente interno para o céu noturno.

Durante o dia o isolamento térmico é fechado criando uma barreira contra a penetração do calor solar

✓ **FORMA INDIRETA:** ocorre quando o calor armazenado durante o dia é reirradiado para o céu noturno através de coberturas não isoladas.

Exemplos: Cobertura de alta condutância e massa pequena (superfície metálica pintada e não polida). Grande potencial de resfriamento noturno por obter troca rápida de temperatura.

Cobertura de grande massa (laje de concreto). Ao contrário do primeiro exemplo, este não consegue baixar a temperatura interna durante a noite.

Durante a noite de verão o isolamento é removido e sacos de água (fechados) perdem calor para o céu por resfriamento radiante.

Durante o dia de verão os sacos de água (resfriados durante a noite) são isolados do calor da radiação solar e do calor do ar externo, agindo como captadores do calor do ar interno.

2.3.1.11 Sombreamento

O sombreamento é indicado para evitar ganhos excessivos de calor nas estações quentes e deve ser utilizado em fachadas que possuem grande incidência solar, orientadas para oeste/ sudoeste, porém não impossibilitando a entrada de sol nas estações frias.

Observando a carta bioclimática de Olgyay (1963), esta estratégia deve ser utilizada para temperaturas acima de 21°C, já na carta bioclimática de Givoni, o sombreamento deve ser utilizado para temperaturas acima de 20°C.

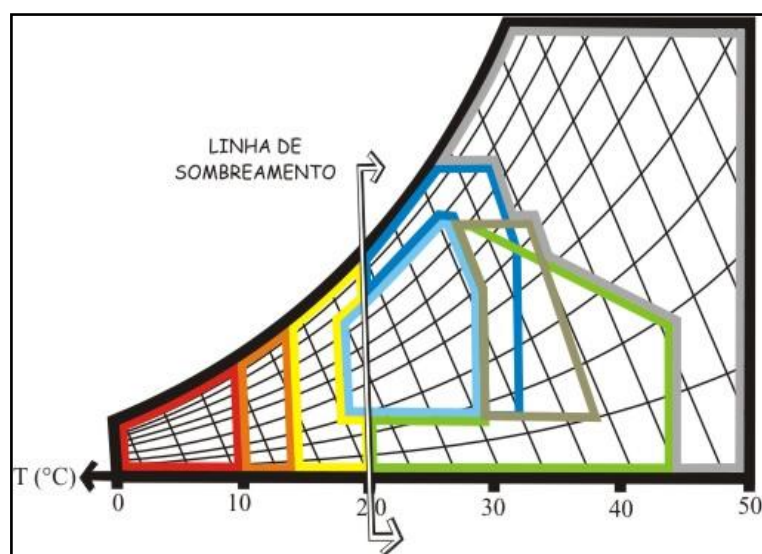
É importante salientar que o arquiteto deve projetar uma proteção solar para cada situação, precisando antes ser definido quando o sol é desejável ou indesejável, necessitando ou não de sombreamento. Segundo Andrade e Dutra (2006), o sol é desejável entre as temperaturas de 0°C e 18°C não havendo necessidade de sombreamento. Nas temperaturas entre 18°C e 24°C é necessário sombreamento parcial, por exemplo, a utilização de brise móvel. Por fim as temperaturas acima de 24°C há necessidade de sombreamento total.

Para o uso do sombreamento parcial, é interessante utilizar sistemas móveis, com fácil operacionalidade, como brises móveis ou o uso de vegetação de folhas caducas. Fiuza (2005) menciona também que *“para obter maior eficiência nesta estratégia, deve-se optar preferencialmente por anteparos externos mais eficientes que as soluções internas, como persianas, porque barram os raios solares antes que penetrem no ambiente, evitando assim o conhecido “efeito estufa”.*

Segundo Andrade (1996),

[...] Nas fachadas voltadas para o noroeste/ oeste, é interessante a utilização de varandas é eficaz, desde que apresente projeções que permitam a penetração do sol de inverno. [...] O sombreamento de coberturas deve ser efetuado nas casas térreas, desde que atenda os requisitos de cada estação. A implantação da edificação é importante em relação a estes aspectos acima citados. Recomendando-se revisão destes critérios, conforme estudos do entorno de cada sítio. (ANDRADE 1996, p. 120)

Figura 11 - Ilustração esquemática da zona aquecimento artificial na carta Bioclimática.



Fonte: Thomé 2006.

2.3.2 Estratégias para conforto visual

2.3.2.1 Iluminação natural

O conceito que define o comportamento da luz está baseado no fato de que a luz emite raios luminosos que não são visíveis. O que é visível é apenas a reflexão destes raios ao atingirem uma determinada superfície.

Esta luminosidade refletida (visível) é denominada luminância e a luminosidade incidente (não visível) é denominada iluminância.

A norma que deve ser considerada para a execução correta de um projeto com relação ao nível de iluminação, é a NBR 5413. (ABNT 1992).

É muito importante o uso de iluminação natural em projetos, para que haja economia no consumo de energia elétrica. A combinação da radiação solar direta com o controle de iluminação pelas janelas pode reduzir até 50% do consumo

de energia elétrica.

Porém, a luz solar ao incidir em um ambiente não atinge uniformemente todos os pontos e pode elevar a temperatura acima dos valores recomendados para o conforto dos usuários.

Ao elaborar um projeto, deve-se levar em consideração, diversos condicionantes para que um ambiente receba o nível de iluminação necessário sem causar desconforto visual e térmico. Podem ser citados como exemplos a disposição dos ambientes com relação à orientação, possibilitando o melhor aproveitamento da luz solar tanto no verão como no inverno, posição das aberturas e seus devidos dimensionamentos, as condições do céu, ou seja, se ele está claro (sem nenhuma nuvem), anisotrópico (mistura do céu claro com o céu isotrópico) e/ ou isotrópico (céu com nuvens homogêneas) e ainda devem ser consideradas também as construções vizinhas, árvores e/ ou quaisquer outros obstáculos que possam interferir na passagem da luz natural causando o sombreamento desnecessário.

Aberturas laterais (janelas) ou zenitais (domos, clarabóias, *sheds*), iluminação indireta ou refletida (prateleiras de luz, dutos com espelhos, fibra ótica), iluminação com luz direta do sol, abertura de pátios ou átrios, entre outros artifícios projetuais, são estratégias arquitetônicas que podem ser usadas em uma edificação com o intuito de receber iluminação natural.

Deve-se ressaltar que em uma sala de aula, é muito importante que a luz natural se insira no ambiente pelo lado esquerdo, para evitar sombras no caderno. Já na região do quadro deve haver um pouco mais de luz que no restante da sala, porém esta luz deve ser controlável para não ocorrer reflexos que ofusquem a visão dos alunos.

2.3.3 Estratégias para conforto acústico

Entende-se por acústica quando um som é ouvido, sem experimentar um incômodo ou desconforto auditivo.

A partir do século XX, a acústica passou a apresentar grandes problemas com relação ao nível de ruídos, pois a população aumentou e os espaços diminuíram, conseqüentemente aumentando o barulho urbano. Hoje há “n” fontes sonoras dentro de uma cidade, como por exemplo, veículos, pessoas (criança

chorando, conversações, sapatos...), obras em andamento, boates, etc. Portanto, é pensando em todos estes condicionantes que o arquiteto passa a se preocupar com o conforto acústico de um ambiente, projetando-o da melhor maneira possível, para garantir boa qualidade de vida dos usuários.

O ruído é um som indesejável, que pode ser controlado através de tratamento ou isolamento acústico. O isolamento acústico serve para reduzir o nível de intensidade sonora transmitida para dentro dos ambientes, não eliminando o ruído de fundo. Ao tratar um ambiente, é importante distinguir se a fonte sonora é transmitida pelo ar ou por impacto em uma massa sólida.

Como medidas estratégicas para um bom conforto auditivo, é importante que as fachadas expostas a ruídos intensos não possuam muitas janelas, porém precisam ser pesadas e com revestimentos porosos para absorver o som. Também podem ser colocadas barreiras acústicas, (paredes, painéis absorventes ou defletores, vegetação) para evitar, ou diminuir, os ruídos que chegam às janelas.

O ruído pode ser tratado de forma semelhante aos problemas provocados pela radiação solar, onde é essencial produzir obstáculos para impedir ou dificultar a sua chegada ao ambiente construído.

Observa-se que superfícies diferentes absorvem diferentes intervalos de frequência do som. Na reflexão do som também aparecem alguns fenômenos como o eco e a reverberação que devem ser tratados com muitos cuidados através de superfícies côncavas e convexas. A superfície côncava concentra os raios refletidos e a superfície convexa espalha estes raios. (exemplo: a catedral de Brasília, onde Niemeyer utilizou superfícies convexas para as ondas sonoras).

Ao elaborar um projeto, deve-se levar em consideração a influência de aberturas, paredes, chão, teto e os materiais utilizados neles.

Para saber os níveis de ruídos necessários para a utilização de cada ambiente, devem ser consideradas a (NBR 10151, 2000) “Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade” e a (NBR 10152, 2000) “Avaliação do ruído ambiente em recintos de edificações visando o conforto do usuário”.

3 ARQUITETURA ESCOLAR

Desde a primeira república até hoje, a arquitetura vem sofrendo contínuas modificações, onde a instabilidade política e econômica dificultou a formação de uma identidade arquitetônica, refletindo assim a angústia de uma sociedade.

No livro “Arquitetura Escolar Paulista” Oliveira destaca alguns exemplos de construções consideradas “Efígies históricas”, ou seja, edifícios construídos no fim do século 19 e no início do século 20, por exemplo:

[...] o 3º Gymnasio do Estado, hoje colégio Otoniel Mota, construído em 1907, em Ribeirão Preto, projetado por Ramos de Azevedo, o Grupo Escolar de Jahú, de 1901, projetado por José Van Humbeeck, o Grupo Escolar de Santos, de 1895, de autoria não identificada. [...] essas escolas formaram quadros muito importantes para a economia, a política e a culturas brasileiras.

A República de 1889 estimula estas construções impondo transformações, reformulando funções em busca de um projeto para o ensino elementar.

As construções desta época consistem em um programa arquitetônico restrito, onde há apenas salas de aula e alguns ambientes administrativos. Caracterizavam-se por obter uma planta simétrica, onde os sexos masculino e feminino eram separados, assim como o pátio do recreio enfatizando ainda mais a idéia de simetria.

Elaborados por arquitetos estrangeiros ou brasileiros com formação européia, a construção de edifícios escolares era considerada de boa qualidade, levando em consideração a utilização de materiais importados.

Porém, estas instituições ainda recebem críticas de Ferreira, Corrêa e Mello (1998) onde diz que:

[...] Eram escolas compostas da maneira mais humilde que se possa imaginar: quatro salas e um corredor de entrada. Mas, do ponto de vista expressivo, depois do halzinho de entrada, que tinha 1,20 ou 1,50m de largura e fazia a distribuição das quatro salinhas, havia um pórtico grego na frente. Humilde, com quatro colunas. É como se o homem brasileiro, que tinha saído da escravatura, fosse penetrar, pelas mãos da ideologia republicana positivista, nos degraus da eternidade. Ir buscar de volta, na Grécia, o saber absoluto. (FERREIRA, CORRÊA e MELLO, 1998).

Na década de 30 a educação sofre novamente novas modificações,

influenciando nitidamente na arquitetura escolar em função da revolução de 30, onde aconteceram movimentos armados e manifestações culturais importantes para a semana da arte moderna em 1922, trazendo importantes contribuições para o ensino de forma a fixar as bases da educação física e intelectual dos brasileiros.

Anísio Teixeira, considerado como “o arquiteto da educação brasileira”, considera necessário tornar um cidadão membro da sociedade com plenos direitos e plena eficiência, levando em consideração que é isto que busca a educação.

Na década de 30, a planta simétrica do início do século XX, perde sua verdadeira importância. Outros quesitos começam a ser levados em consideração na elaboração de uma escola como, por exemplo, deixar o edifício compacto de lado, com uso de salas de aula nas duas laterais de uma circulação central, e passa a utilizar uma planta estruturada em eixos ortogonais com salas em apenas um dos lados da circulação.

Ferreira e Mello (1998) citam dois projetos elaborados para a escola de Congonhas do Campo – SP, que apresentam estas modificações. O primeiro, elaborado pelo Arquiteto Romano Eitelberg, propõe a implantação tradicional de um edifício compacto no qual as salas estão voltadas para as fachadas norte e sul. O segundo projeto, elaborado por José Maria da Silva Neves, implanta o edifício sem vinculá-lo aos limites do terreno. As salas de aula estão voltadas para nordeste e são estruturadas sobre pilotis, com o intuito de deixar o térreo livre para o uso do galpão.

Por volta da década de 70, a arquitetura escolar sofre novamente modificações, tanto no campo social, como na arquitetura, transformando a estética dos edifícios, a organização dos espaços, incluindo novos ambientes, empregando novos materiais e técnicas construtivas.

Concluindo de forma resumida, a evolução da arquitetura escolar acontece em paralelo à diversidade política. O primeiro período está relacionado à primeira república, fim do século 19 e no início do século 20, depois veio o período do governo de Armando Sales Oliveira (1934-1937), em seguida a fase do Convênio Escolar, fim da década de 40 e meados da década de 50. O quarto período, a criação do Fundo Estadual de Construções Escolares (Fece), em 60 no governo de Carvalho Pinto, e a criação da Companhia de Construções Escolares de São Paulo (Conesp) em 76. Atualmente é a Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), que aproveitando a bagagem do Fece e Conesp, realiza a elaboração de

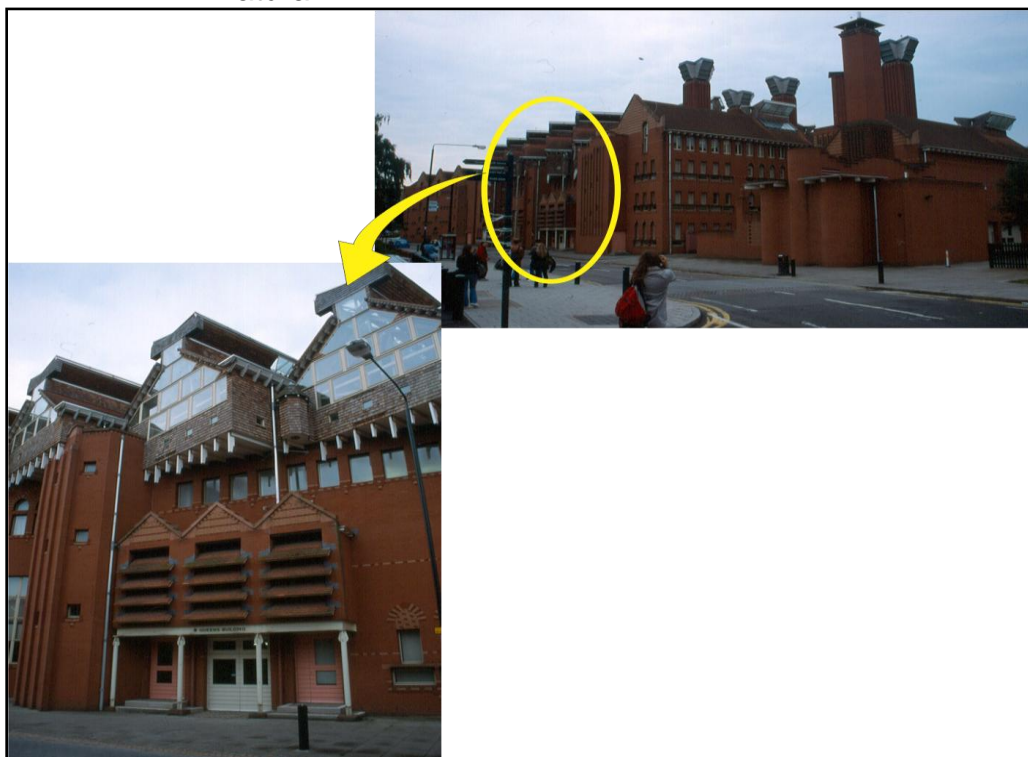
métodos de trabalho, acompanha a construção de escolas e proporciona suporte técnico e operacional ao planejamento da rede física e da unidade escolar. Além disso, ela também projeta, especifica e faz novas escolas de acordo com as ampliações, reformas, restauro e adequações necessários, sendo que se trata do braço direito da Secretaria da Educação. (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 1998).

Para que haja um melhor rendimento escolar é de extrema importância que a escola não possua problemas ambientais.

A educação eficiente necessita de metodologia adequada tanto para técnicas de ensino, como para o conforto térmico, visual e acústico, dando atenção às características dos alunos.

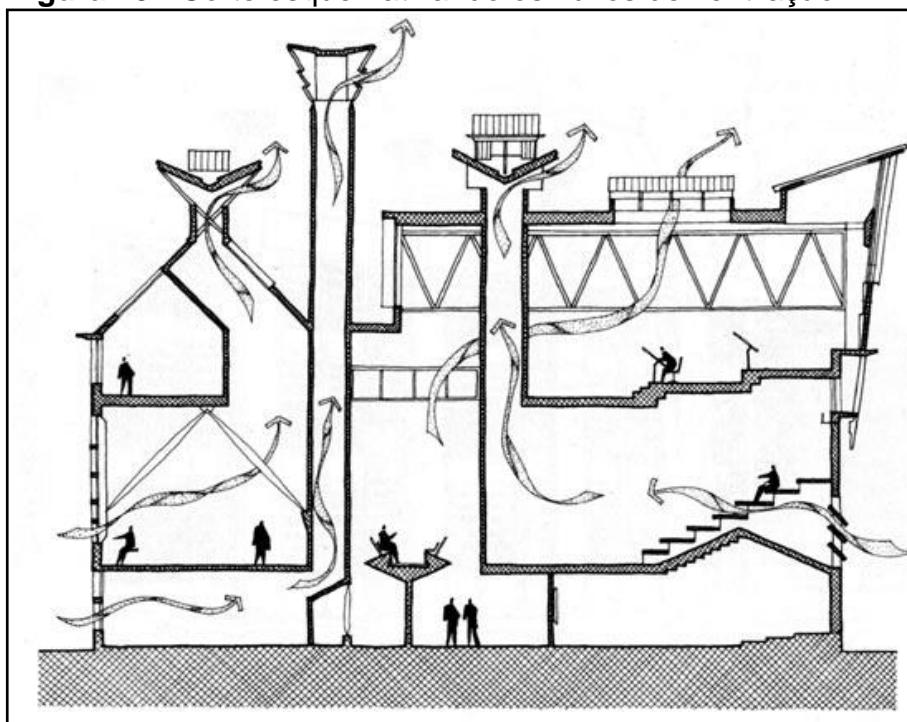
É interessante mencionar que a escola pioneira na arquitetura bioclimática é a Universidade de Montfort (Leicester – Inglaterra) (figuras 12 e 13), conhecida como “Queen’s Building”. Trata-se de uma Escola de Engenharia que abriga laboratórios de engenharia mecânica e elétrica, espaços de educação geral e dois auditórios. A questão ambiental foi bastante explorada em seu projeto, dando ênfase a ventilação e iluminação natural.

Figura 12 - Universidade de Montfort. Torres de ventilação e Iluminação Natural



Fonte: Luciano Dutra

Figura 13 - Corte esquematizando os fluxos de ventilação



Fonte: Luciano Dutra

A arquitetura escolar deve ser feita de acordo com suas dependências sem necessariamente obstruir sua qualidade construtiva.

Baseada na arquitetura escolar paulista, a escola é conceituada a partir da idéia de que os alunos são permanentemente estimulados para o aprendizado. O que pode prejudicar na maioria das vezes este aprendizado é a falta de ambientes adequados para o uso. Este tipo de escola foi denominado como “a Escola do Sucesso”.

A escolha por uma escola pública modulada para este projeto se fez pelo fato de haver defasagem no número de edificações escolares existentes que possam atender a todas as crianças.

A importância da arquitetura nas escolas é enfatizada quando começam a serem avaliados os critérios necessários para a funcionalidade e bem-estar dos usuários.

Pensando na escola como um prédio, é de grande importância que esta corresponda às necessidades exigidas pelo sistema educacional local, como por exemplo: espaços coletivos, áreas de recreação, esporte e lazer proporcionais a

faixa etária. Junto a esses ambientes serão necessários para o funcionamento educacional da escola: as salas de aula, bibliotecas, refeitórios, sanitários, administração, etc, sempre levando em consideração a estética, o conforto ambiental e segurança.

Há diversos condicionantes que devem ser considerados para a construção de uma escola adequada e funcional, como por exemplo, as características do terreno, os dados climáticos, orientação solar, sombreamento, sistema construtivo, restrições orçamentárias, normas técnicas, fluxograma, organograma, entre outros.

4 ESTUDOS DE CASO

Foi aplicado um questionário em quatro salas de aula (direcionadas para o norte, sul, leste e oeste) no campus da UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense). Estas salas foram sorteadas em meio às demais salas, onde foram seguidos os seguintes critérios:

- a) Um envelope para cada ponto cardinal em que foi inserida uma tarja com o número da sala e o bloco;
- b) Após o sorteio, foi procurado o diretor da unidade acadêmica para descobrir se haveria aula nos três turnos e a qual curso e fase pertenciam, pois foi priorizado o critério de inclusão e exclusão, conforme metodologia apresentada ao comitê de ética.
- c) Critério de inclusão dos participantes para responder o questionário:
 - ✓ Ser maior de 18 anos;
 - ✓ As turmas escolhidas poderão ser da 5ª fase em diante;
 - ✓ Aceitar participar do estudo;
 - ✓ Professor que estiver na sala de aula no momento da aplicação do questionário;
 - ✓ Estudar nas salas de aula selecionadas de acordo com os itens acima, as orientações solares e/ou infra-estrutura.
- d) Critérios de exclusão:
 - ✓ Ser menor de 18 anos;
 - ✓ Estudantes da 1ª a 4ª fase;
 - ✓ Não aceitar participar do estudo;

4.1 DAS SALAS SORTEADAS

4.1.1 Sala norte

A sala norte sorteada possui dimensões de 7,05m x 8,30m e pé-direito de 3,42m, sendo que 7,05m é a largura da sala e 8,30m a profundidade.

Figura 14 - Sala representando orientação norte na UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

Figura 15 - Sala representando orientação norte na UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

Foi aplicado um questionário, onde os alunos responderiam as questões com base em suas experiências diárias.

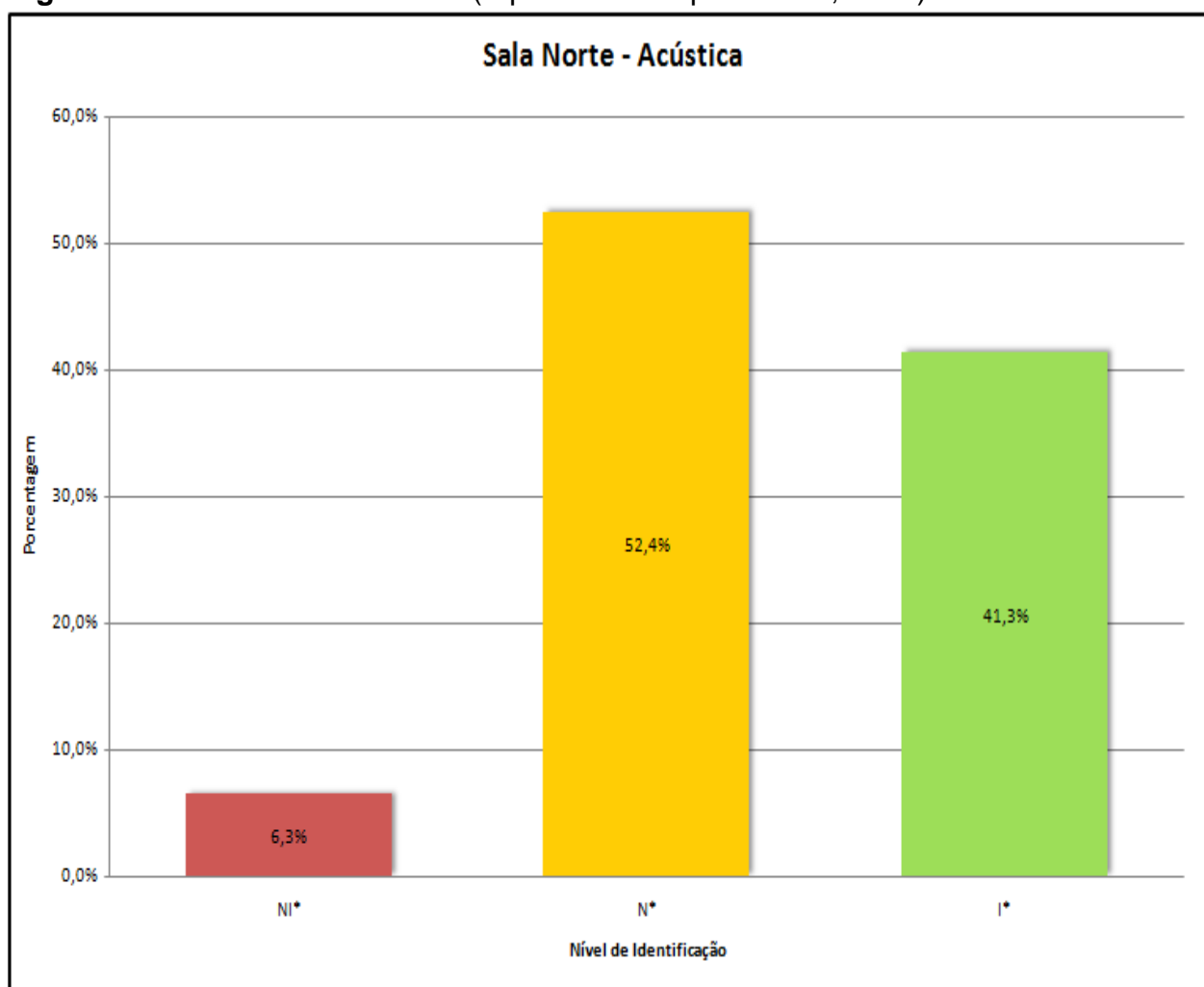
Fundamentado pelas respostas, foi feito um levantamento representado por gráficos, onde nestes gráficos tem-se a porcentagem de alunos que não se identificaram com a afirmativa da questão (NI*), ficaram neutros (N*) e se identificaram totalmente com a afirmativa da questão (I*). Estas respostas foram mensuradas em uma escala de 1 a 7, conforme o questionário (apêndice A).

Em relação às afirmativas “*Os ruídos externos interferem na acústica de uma sala [...]*”, “*o uso de ventilador e/ou ar-condicionado atrapalha a apresentação de seu professor*” e “*Em sua sala há boa inteligibilidade*”, os resultados das respostas dos alunos desta sala seguem como na figura 16.

O gráfico mostra que 41,3% dos respondentes identificam-se com esta alternativa, enquanto 52,4% são indiferentes e apenas 6,3% não se identificam. Com isso, pode-se concluir que o ambiente não possui tratamento acústico adequado para uma sala de aula, de maneira que o ideal seria encontrar soluções naturais através de técnicas bioclimáticas, que possam resolver esta dificuldade.

Acredita-se que muitos dos alunos ficaram neutros em relação a questão do uso de ventilador, pois o questionário foi aplicado no período de inverno, onde o uso de ventilador e/ou ar condicionado ainda não é muito utilizado.

Uma das soluções para resolver o problema de barulho quando o ventilador estivesse ligado, seria o uso de ar-condicionado do tipo *split*, porém, esta é uma questão que já foi resolvida conforme podemos ver na figura 14.

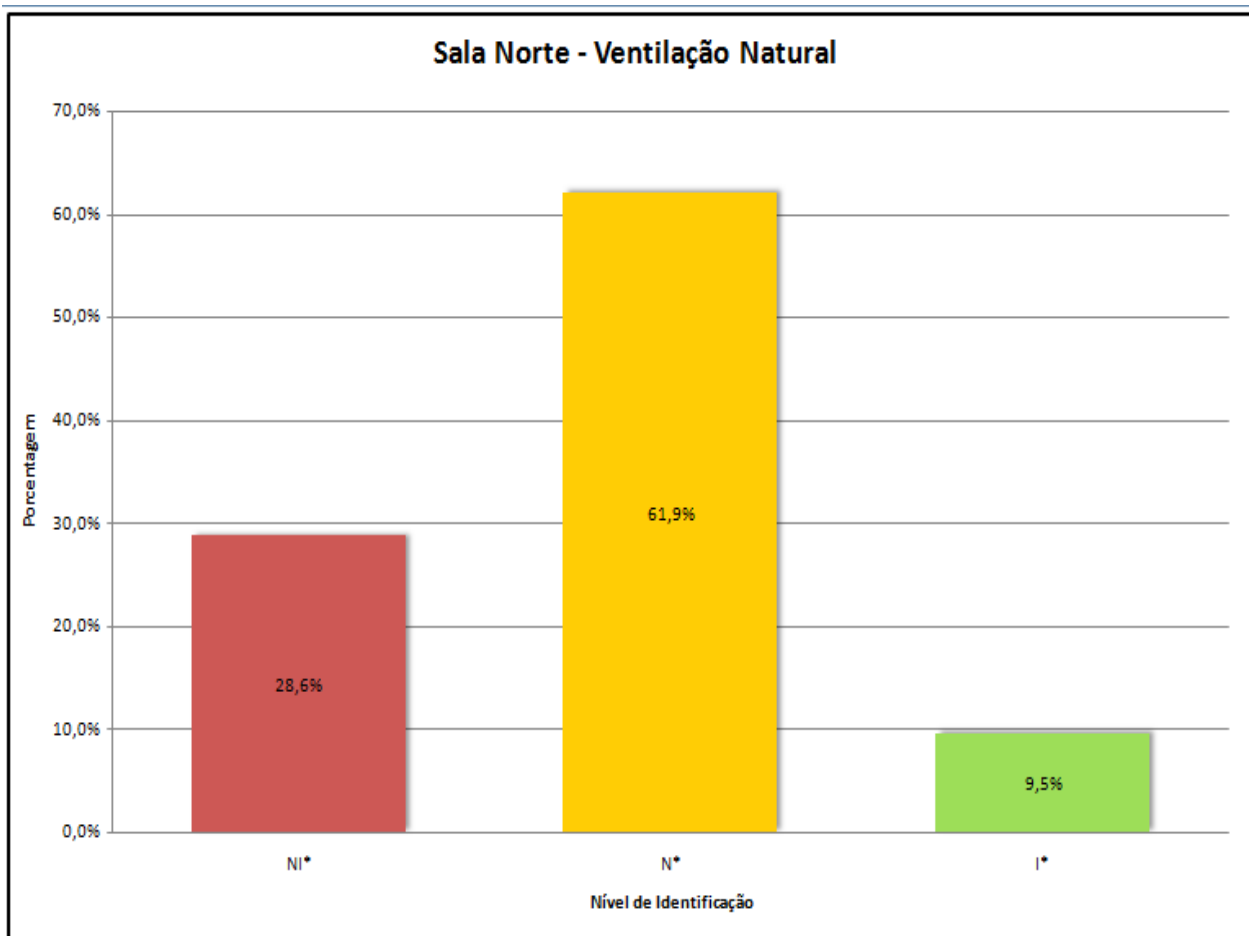
Figura 16 - Sala Norte - Acústica (representa as questões 6, 7 e 8)

Fonte: Dados da Pesquisadora.

Em relação à afirmativa “*Há ventilação natural suficiente se fazendo desnecessário o uso de equipamentos que gerem ruídos para adquirir o conforto térmico adequado*”, os resultados das respostas dos alunos nesta sala seguem como na figura 17.

O gráfico mostra que 9,5% dos respondentes identificam-se com esta afirmativa, enquanto 61,9% são indiferentes e 28,6% não se sentem identificados. Com isso, pode-se concluir que a sala não possui ventilação natural suficiente, tornando a sala abafada, o que gera o uso obrigatório de ventilador e/ou ar condicionado para que os usuários se sintam confortáveis. Para resolver este problema, o ideal seria encontrar soluções naturais através de técnicas bioclimáticas, assim como no item anterior.

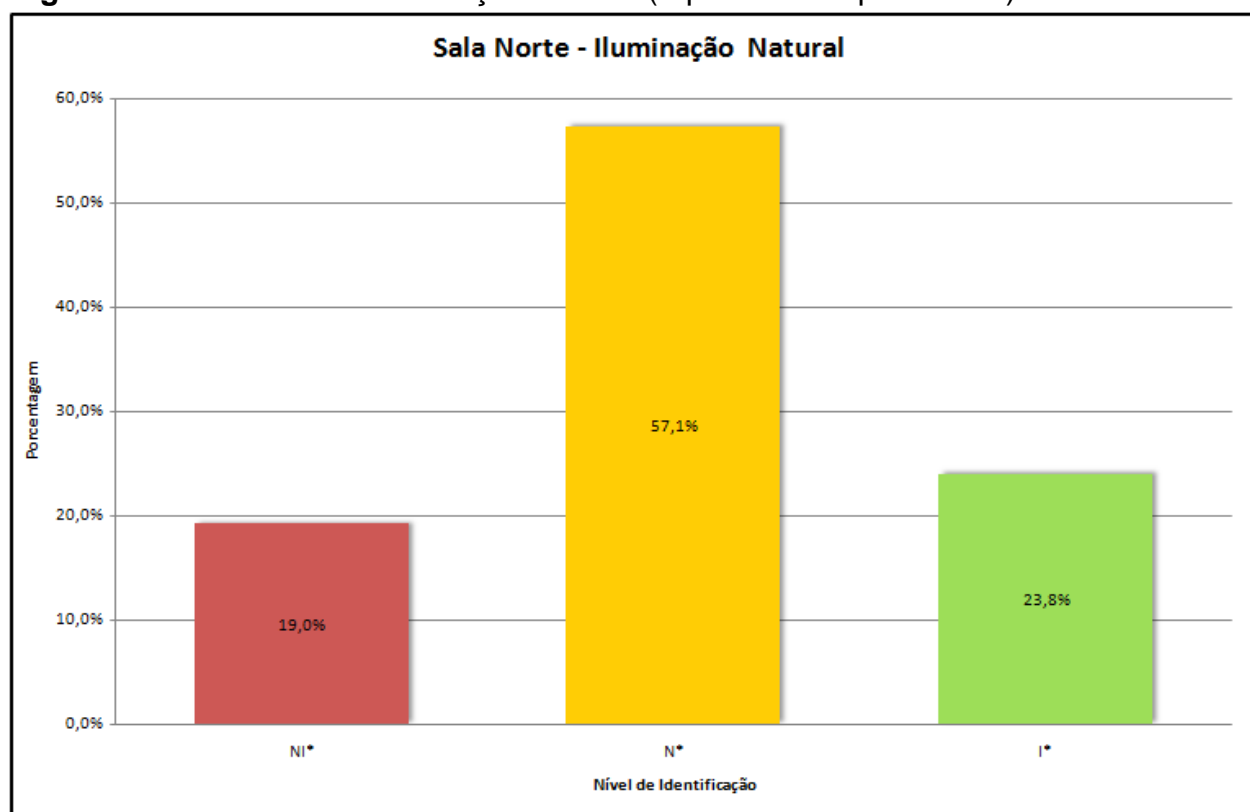
Figura 17- Sala Norte – Ventilação Natural (representa a questão 9)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

Observa-se que como a ventilação acaba influenciando na acústica e deveria influenciar também na iluminação natural, pois considerando que há poucas aberturas para gerar a ventilação natural, conseqüentemente há poucas aberturas para iluminação natural adequada.

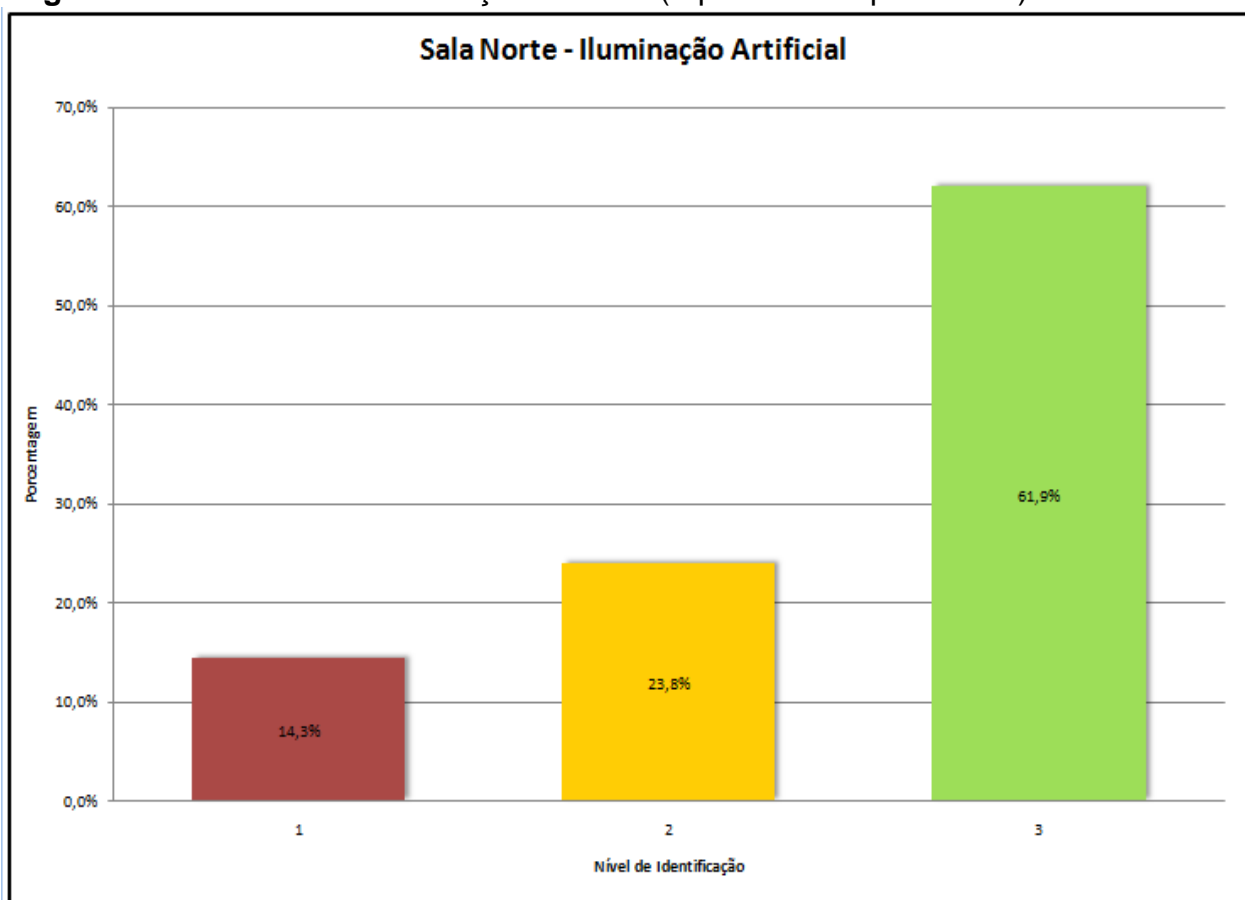
Porém essa discussão se contradiz neste ponto, pois na figura 18, pode-se ver que na questão “[...] *você considera suficiente a iluminação natural em sua sala de aula?*”, 23,8% dos respondentes identificam-se, enquanto 57,1% são indiferentes e 19,0% não se identificam. Com isso, pode-se concluir que a sala possui iluminação natural suficiente, o que não faz sentido considerando que a sala é abafada e os usuários que responderam a esta pergunta, estudam no período noturno. Observa-se ainda na figura 14, que foi tirada durante o dia, como alguns pontos da sala estão escuros, fazendo-se necessário sim o uso de iluminação artificial para que haja luz homogênea em toda a sala de aula.

Figura 18 - Sala Norte – Iluminação Natural (representa a questão 10)

Fonte: Dados da Pesquisadora.

Na afirmativa “*Em minha sala de aula se faz necessário o uso de iluminação artificial todos os dias, faça sol ou faça chuva*”, pode-se ver por meio da figura 19, que 61,9% dos usuários identificam-se com esta afirmativa, enquanto 23,8% são indiferentes e 14,3% não se identificam. Com isso, pode-se concretizar o que foi concluído anteriormente: a sala necessita de iluminação artificial, se fazendo imprescindível encontrar soluções naturais através de técnicas bioclimáticas para resolver esta situação.

Não esquecendo que provavelmente o resultado desta afirmativa teve influência por se tratar da resposta de alunos que estão matriculados no período noturno.

Figura 19 - Sala Norte – Iluminação Artificial (representa a questão 11)

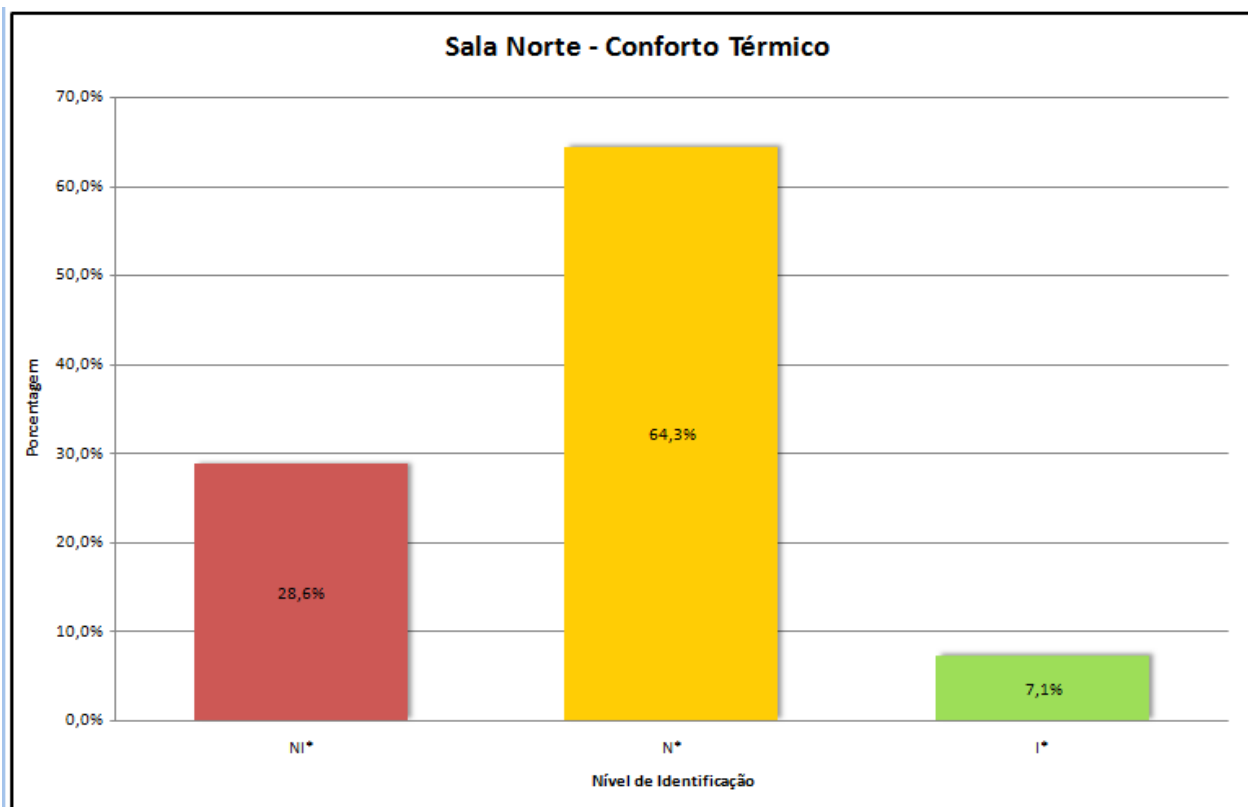
Fonte: Dados da Pesquisadora

Com relação às afirmativas “[...] *há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias quentes?*” e “[...] *há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias frios?*”, pode-se analisar na figura 20, que 7,1% dos respondentes identificam-se com elas, enquanto 64,3% são indiferentes e 28,6% não se identificam.

Pode-se concluir que a maioria não se identifica com as questões, exatamente pelo fato de que são estudantes noturnos. Porém baseados na questão do clima agradável, deduz-se que a sala não possui conforto térmico adequado.

O ideal seria realizar um estudo onde as aberturas deveriam ser devidamente pré-dimensionadas e a incidência solar controlada por meio de estratégias arquitetônicas bioclimáticas, interferindo positivamente tanto na iluminação natural, como na ventilação e conforto dos usuários.

Figura 20 - Sala Norte– Conforto Térmico (representa as questões 12 e 13)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

E por fim nas questões “*Em sua opinião há muita incidência solar em sua sala de aula causando o ofuscamento dos olhos ao fazer leituras e/ou ao visualizar o quadro? [...]*” e “*A harmonia das cores das paredes, teto, chão e carteira em sua sala de aula são confortáveis aos seus olhos?*”, os resultados das respostas dos alunos desta sala seguem como na figura 21.

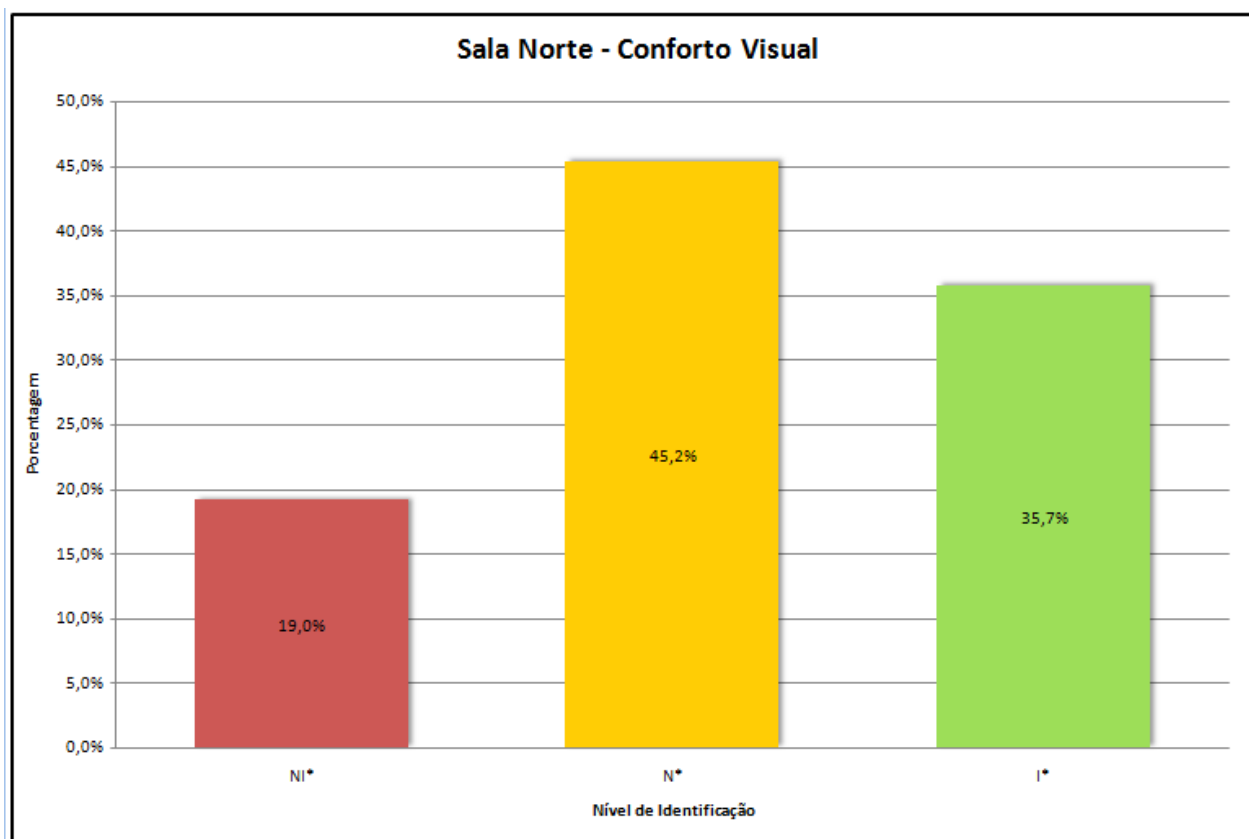
O gráfico mostra que 35,7% dos respondentes identificam-se com estas questões, enquanto 45,2% são indiferentes e 19,0% não se identificam. Este gráfico não possui uma veracidade, pois ao olhar as respostas separadamente, conforme ANEXO A, a questão referente ao ofuscamento diz que 38,1% dos alunos não se identificam, ou seja, não há incidência solar demasiada e 52,4 são indiferentes, afinal são alunos do período da noite.

Enquanto isso, na questão das cores, a maioria se sente confortável visualmente, considerando que 61,9% se identificam com a questão e 38,1% são indiferentes.

Pode-se observar nas figuras 14 e 15 que a cor do chão é um pouco mais escura que a cor das paredes e as carteiras são um pouco mais escuras que o

chão. Sabe-se que, de acordo com Andrade e Dutra (2006) as cores devem reproduzir aproximadamente o que acontece na natureza exterior, ou seja, cores mais escuras no piso e mais claras no teto (o chão é mais escuro que o céu) com cor intermediária nas paredes (morros, vegetação). Assim, promove-se a humanização dos ambientes internos e o bem estar psicológico por meio das relações entre os usuários e o espaço.

Figura 21 - Sala Norte Conforto Visual (representa as questões 14 e 15)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

4.1.2 Sala Sul

A sala sul sorteada possui dimensões de 6,85m x 8,20m e pé-direito de 3,27m, sendo que 6,85m é a largura da sala e 8,20m a profundidade.

Figura 22 - Sala representando orientação sul na UNESC
(Universidade do Extremo Sul Catarinense)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

Figura 23 - Sala representando orientação sul na UNESC
(Universidade do Extremo Sul Catarinense)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

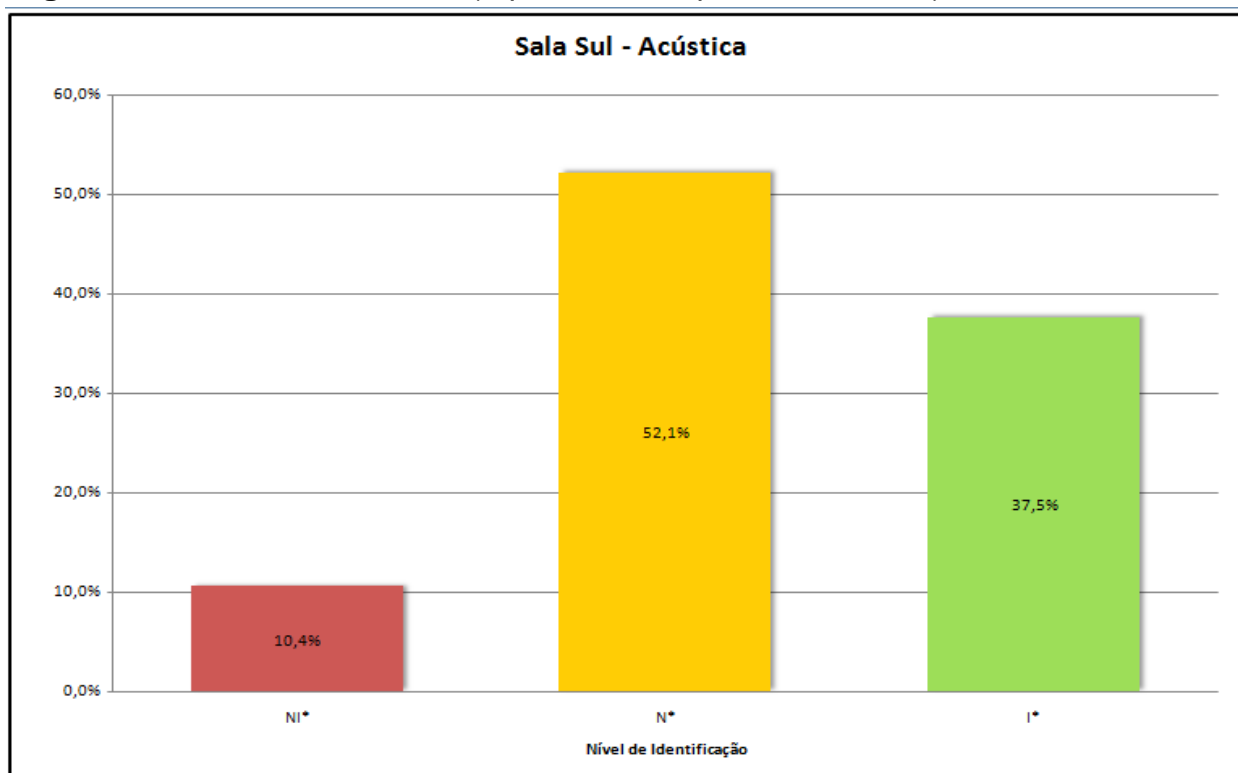
Seguindo as mesmas diretrizes da sala norte, foi feito um levantamento

representado por gráficos, que mostram a porcentagem de alunos que não se identificaram com a afirmativa da questão (NI*), ficaram neutros (N*) e se identificaram totalmente com a afirmativa da questão (I*). Estas respostas foram mensuradas em uma escala de 1 a 7, conforme questionário (apêndice A).

Em relação às afirmativas “*Os ruídos externos interferem na acústica de uma sala [...]*”, “*o uso de ventilador e/ou ar-condicionado atrapalha a apresentação de seu professor*” e “*Em sua sala há boa inteligibilidade*”, os resultados das respostas dos alunos desta sala seguem como na figura 24.

O gráfico mostra que 37,5% dos respondentes identificam-se com estas afirmativas, enquanto 52,1% são indiferentes e apenas 10,4% não se identificam. Olhando as figuras 22 e 23 nota-se que esta sala não possui ventilador. Pode-se concluir que a fonte indesejável de ruído interno provavelmente é gerada pelo ar condicionado, que deveria ser trocado por outro sistema de ventilação, primeiramente natural, através de técnicas bioclimáticas e, em seguida, artificial, talvez com uso do ar condicionado do tipo *split*, que além de ser mais silencioso, também é mais econômico.

Além do ar-condicionado, outro ruído indesejável que pode ser evitado por meio de estratégias arquitetônicas bioclimáticas seria a conversa paralela na circulação do lado externo nos intervalos fora de hora, assim como as canções nos ensaios de coral que ocorre no bloco ao lado em certas épocas.

Figura 24 - Sala Sul – Acústica (representa as questões 6, 7 e 8)

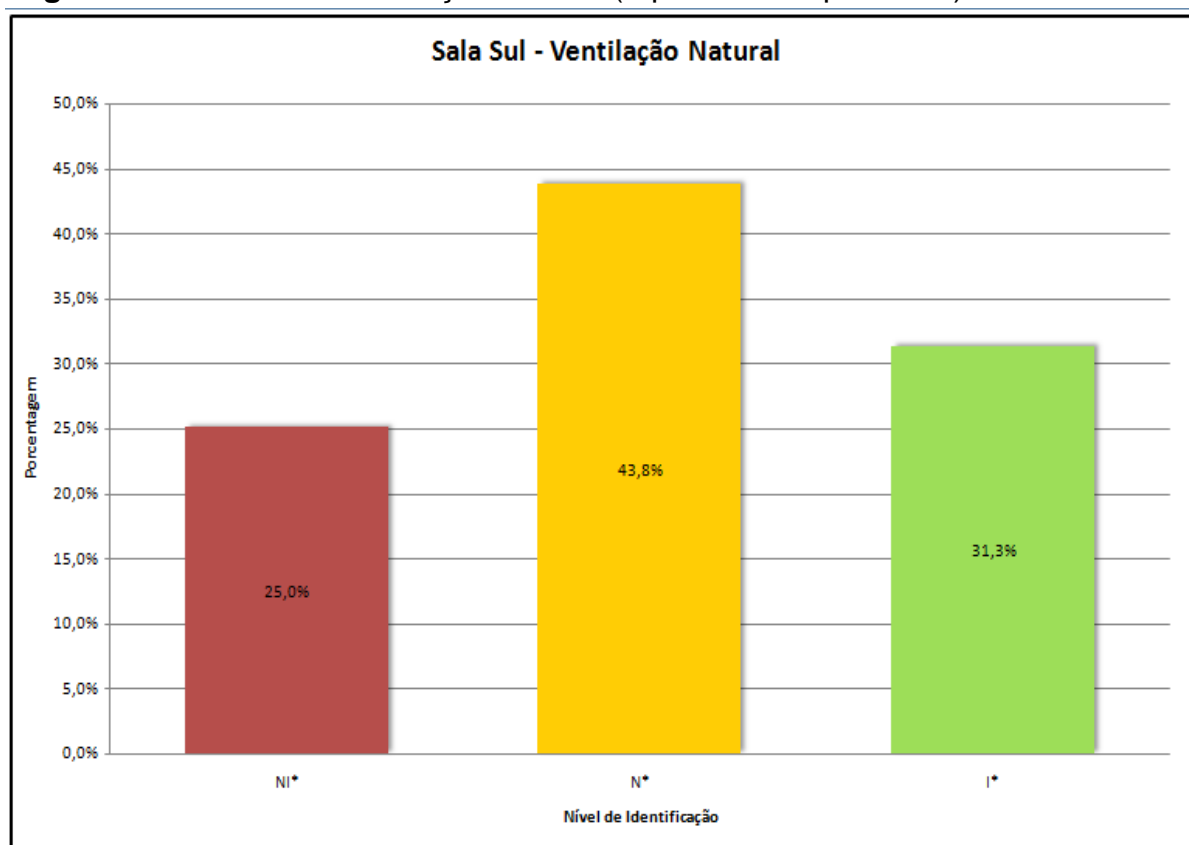
Fonte: Dados da Pesquisadora.

Em relação à afirmativa “*Há ventilação natural suficiente se fazendo desnecessário o uso de equipamentos que gerem ruídos para adquirir o conforto térmico adequado*”, os resultados das respostas dos alunos nesta sala seguem como na figura 25.

O gráfico mostra que 31,3% dos respondentes identificam-se com esta afirmativa, enquanto 43,8% são indiferentes e 25,0% não se identificam. Com isso, pode-se concluir que a maioria se sente indiferente a esta questão, sabendo-se que o questionário foi respondido no período do inverno. Com uma diferença de apenas 6,3%, conclui-se que a sala possui ventilação natural suficiente, o que nos diz que pelo menos no inverno a sala está chegando próximo de um ambiente confortável.

Isso nos indica que para manter o conforto adequado aos usuários, seja o suficiente apenas prever aberturas controláveis e localizadas estrategicamente, valorizando o vento predominante da cidade.

Figura 25 - Sala Sul – Ventilação Natural (representa a questão 9)

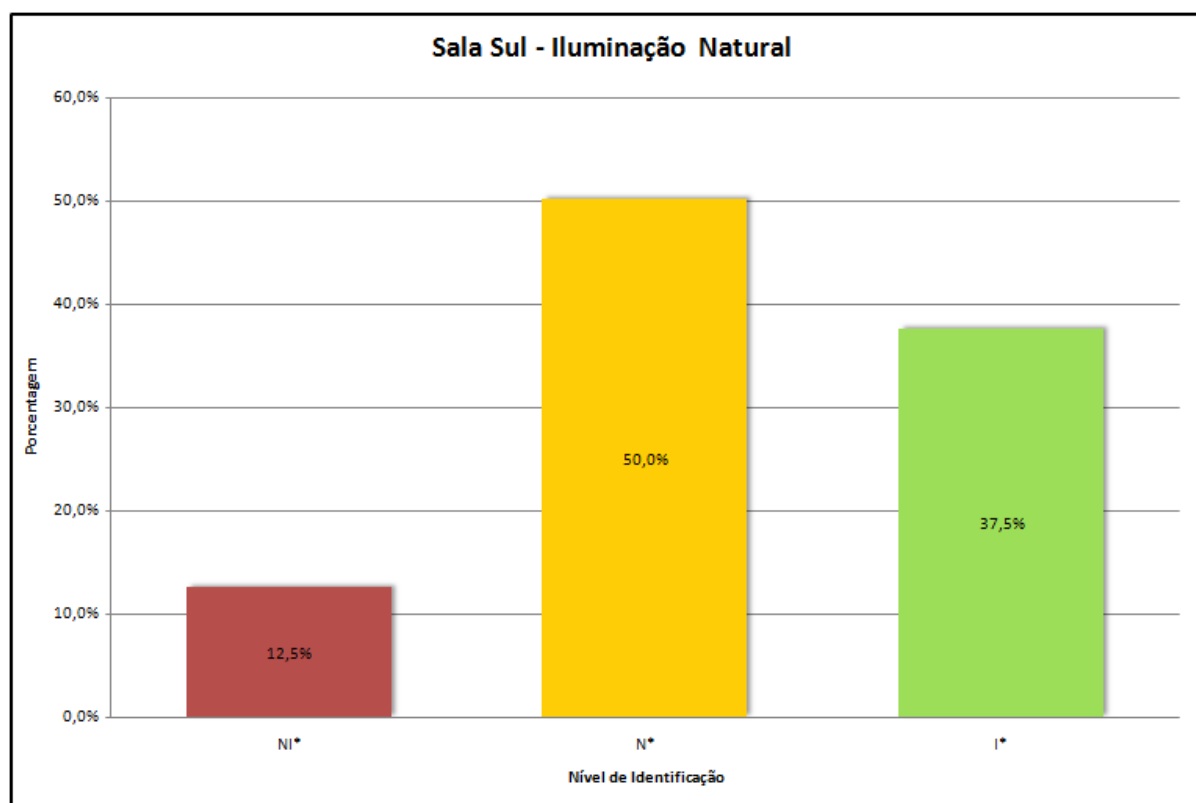


Fonte: Dados da Pesquisadora.

Na questão “[...] *você considera suficiente a iluminação natural em sua sala de aula?*” os resultados das respostas dos alunos seguem como na figura 26.

Pode-se ver no gráfico que 37,5% dos respondentes identificam-se, enquanto 50,0% são indiferentes e 12,5% não se identificam. Vê-se que a metade da turma sente-se indiferente com relação a esta questão, porém na figura 22 e 23 nota-se a necessidade de iluminação artificial, contradizendo os 37,5% de alunos que se identificaram com a questão.

Com isso, pode-se concluir que a sala não possui iluminação natural suficiente, devendo sofrer alterações arquitetônicas bioclimáticas para resolver o problema.

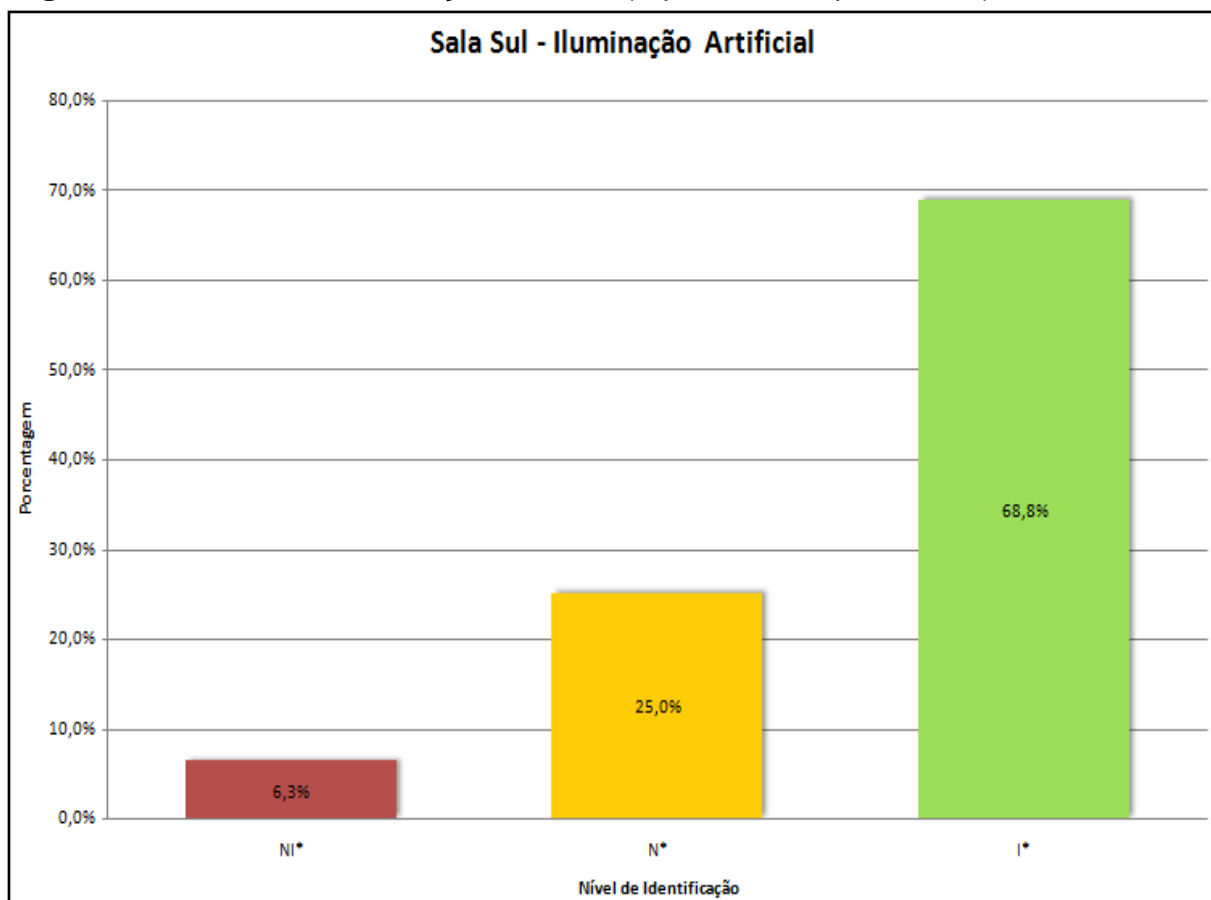
Figura 26 - Sala Sul – Iluminação Natural (representa a questão 10)

Fonte: Dados da Pesquisadora.

Na afirmativa “*Em minha sala de aula se faz necessário o uso de iluminação artificial todos os dias, faça sol ou faça chuva*”, pode-se ver por meio da figura 27, que 68,8% dos usuários identificam-se com esta afirmativa, enquanto 25,0% são indiferentes e 6,3% não se identificam. Com isso, pode-se concretizar o que foi concluído anteriormente: a sala necessita de iluminação artificial.

Nota-se nas figuras 22 e 23 que nas janelas existem alguns brises que dificultam a entrada de iluminação natural, de forma que se eles fossem reguláveis talvez se resolvesse grande parte do problema.

Vale ressaltar que esta resposta não teve influência como na outras salas, pois os alunos que responderam este questionário pertencem ao período matutino.

Figura 27 - Sala Sul – Iluminação Artificial (representa a questão 11)

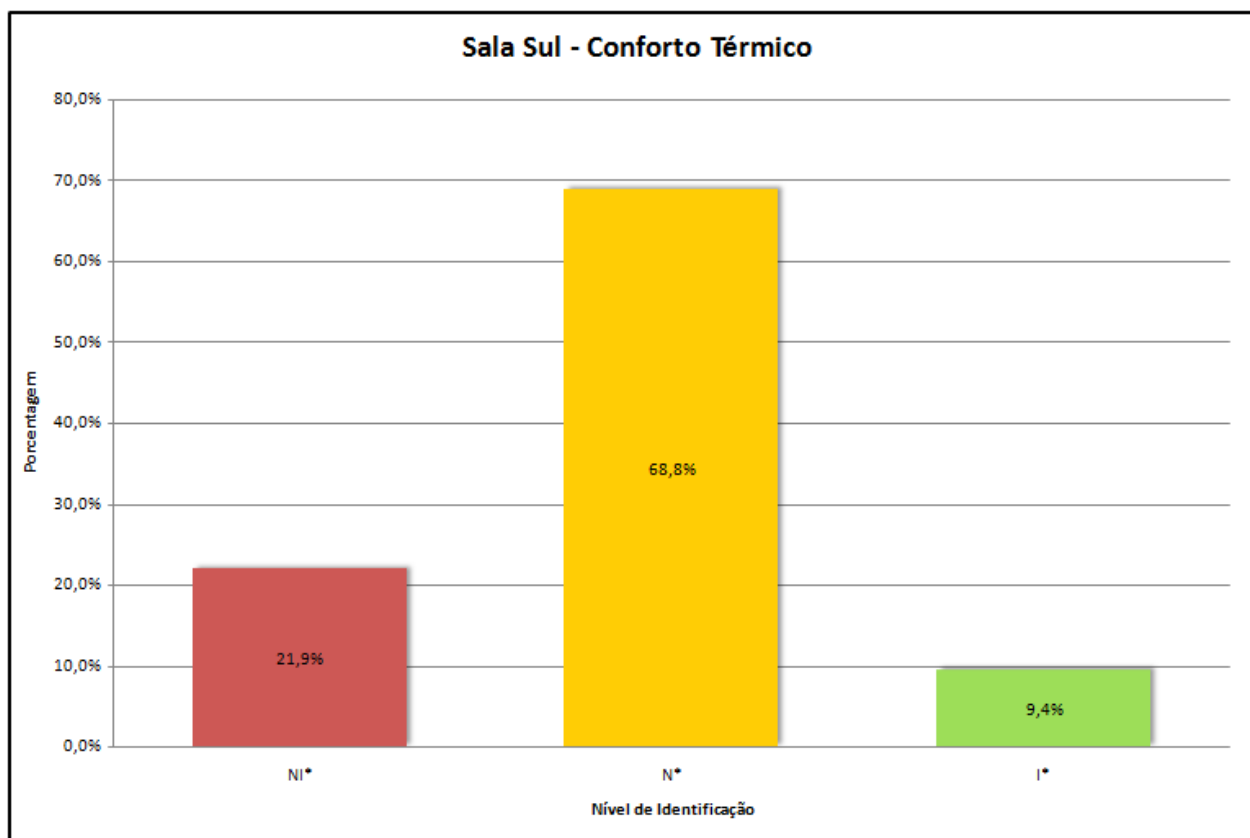
Fonte: Dados da Pesquisadora.

Com relação às afirmativas “[...] *há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias quentes?*” e “[...] *há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias frios?*”, pode-se analisar na figura 28, que 9,4% dos respondentes identificam-se com elas, enquanto 68,8% são indiferentes e 21,9% não se identificam.

Por meio do gráfico vê-se que a maioria ficou neutra em relação a estas questões, provavelmente pelo fato de que no período do inverno esta sala possui um clima agradável, como vimos no gráfico da ventilação natural.

Para esta sala, o ideal seria realizar um estudo onde as aberturas deveriam ser devidamente pré-dimensionadas e a incidência solar controlada por meio de estratégias arquitetônicas bioclimáticas como os brises existentes, interferindo positivamente tanto na iluminação natural, como na ventilação de modo a proporcionar o conforto dos usuários.

Figura 28 - Sala Sul – Conforto Térmico (representa as questões 12 e 13)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

E por fim nas questões “*Em sua opinião há muita incidência solar em sua sala de aula causando o ofuscamento dos olhos ao fazer leituras e/ou ao visualizar o quadro? [...]*” e “*A harmonia das cores das paredes, teto, chão e carteira em sua sala de aula são confortáveis aos seus olhos?*”, os resultados das respostas dos alunos desta sala seguem como na figura 29.

O gráfico mostra que 15,6% dos respondentes identificam-se com estas questões, enquanto 50,0% são indiferentes e 34,4% não se identificam. Este gráfico não possui uma veracidade, pois ao olhar as respostas separadamente, conforme tabela no (ANEXO - A), a questão referente ao ofuscamento, ou seja, a questão número 14, diz que 50,0% dos alunos não se identificam, ou seja, não há incidência solar demasiada enquanto que na figura 29 ficou definido o contrário.

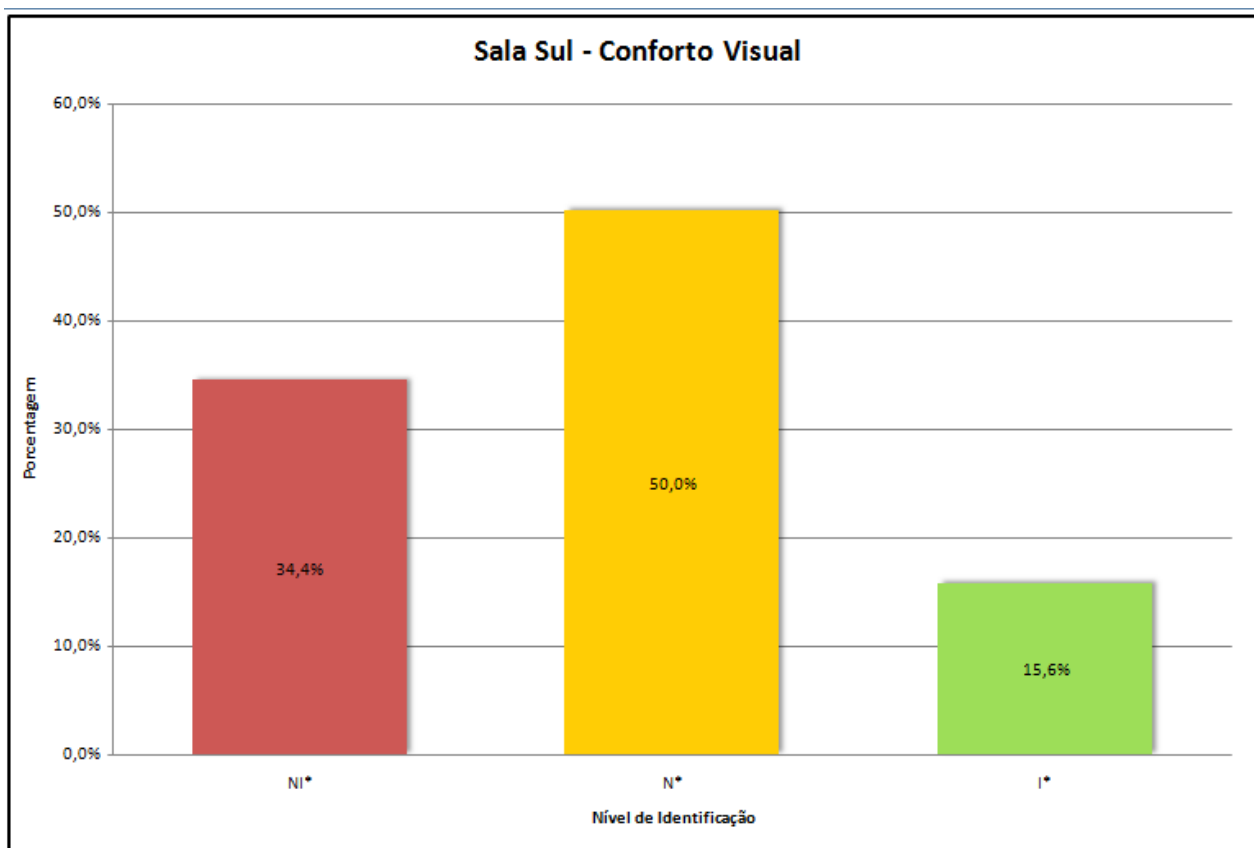
Enquanto isso, na questão das cores, a maioria se sente indiferente, sendo que 18,8% se identificam com a questão e 18,8% não se identificam, deixando a turma bastante dividida.

Podemos observar nas figuras 22 e 23 que as cores do chão, das

paredes e teto são no mesmo tom, enquanto que as carteiras são um pouco mais escuras.

Sabendo-se que, de acordo com Andrade e Dutra (2006) as cores devem reproduzir aproximadamente o que acontece na natureza exterior, este ambiente não está confortável visualmente. Parece um ambiente frio causando um mal estar aos olhos.

Figura 29 - Sala Sul – Conforto Visual (representa as questões 14 e 15)

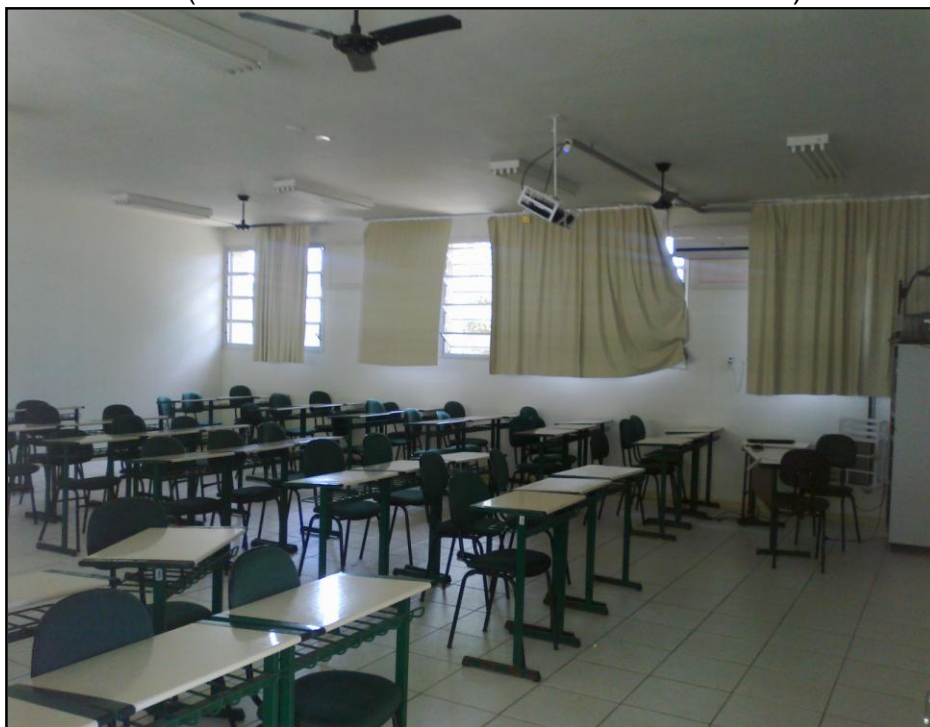


Fonte: Dados da Pesquisadora.

4.1.3 Sala Leste

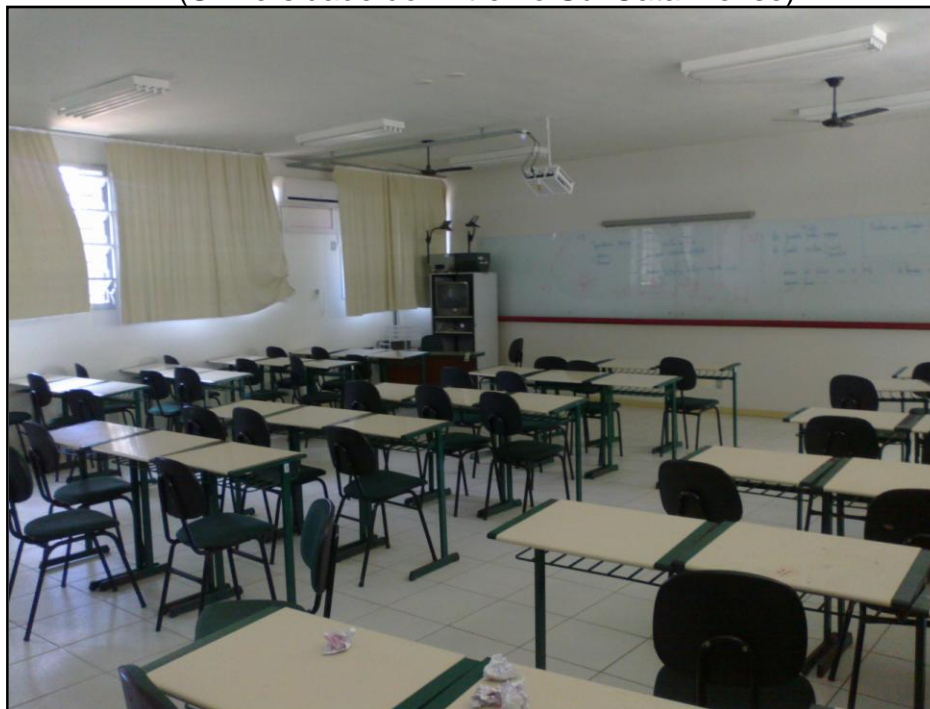
A sala leste sorteada possui dimensões de 8,50m x 9,65m e pé-direito de 3,05m, sendo que 8,50m é a largura da sala e 9,65m a profundidade.

Figura 30 - Sala representando orientação leste na UNESC
(Universidade do Extremo Sul Catarinense)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

Figura 31 - Sala representando orientação leste na UNESC
(Universidade do Extremo Sul Catarinense)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

Assim como nas salas norte e sul, foi feito um levantamento representado por gráficos, que mostram a porcentagem de alunos que não se identificaram com a afirmativa da questão (NI*), ficaram neutros (N*) e se identificaram totalmente com a afirmativa da questão (I*). Estas respostas foram mensuradas em uma escala de 1 a 7, conforme questionário (Apêndice - A).

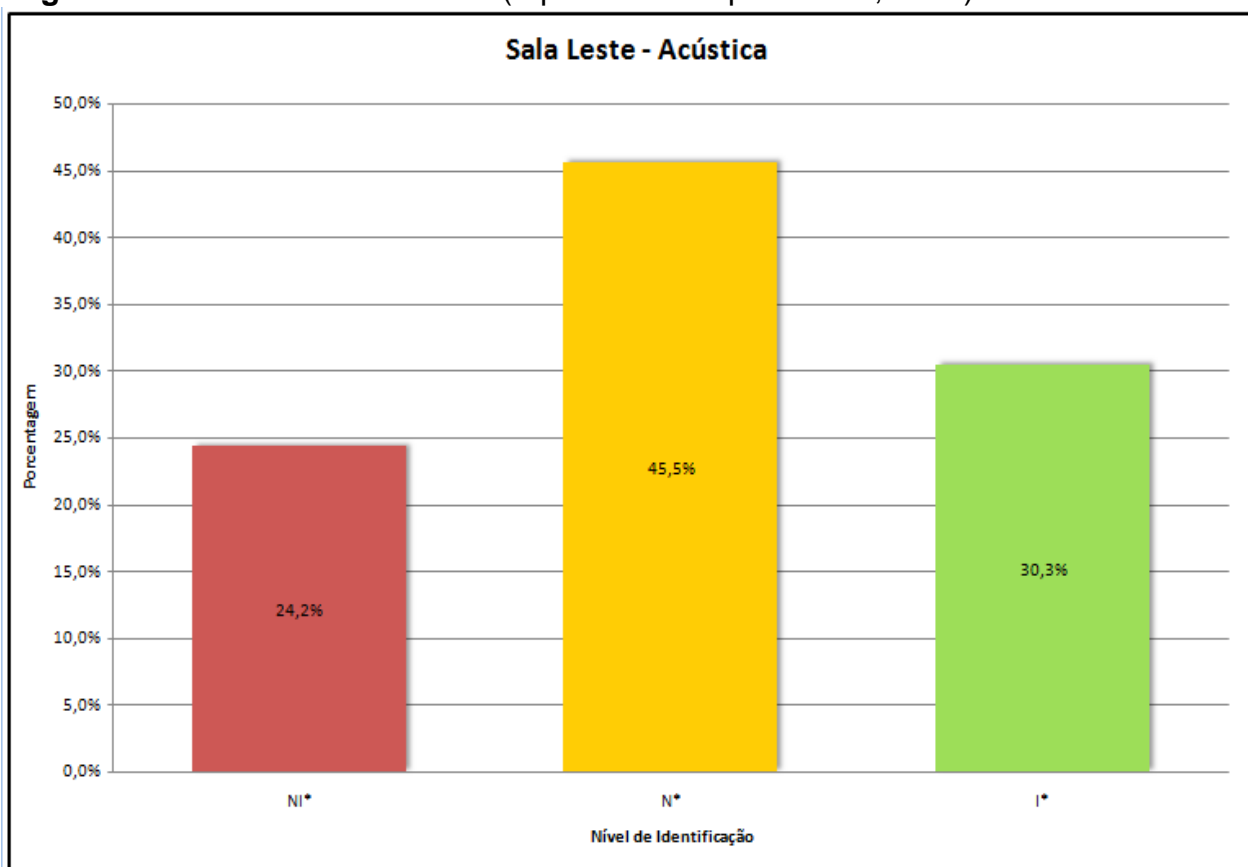
Em relação às afirmativas “*Os ruídos externos interferem na acústica de uma sala [...]*”, “*o uso de ventilador e/ou ar-condicionado atrapalha a apresentação de seu professor*” e “*Em sua sala há boa inteligibilidade*”, os resultados das respostas dos alunos desta sala seguem como na figura 32.

O gráfico mostra que 30,3% dos respondentes identificam-se com estas afirmativas, enquanto 45,5% são indiferentes e apenas 24,2% não se identificam. Com isso, pode-se concluir que o ambiente não possui tratamento acústico adequado para uma sala de aula, de maneira que o ideal seria encontrar soluções naturais através de técnicas bioclimáticas, que possam resolver esta dificuldade.

Acredita-se que muitos dos alunos ficaram neutros em relação a questão do uso de ventilador, pois o questionário foi aplicado no período de inverno, onde o uso de ventilador e/ou ar condicionado ainda não é muito utilizado.

Uma das soluções para resolver o problema de barulho quando o ventilador estivesse ligado, seria o uso de ar-condicionado do tipo *split*, porém, esta é uma questão que já foi resolvida conforme podemos ver nas figuras 30 e 31.

Além do ar-condicionado, outro ruído indesejável que pode ser evitado por meio de estratégias arquitetônicas bioclimáticas seria a conversa paralela na circulação do lado externo nos intervalos fora de hora, assim como barulho proveniente do ginásio de esportes que fica logo em frente a este bloco.

Figura 32 - Sala Leste – Acústica (representa as questões 6, 7 e 8)

Fonte: Dados da Pesquisadora.

Em relação à afirmativa “*Há ventilação natural suficiente se fazendo desnecessário o uso de equipamentos que gerem ruídos para adquirir o conforto térmico adequado*”, os resultados das respostas dos alunos nesta sala seguem como na figura 33.

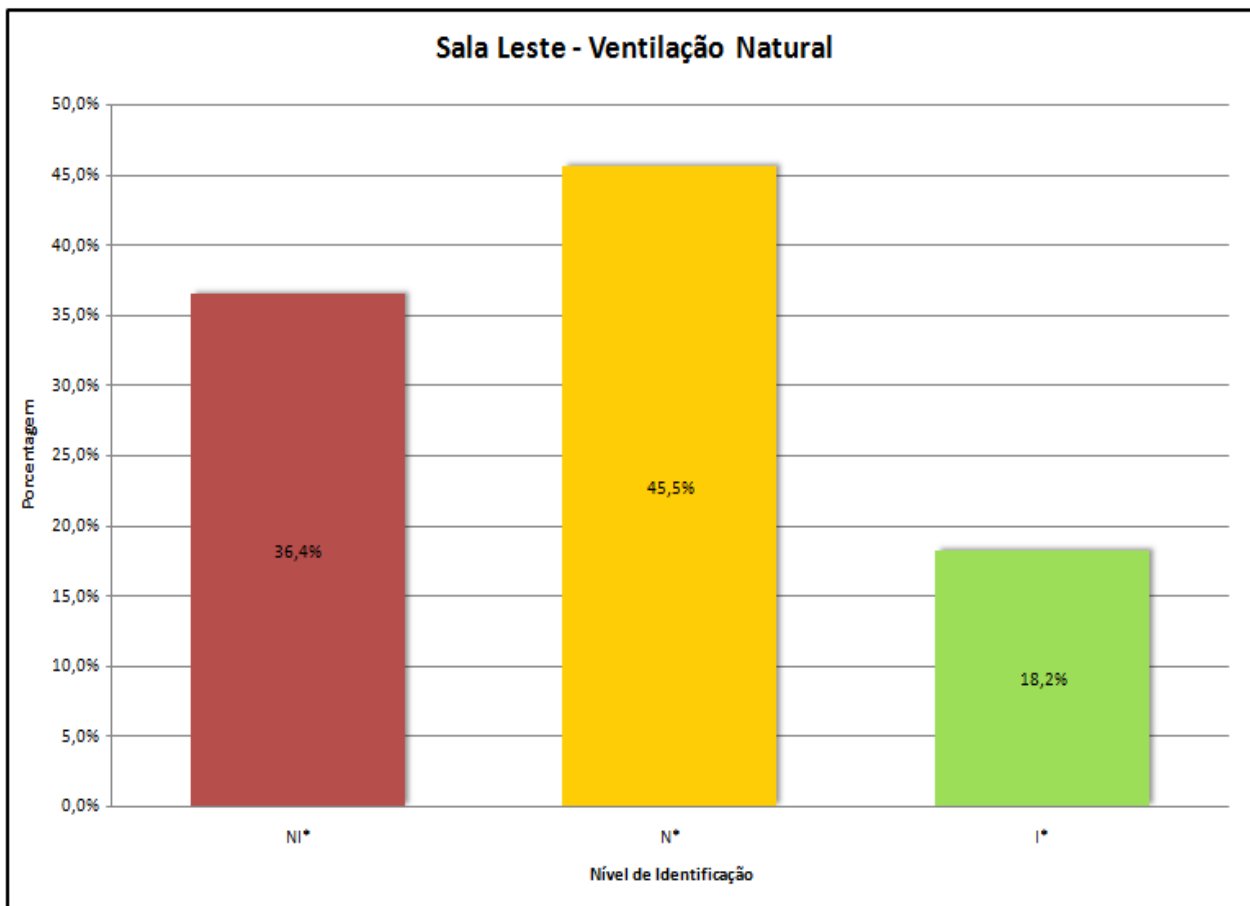
O gráfico mostra que 18,2% dos respondentes identificam-se com esta afirmativa, enquanto 45,5% são indiferentes e 36,4% não se identificam. Com isso, pode-se concluir que a sala não possui ventilação natural suficiente.

Considerando que na cidade de Criciúma os ventos entram com predomínio de NORDESTE, e como segunda predominância de SUDESTE, o uso de brises direcionados de forma a induzir a entrada do vento resolveria o problema de ventilação natural com eficiência, podendo minimizar o uso de ventiladores e/ou ar-condicionado.

Isso nos indica que, assim como nas salas analisadas até o momento, para manter o conforto adequado aos usuários, será suficiente prever aberturas controláveis e localizadas estrategicamente, valorizando o vento predominante da

cidade.

Figura 33 - Sala Leste – Ventilação Natural (representa a questão 9)

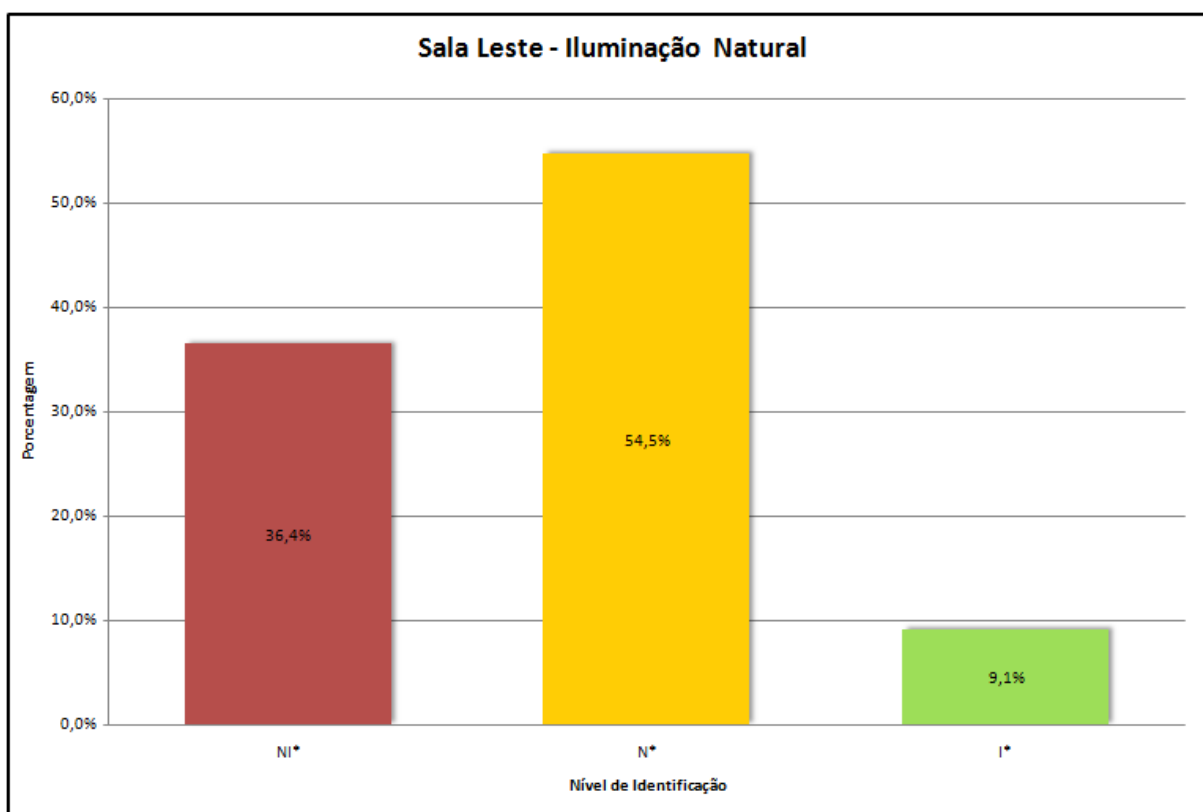


Fonte: Dados da Pesquisadora.

Na questão “[...] *você considera suficiente a iluminação natural em sua sala de aula?*” os resultados das respostas dos alunos seguem como na figura 34.

Pode-se ver no gráfico que 9,1% dos respondentes identificam-se com a questão, enquanto 54,5% são indiferentes e 36,4% não se identificam. Vê-se que a metade da turma sente-se indiferente com relação a esta questão, provavelmente pelo fato de ter sido respondida por alunos da turma da noite. Porém nas figuras 30 e 31 nota-se a necessidade de iluminação artificial, confirmando a resposta dos alunos.

Logo, como a sala não possui iluminação natural suficiente, devem-se realizar estudos que resultem nas ideais estratégias arquitetônicas bioclimáticas que possam ser utilizadas para resolver este caso.

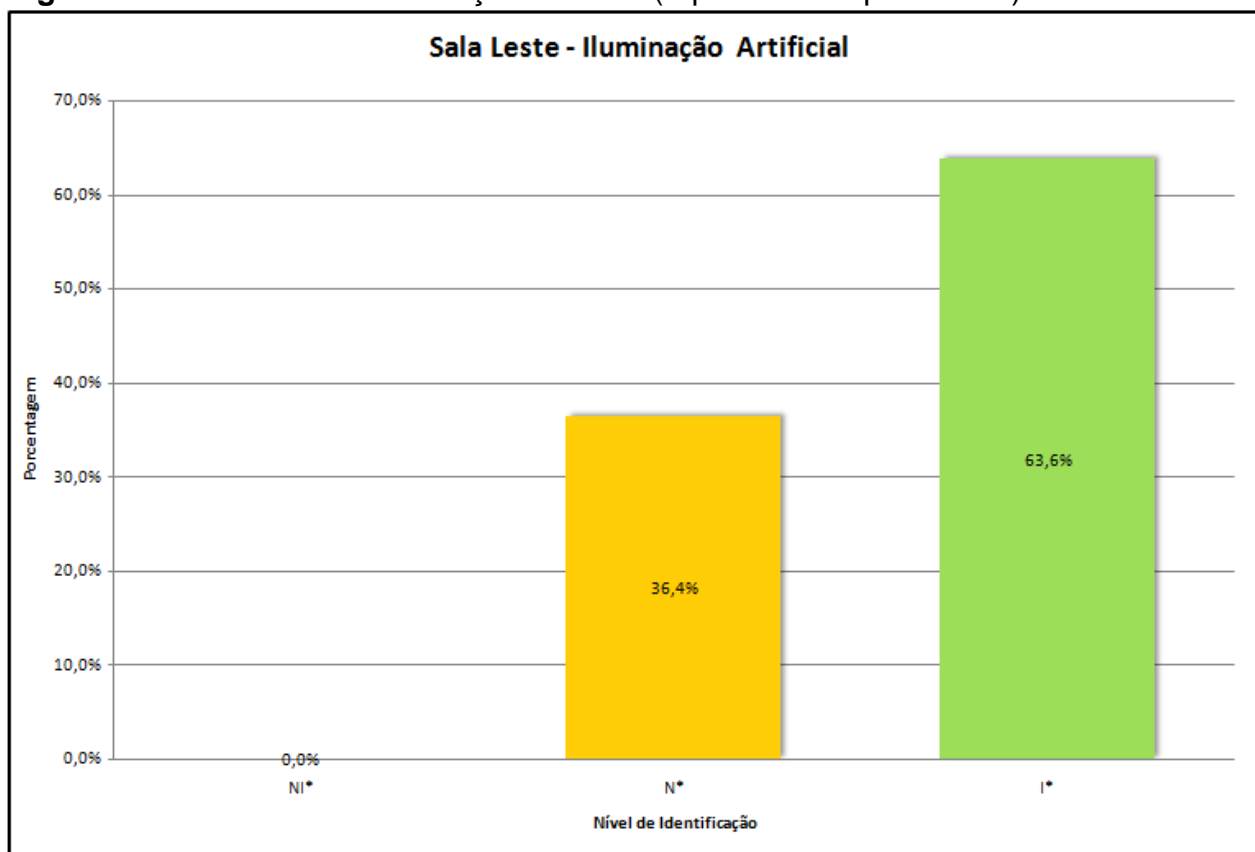
Figura 34 - Sala Leste – Iluminação Natural (representa a questão 10)

Fonte: Dados da Pesquisadora.

Na afirmativa “*Em minha sala de aula se faz necessário o uso de iluminação artificial todos os dias, faça sol ou faça chuva*”, pode-se ver por meio da figura 35, que 63,3% dos usuários identificam-se com esta afirmativa, enquanto 36,4% são indiferentes e 0,0% não se identificam. Com isso, pode-se concretizar o que foi concluído anteriormente: a sala necessita de iluminação artificial.

Vale ressaltar que esta resposta teve influência, pois os alunos que responderam este questionário pertencem ao período noturno, porém por meio das figuras 30 e 31, pode-se observar que ainda assim durante o dia realmente se faz necessário o uso de iluminação artificial.

Neste momento pode surgir a seguinte pergunta: e as cortinas? Não estão interferindo na entrada de luz natural? E a resposta seria: sim, estão interferindo. Mas ainda assim a sala tem 8,50m de largura e a luz das janelas não são suficientes para manter a sala com uma luz natural homogênea.

Figura 35 - Sala Leste – Iluminação Artificial (representa a questão 11)

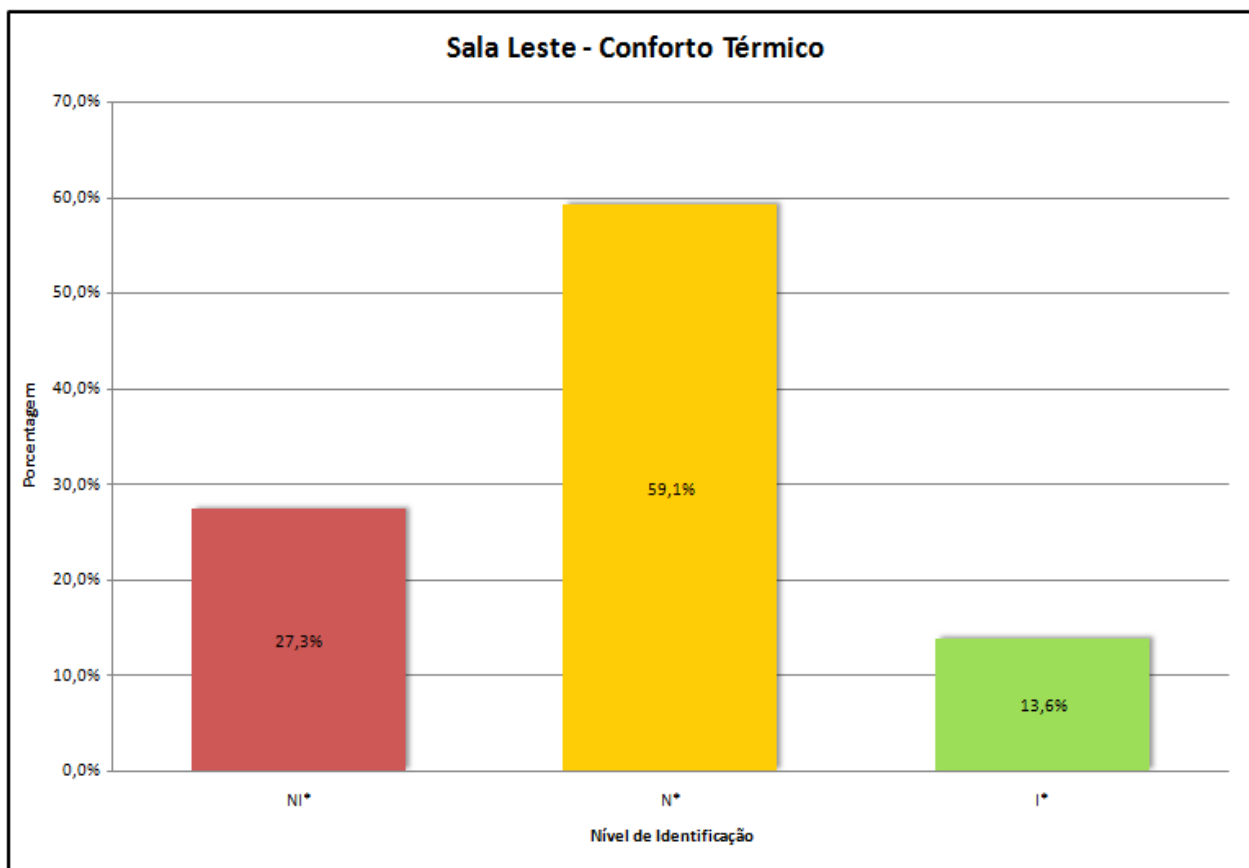
Fonte: Dados da Pesquisadora.

Com relação às afirmativas “[...] há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias quentes?” e “[...] há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias frios”, pode-se analisar na figura 36, que 13,6% dos respondentes identificam-se com as afirmativas, enquanto 59,1% são indiferentes e 27,3% não se identificam.

Por meio do gráfico vê-se que a maioria ficou neutra em relação a estas questões, pois estudam a noite e não tem como ver se há ou não incidência solar. Porém, por se tratar de uma sala com janelas viradas para a orientação leste, podemos deduzir que pelo menos no período da manhã há incidência solar, mantendo o ambiente temporariamente confortável. A parede que está localizada no lado oeste é uma parede com janelas mais no alto, podendo-se prever que há incidência solar também no período da tarde, porém mais moderada.

Para que o período de conforto se prolongue, podem ser utilizadas estratégias de isolamento térmico que possam manter o ambiente mais tempo confortável.

Figura 36 - Sala Leste – Conforto Térmico (representa as questões 12 e 13)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

E por fim nas questões “*Em sua opinião há muita incidência solar em sua sala de aula causando o ofuscamento dos olhos ao fazer leituras e/ou ao visualizar o quadro? [...]*” e “*A harmonia das cores das paredes, teto, chão e carteira em sua sala de aula são confortáveis aos seus olhos?*”, os resultados das respostas dos alunos desta sala seguem como na figura 37.

O gráfico mostra que 27,3% dos respondentes identificam-se com estas questões, enquanto 40,9% são indiferentes e 31,8% não se identificam.

Este gráfico não possui uma veracidade, pois ao olhar as respostas separadamente, conforme tabela no (ANEXO-A), a questão de número 14, referente ao ofuscamento, diz que 45,5% dos alunos não se identificam, ou seja, não há incidência solar demasiada.

Enquanto isso, na questão das cores, 45,5% se identificam com a questão e 18,2% não se identificam, mostrando que há harmonia de cores na sala de aula.

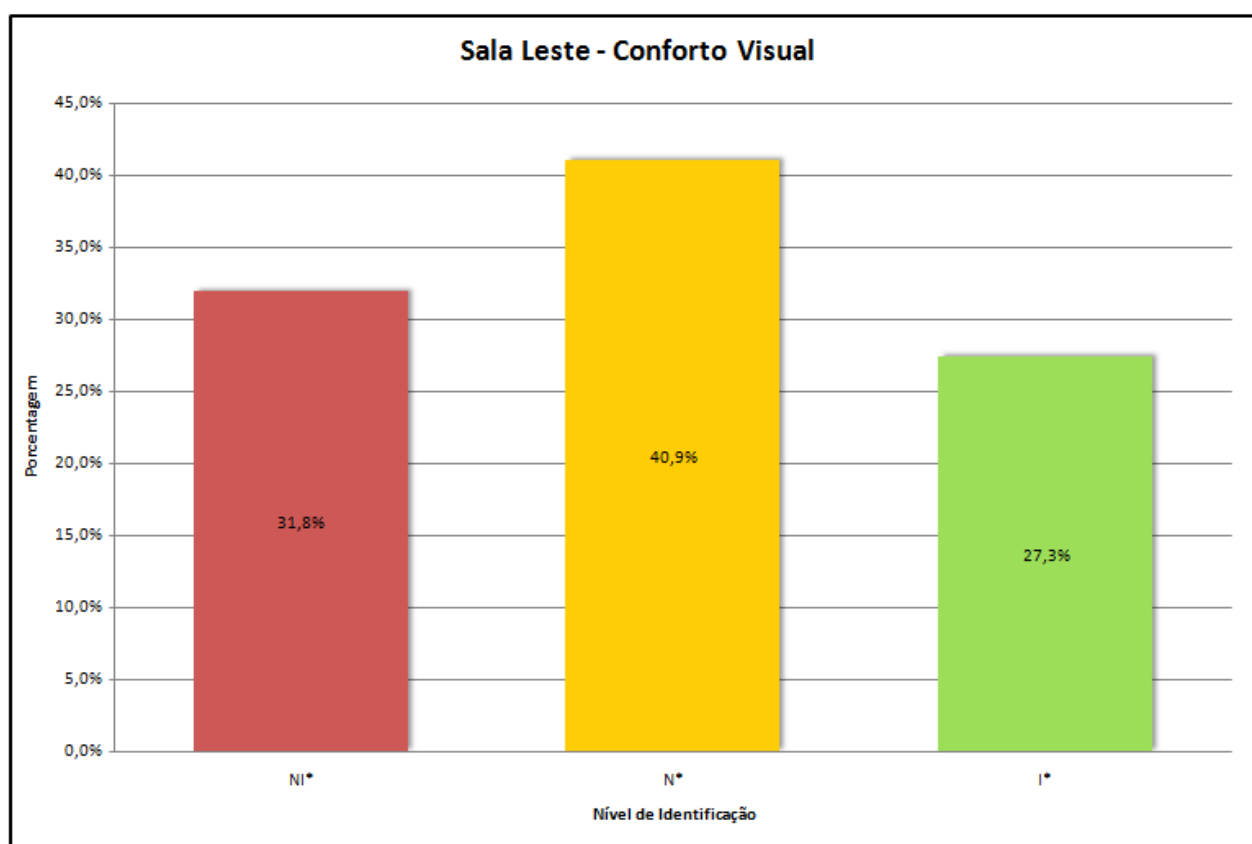
Se o gráfico fosse analisado por si só, o resultado seria que não há

incidência solar demasiada e não há harmonia nas cores da sala de aula.

Podemos observar nas figuras 30 e 31 que as cores do chão, das paredes e teto são no mesmo tom, enquanto que as carteiras são um pouco mais escuras, assim como na sala sul.

Sabendo-se que, de acordo com Andrade e Dutra (2006) as cores devem reproduzir aproximadamente o que acontece na natureza exterior, este ambiente não está confortável aos olhos, contradizendo o que os alunos sentem.

Figura 37 - Sala Leste – Conforto Visual (representa as questões 14 e 15)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

4.1.4 Sala Oeste

A sala oeste sorteada na verdade é uma sala virada para leste também, pois a UNESC não possui uma sala virada somente para oeste, logo, se repetirá esta orientação com o intuito de apresentar duas salas em situações diferentes.

Esta sala é também um mini-auditório e possui dimensões de 7,10 x 12,00m e pé-direito de 2,83m, sendo que 7,10m é a largura da sala e 12,00m a

profundidade.

Figura 38 - Sala representando orientação oeste na UNESC
(Universidade do Extremo Sul Catarinense)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

Figura 39 - Sala representando orientação oeste na UNESC
(Universidade do Extremo Sul Catarinense)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

Também foi realizado para esta sala que também se trata de um mini-auditório, um levantamento representado por gráficos, que mostram a porcentagem de alunos que não se identificaram com a afirmativa da questão (NI*), ficaram neutros (N*) e se identificaram totalmente com a afirmativa da questão (I*). Estas respostas foram mensuradas em uma escala de 1 a 7, conforme questionário (apêndice A).

Em relação às afirmativas “*Os ruídos externos interferem na acústica de uma sala [...]*”, “*o uso de ventilador e/ou ar-condicionado atrapalha a apresentação de seu professor*” e “*Em sua sala há boa inteligibilidade*”, os resultados das respostas dos alunos desta sala seguem como na figura 40.

O gráfico mostra que 30,3% dos respondentes identificam-se com estas afirmativas, enquanto 63,6% são indiferentes e apenas 6,1% não se identificam.

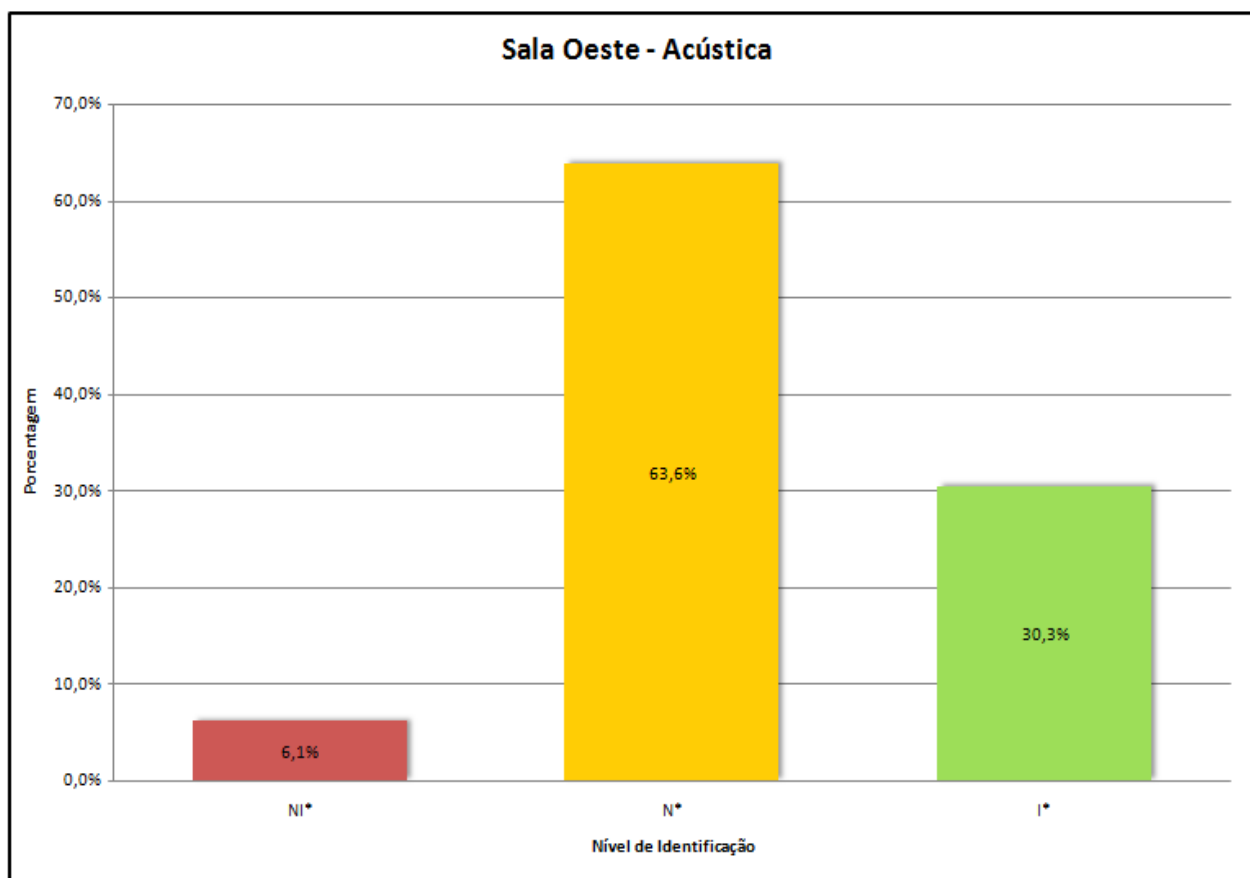
Olhando a figura 38 e 39 nota-se que esta sala não possui ventilador. Pode-se concluir que a fonte indesejável de ruído interno provavelmente é gerada pelo ar-condicionado e deveria ser trocado por outro sistema de ventilação, primeiramente natural, através de técnicas bioclimáticas e, em seguida, artificial, como o ar condicionado do tipo *split*, que além de ser mais silencioso, também é mais econômico.

Além do ar-condicionado, outro ruído indesejável que pode ser evitado por meio de estratégias arquitetônicas bioclimáticas seria a conversa paralela na circulação do lado externo nos intervalos fora de hora, assim como barulho proveniente da quadra de esportes que fica logo ao lado deste bloco.

Vale lembrar que o ambiente é amplo e os usuários que ficam mais nos fundos podem ser prejudicados pela distância entre o locutor e o ouvinte.

Esta sala, por ser utilizada também como um mini-auditório, sofre sérios problemas de acústica, de maneira que é imprescindível encontrar soluções naturais através de técnicas bioclimáticas, que possam resolver esta situação.

Figura 40 - Sala Oeste – Acústica (representa as questões 6, 7 e 8)

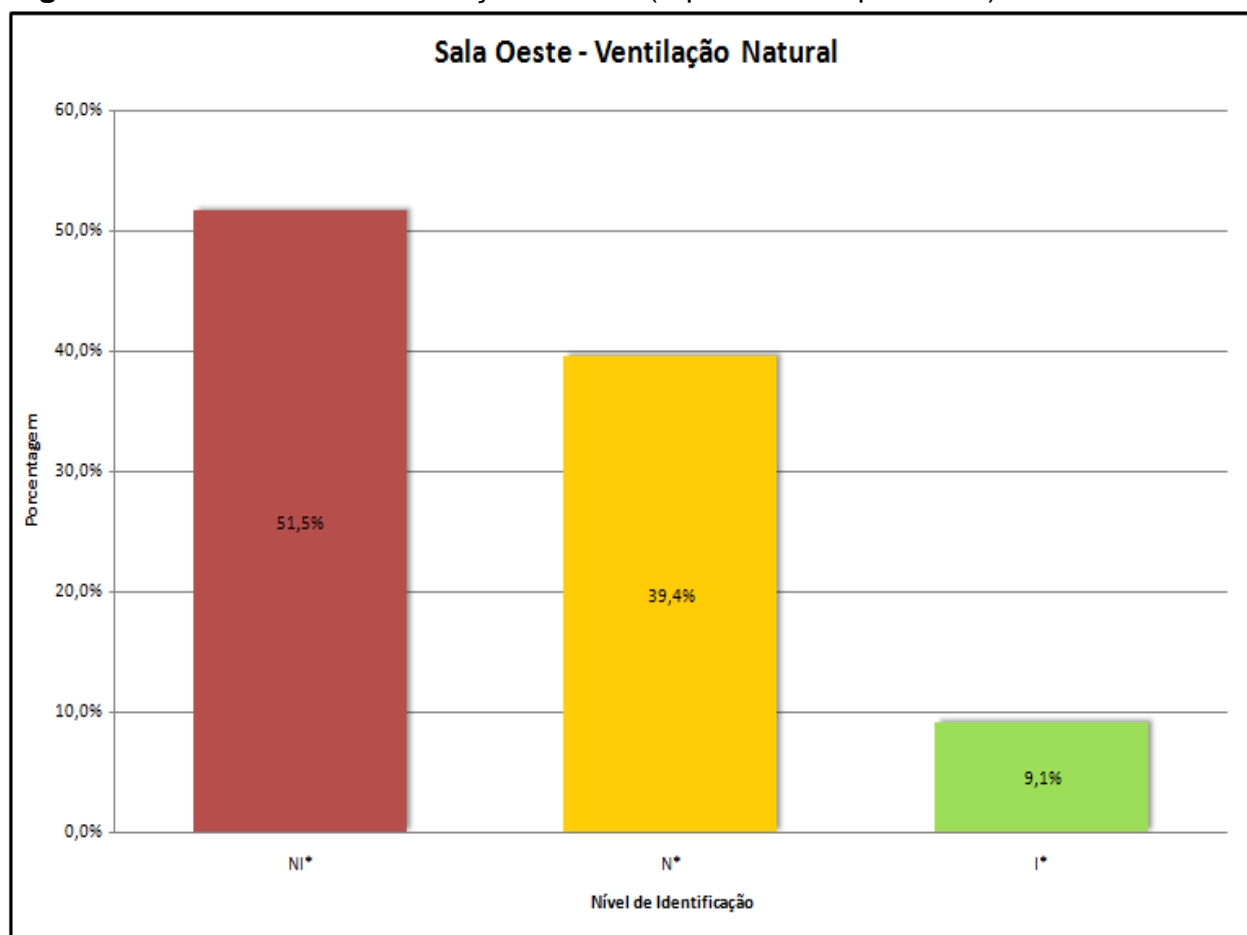


Fonte: Dados da Pesquisadora.

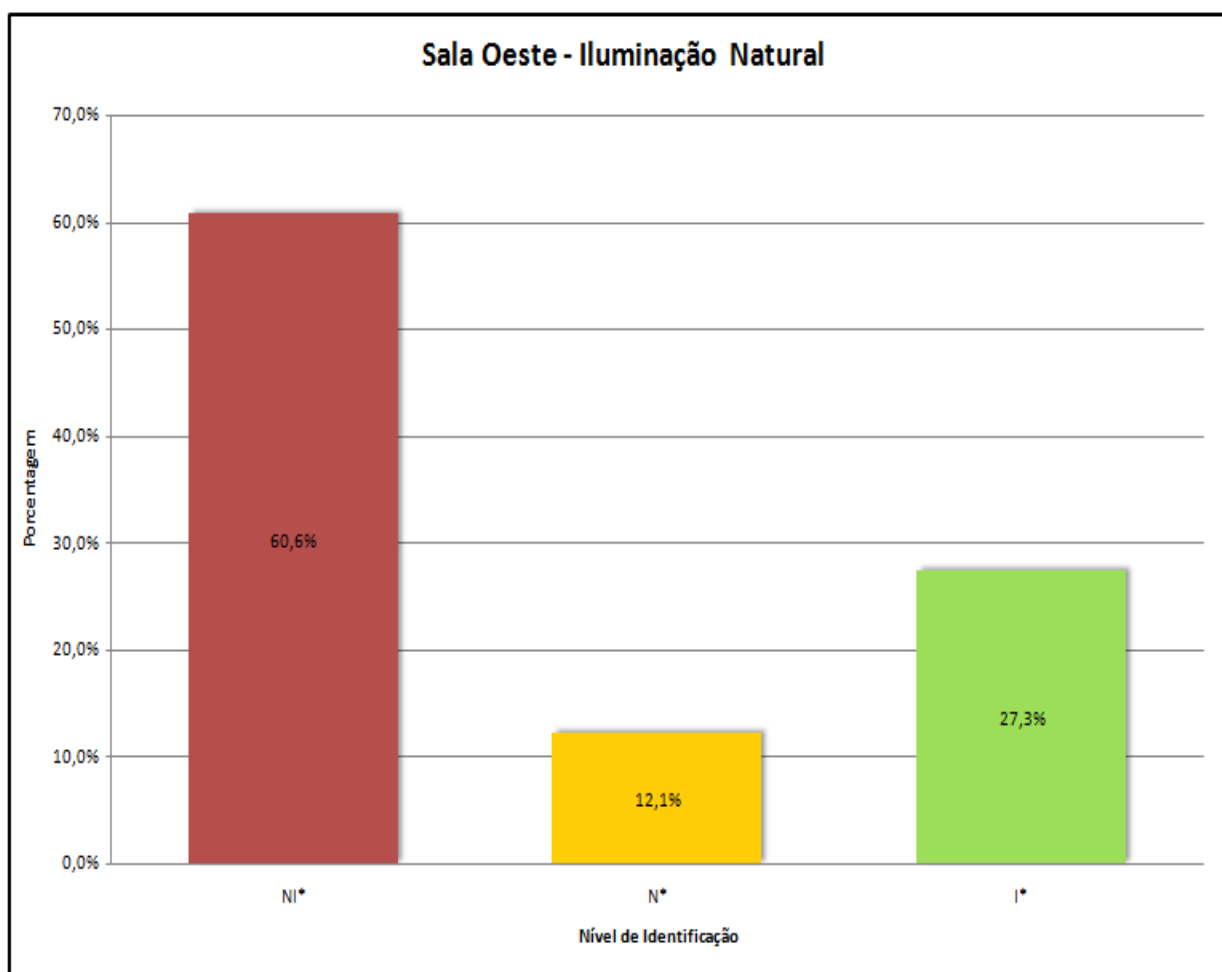
Em relação à afirmativa “*Há ventilação natural suficiente se fazendo desnecessário o uso de equipamentos que gerem ruídos para adquirir o conforto térmico adequado*”, os resultados das respostas dos alunos nesta sala seguem como na figura 41.

O gráfico mostra que 9,1% dos respondentes identificam-se com esta afirmativa, enquanto 39,4% são indiferentes e 51,5% não se identificam. Com isso, pode-se concluir que a sala não possui ventilação natural suficiente.

Isso nos indica que, assim como nas salas analisadas até o momento, para manter o conforto adequado aos usuários, é indispensável prever aberturas controláveis e localizadas estrategicamente para gerar ventilação cruzada, aproveitando o vento predominante da cidade. Conseqüentemente ao resolver este problema, o uso de ar-condicionado irá diminuir.

Figura 41 - Sala Oeste – Ventilação Natural (representa a questão 9)

Fonte: Dados da Pesquisadora.

Figura 42 - Sala Oeste – Iluminação Natural (representa a questão 10)

Fonte: Dados da Pesquisadora.

Na questão “[...] *você considera suficiente a iluminação natural em sua sala de aula?*” os resultados das respostas dos alunos seguem como na figura 42.

Observa-se no gráfico que 27,3% dos respondentes identificam-se com a questão, enquanto 12,1% são indiferentes e 60,6% não se identificam. Vê-se que a maioria da turma não se identifica com relação a esta questão, provavelmente pelo fato de ter sido respondida por alunos do período noturno. Porém nas figuras 38 e 39 nota-se a necessidade de iluminação artificial, confirmando a resposta dos alunos.

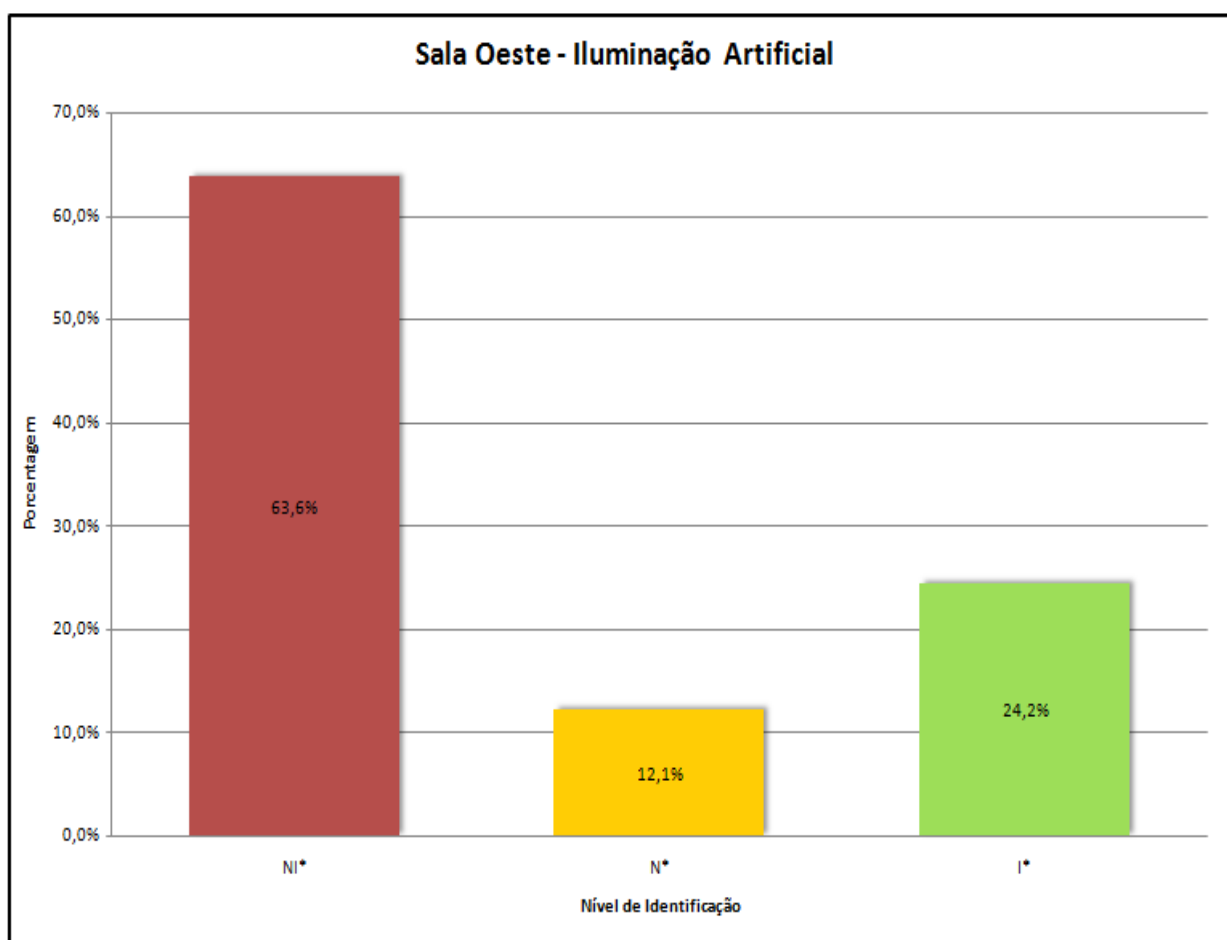
Logo, como a sala não possui iluminação natural suficiente, devem-se realizar estudos que resultem nas ideais estratégias arquitetônicas bioclimáticas que possam ser utilizadas para resolver este caso, como por exemplo o aumento do número de janelas.

Na afirmativa “*Em minha sala de aula se faz necessário o uso de*

iluminação artificial todos os dias, faça sol ou faça chuva”, pode-se ver por meio da figura 43, que 24,2% dos usuários identificam-se com esta afirmativa, enquanto 12,1% são indiferentes e 63,6% não se identificam. Com isso, pode-se concretizar o que foi concluído anteriormente: a sala necessita de iluminação artificial.

Vale ressaltar que esta resposta teve influência, pois os alunos que responderam este questionário pertencem ao período noturno, porém por meio das figuras 38 e 39, pode-se observar que ainda assim durante o dia realmente se faz necessário o uso de iluminação artificial.

Figura 43 - Sala Oeste – Iluminação Artificial (representa a questão 11)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

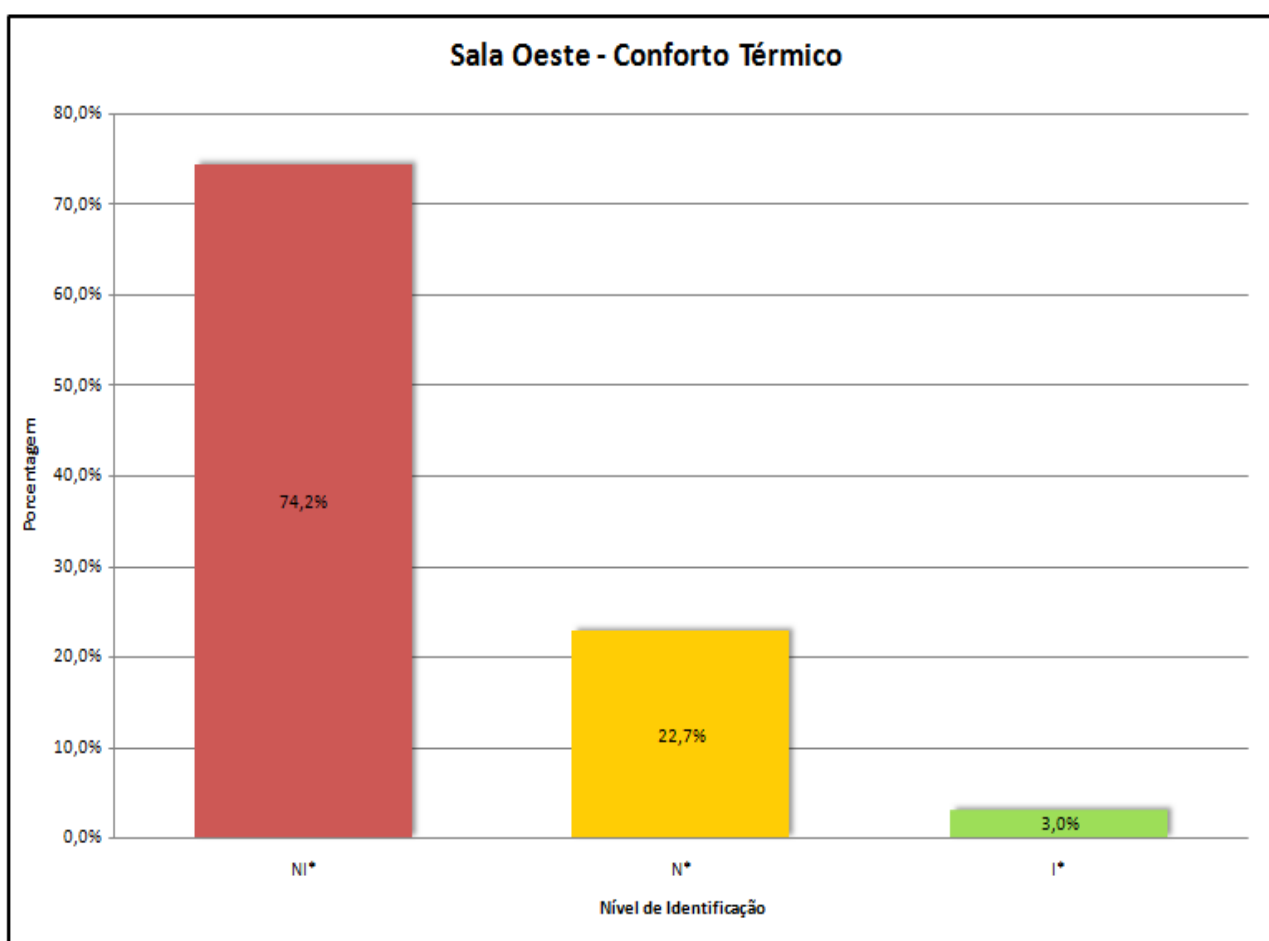
Com relação às afirmativas “[...] *há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias quentes?*” e “[...] *há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias frios?*”, pode-se analisar na figura 44, que 3,0% dos respondentes identificam-se com as

afirmativas, enquanto 22,7% são indiferentes e 74,2% não se identificam.

Por meio do gráfico vê-se que a maioria não se identifica em relação a estas questões, provavelmente pelo fato de estudarem a noite e não terem como ver se há ou não incidência solar. Porém, por se tratar de uma sala com janelas viradas para a orientação leste, podemos deduzir que pelo menos no período da manhã há incidência solar, mantendo o ambiente temporariamente confortável. A parede que está localizada no lado oeste é uma parede “cega”, ou seja, não possui janelas, podendo-se prever que não há incidência solar no período da tarde.

Para que o período de conforto se prolongue, podem ser utilizadas estratégias de isolamento térmico que possam manter o ambiente mais tempo confortável, assim como na sala considerada como sala leste.

Figura 44 - Sala Oeste Conforto Térmico (representa as questões 12 e 13)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

E por fim nas questões “*Em sua opinião há muita incidência solar em sua sala de aula causando o ofuscamento dos olhos ao fazer leituras e/ou ao visualizar o quadro? [...]*” e “*A harmonia das cores das paredes, teto, chão e carteira em sua sala de aula são confortáveis aos seus olhos?*”, os resultados das respostas dos alunos desta sala seguem como na figura 45.

O gráfico mostra que 25,8% dos respondentes identificam-se com estas questões, enquanto 21,2% são indiferentes e 53,0% não se identificam.

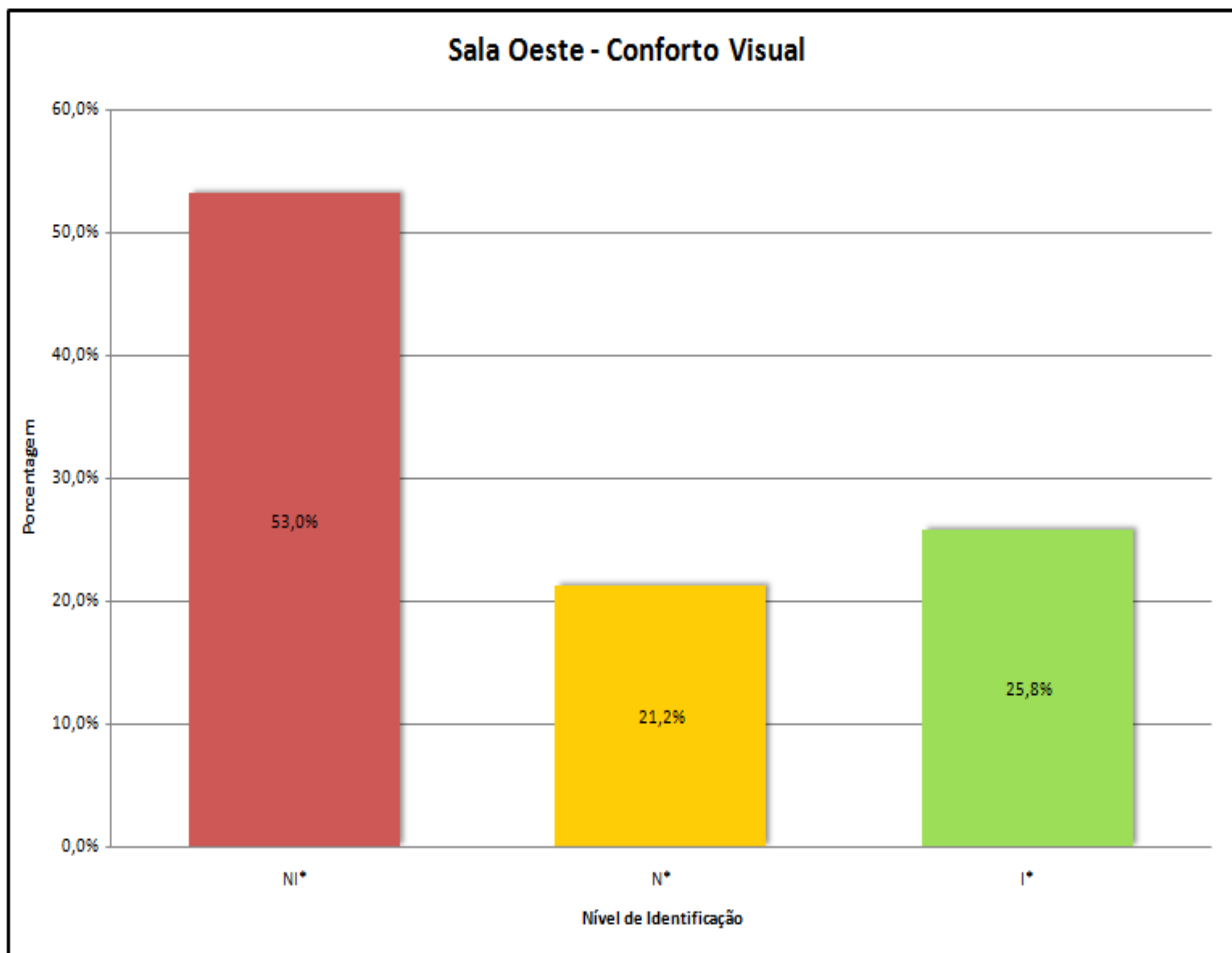
Este gráfico não possui uma veracidade, pois ao olhar as respostas separadamente, conforme tabela no (ANEXO - A), a questão de número 14, referente ao ofuscamento, diz que 90% dos alunos não se identificam, ou seja, não há incidência solar demasiada.

Enquanto isso, na questão das cores, 51,5% se identificam com a questão e 15,2% não se identificam, mostrando que há harmonia de cores na sala de aula.

Se o gráfico fosse analisado por si só, o resultado seria que não há incidência solar demasiada e não há harmonia nas cores da sala de aula.

Pode-se observar nas figuras 38 e 39 que a cor do chão é um pouco mais escura que a cor das paredes e as carteiras são um pouco mais claras que as cores do chão. Sabendo-se que, de acordo com Andrade e Dutra (2006) as cores devem reproduzir aproximadamente o que acontece na natureza exterior, este ambiente está confortável aos olhos, confirmando o que os alunos sentem.

Figura 45 - Sala Oeste Conforto Visual (representa questões 14 e 15)



Fonte: Dados da Pesquisadora.

4.2 RESUMO DA ANÁLISE DOS GRÁFICOS

A Tabela 4.1 representa um resumo da análise dos gráficos levantados a partir da pesquisa de campo.

Pode-se notar que em todas as salas de aula há deficiência na acústica, onde o professor não consegue ser ouvido com clareza por interferência de outros ruídos ou até mesmo pelo dimensionamento da sala.

A ventilação natural também não é eficiente em quase todas as salas, com exceção da Sala Sul que possui ventilação natural pelo menos no período de inverno, pois não pode-se deixar de considerar que no verão o clima é muito mais quente, podendo não haver ventilação natural suficiente.

Nenhuma das salas tem iluminação natural suficiente, fazendo-se necessário a utilização de iluminação artificial em todas as horas do dia, o que

acarreta no uso demasiado de energia elétrica, não contribuindo com o meio ambiente.

Segundo as pesquisas, a sala sul e sala leste possuem conforto térmico, porém o ideal para se ter uma resposta mais exata, seria realizar esta mesma pesquisa também no período de verão, pois deve-se levar em consideração que o clima desta região altera bastante entre as estações, como já mencionado no parágrafo que fala da ventilação natural .

A análise do conforto visual também ficou defasada pelo fato da maior parte das pesquisas terem sido feitas no período da noite, influenciando na resposta dos alunos.

O que auxiliou para a realização de uma pesquisa mais avançada em todos os itens estudados, foi a utilização de fotos retiradas das salas avaliadas, pois estas facilitaram na visualização de alguns elementos importantes para a análise final.

Tabela 1 - Resumo da análise dos gráficos

	Acústica	Ventilação Natural	Iluminação Natural	Iluminação Artificial	Conforto Térmico	Conforto Visual
Norte	Falta de tratamento acústico	Não possui	Não Possui	Há necessidade	Não Possui	Possui
Sul	Falta de tratamento acústico	Possui	Não Possui	Há necessidade	Possui	Não Possui
Leste	Falta de tratamento acústico	Não Possui	Não Possui	Há necessidade	Possui	Não Possui
Oeste	Falta de tratamento acústico	Não Possui	Não Possui	Há necessidade	Não Possui	Possui

Fonte: Dados da Pesquisadora.

5 ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA A CIDADE DE CRICIÚMA

Observando a análise dos gráficos acima, nota-se que todas as salas precisariam sofrer alterações para resolver o problema de conforto térmico, acústico e/ou visual.

Conforme Marcio Sônego, da EPAGRI - Estação Experimental de Urussanga, podem ser usados os dados da Estação Climatológica de Urussanga, já que em Criciúma não existe estação meteorológica em operação constante.

Através das normais climatológicas, foi possível construir uma carta bioclimática utilizando o programa ANALYSIS BIO. Esta carta relaciona a temperatura e a umidade relativa do ar para a cidade de Criciúma e nos permite visualizar a distribuição dos dados climáticos ao longo do ano, fornecendo um relatório com a porcentagem de conforto e desconforto térmico e de cada estratégia bioclimática para poder adaptá-la à edificação conforme o clima local.

Na carta bioclimática de Givoni, existem doze zonas bioclimáticas, e apenas sete destas englobam os dados climáticos de Criciúma.

Conforme o relatório gerado pela programa ANALYSIS BIO, o conforto térmico é presente em 46,89% das horas do ano, e o desconforto em 53,11% das horas do ano. Em 54,15% das horas do ano a temperatura se encontra acima de 20°C, portanto é recomendável, conforme a carta bioclimática, que a estratégia de sombreamento seja utilizada juntamente com as estratégias de ventilação, massa para resfriamento ou resfriamento evaporativo, que estão inseridas entre as estratégias de desconforto térmico por calor.

Para adquirir a porcentagem de sombreamento é necessário somar o comprimento de todas as linhas referentes a cada mês do ano (12 no total), (ver figura 46), e igualar a 100% das horas do ano, depois deve ser somado o comprimento acima de 20°C de todos estes mesmos trechos de linhas, onde o resultado da relação entre a primeira e a segunda soma será igual ao percentual de horas do ano em que o sombreamento será desejável.

Através desta análise serão consideradas, com o objetivo de obter o conforto térmico desta proposta, as seguintes estratégias em vermelho na tabela 5:

- ✓ **Aquecimento solar com Massa térmica:** necessário em todos os meses do ano, tendo em média 2378,78 horas do ano.
- ✓ **Aquecimento solar passivo:** possui em média 870,96 das horas do

ano, sendo que será necessário utilizá-la entre os meses de maio a outubro com variação de 3,31 % a 27,13% de horas por mês.

- ✓ **Ventilação:** importantíssima para o último e os três primeiros meses do ano, que se tratam dos meses mais quentes. Neste período (dezembro, janeiro, fevereiro e março) há uma variação de 10,69% a 32,49% das horas mensais, e sua média anual é de 169,73 das horas do ano.
- ✓ **Ventilação/ Massa/ Resfriamento Evaporativo:** compreendem também os meses mais quentes do ano (dezembro, janeiro, fevereiro e março), com variação de 11,76% a 24,47% das horas mensais e 5,93% das horas do ano.
- ✓ **Sombreamento:** necessário em todos os meses do ano com variação de 21,66% a 86,64% de horas mensais, sendo que nos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março a necessidade de sombreamento intensifica-se. Possui 51,15% das horas do ano.

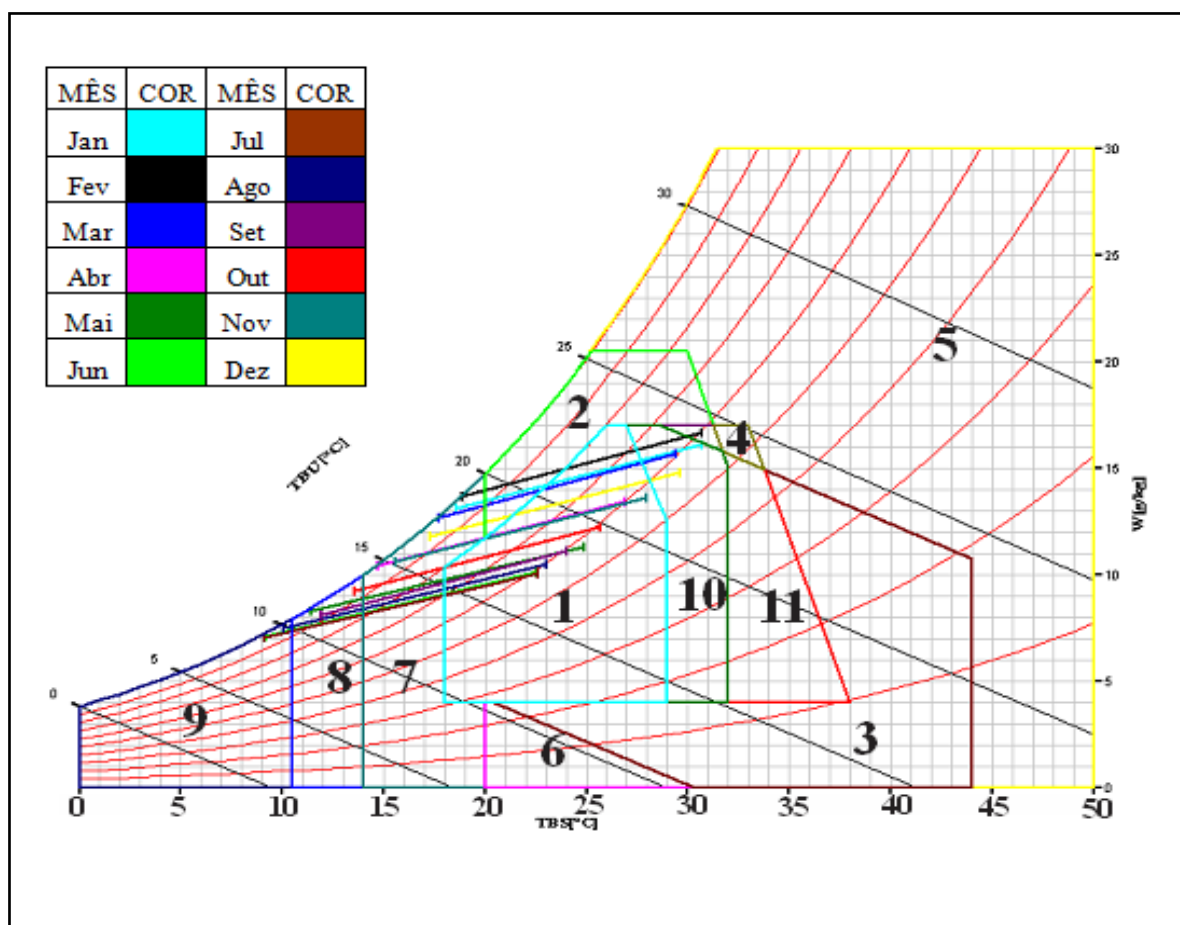
Tabela 2 – Relatório

RELATÓRIO									
ESTRATÉGIAS (%)									
MÊS	CONFORTO	DESCONFORTO						SOMBRA APOS 20°C	
		FRIO			QUENTE				
		MASSA TÉRMICA / AQUECIM. SOLAR	AQUECIM. SOLAR PASSIVO	AQUECIM. ARTIF.	VENT.	VENT. / MASSA	VENT. / MASSA / REF. EVAP.		
Jan	38,95	11,57				25,01		24,47	84,48
Fev	31,25	9,33				32,49	5,82	21,12	86,64
Mar	42,80	19,66				23,74		13,80	77,98
Abr	57,35	42,66							54,15
Mai	51,11	29,63	19,26						38,99
Jun	33,83	30,07	26,32	9,78					21,66
Jul	34,07	29,63	25,93	10,37					21,66
Ago	38,76	31,01	27,13	3,10					41,16
Set	49,58	33,06	17,36						32,49
Out	63,63	33,06	3,31						47,65
Nov	65,75	34,25							64,98
Dez	55,60	21,93				10,69		11,76	77,98
MÉDIA ANUAL	46,89	27,16	9,94	1,94	7,66	0,49	5,93	54,15	Total
	46,89	53,11						54,15	100%

Nº DE HORAS POR ANO	4107,56	2378,78	870,96	169,73	671,09	42,49	519,40	4743,69	8760h
----------------------------	---------	---------	--------	--------	--------	-------	--------	---------	--------------

Fonte: Thomé 2006.

Figura 46 - Carta Bioclimática para Criciúma – Programa Analysis Bio



Fonte: Thomé 2006.

Tabela 3 - Legenda das zonas da Carta Bioclimática para Criciúma.

ZONAS	
1. Conforto	7. Massa Térmica/ Aquecimento Solar
2. Ventilação	8. Aquecimento Solar Passivo
3. Resfriamento Evaporativo	9. Aquecimento Artificial
4. Massa Térmica p/ Resfriamento	10. Vent./Massa/Resf. Evap.
5. Ar Condicionado	11. Massa/ Resf. Evap.
6. Umidificação	

Fonte: Thomé 2006.

6 CONCLUSÃO

É evidente no mundo atual a importância de um ambiente confortável para o desempenho físico e mental do ser humano.

Através da escola os cidadãos adquirem conhecimentos durante anos de sua vida, preparando-se para sobreviver na sociedade de forma cultural, profissional e social.

Nas edificações escolares, esta questão é bastante questionada, afinal, quando um ambiente escolar é comprometido, implica na qualidade de ensino dos alunos.

O estudo sobre a arquitetura escolar demonstra quantas modificações as escolas vêm sofrendo por todos estes anos, sempre procurando por melhorias, mas sem obter uma identidade.

Este trabalho teve por objetivo embasar a elaboração de salas de aula com tratamento térmico, acústico e de iluminação, beneficiando o processo de ensino-aprendizagem de seus usuários.

Primeiramente foi apresentada uma fundamentação teórica explicando os processos existentes para gerar conforto com a utilização de estratégias bioclimáticas arquitetônicas.

Atualmente é indispensável o uso de estratégias que propiciem um melhor desempenho as edificações. Portanto, ao elaborar um projeto, deve-se analisar previamente todos os condicionantes que implicam no funcionamento do mesmo. Por exemplo, dados climáticos, orientação solar, ventos predominantes, o entorno da edificação, acessibilidade, entre outros. Depois de analisados todos estes dados, deverão ser escolhidos os materiais, as estratégias bioclimáticas que resultarão no conforto térmico, visual e acústico dos usuários.

A própria forma volumétrica é uma estratégia que pode poupar ou beneficiar a insolação, iluminação e ventilação dos ambientes.

Após a apresentação das diversas estratégias bioclimáticas existentes e um breve histórico da arquitetura escolar, foi realizada uma pesquisa envolvendo quatro salas de aula da UNESC (Universidade do Extremo Sul Catarinense), onde cada sala representava um ponto cardeal.

Essa pesquisa teve por principal objetivo mostrar os pontos positivos e negativos de cada ambiente e quais as necessidades de conforto ambiental,

indicando os problemas que devem ser evitados e os que devem ser tratados.

Constatou-se que há deficiência na acústica de todas as salas de aula, se fazendo necessária a intervenção de estratégias que promovam a solução desta questão. Considerando que um problema acaba gerando outro, ficou claro quanto a insuficiência de ventilação natural, iluminação natural e artificial, conforto térmico e visual de praticamente todas as salas de aula.

Como mencionado no início deste trabalho, a ineficácia de todos estes elementos acabam influenciando muito no aprendizado dos alunos. Em uma universidade muitos discentes trabalham o dia todo, chegam as suas salas, cansados e com fome, mas ao mesmo tempo com vontade de aprender. Os docentes devem ter competências e habilidades diversas, e ao mesmo tempo devem estar atentos as necessidades dos alunos.

Na maioria das vezes, eles estão tão preocupados em ensinar e deduzir o que os alunos precisam, que não se dão conta que a verdadeira razão pela qual sua turma está se dispersando e perdendo a atenção, é a falta de conforto dentro da sala de aula. Logo, é preciso deixar evidente a extrema importância da resolução destes problemas, por meio de estratégias adequadas e eficientes de acordo com o clima local.

Uma solução, que pode ser sugerida como continuação deste trabalho, seria desenvolver o pré-dimensionamento necessário para a construção de diferentes módulos de elementos construtivos que possam se adaptar em salas de aula, para resolver as situações apresentadas por meio da pesquisa de campo.

Cada módulo deverá ser elaborado conforme o clima, localização, orientação solar, tipos de materiais, possíveis problemas acústicos e de iluminação, entre outros. Deve ser lembrado que esta monografia apresenta um relatório com a porcentagem de conforto e desconforto térmico onde se destacam as estratégias bioclimática que podem ser utilizadas na cidade de Criciúma, adquirido por meio do programa ANALYSIS BIO. Estes dados podem facilitar no desenvolvimento destes elementos construtivos.

É importante que num futuro próximo as pessoas tomem consciência do quanto é necessário a utilização da arquitetura bioclimática tanto para o ser humano como para a preservação do meio ambiente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10152**. Nível de Ruído para Conforto Acústico. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15215-3** Iluminação Natural Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15215-3** Iluminância de Interiores – Estabelece os níveis de iluminação mínimos necessários em diversas tarefas. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9077**. Saídas de emergência em edifícios. 2001

ABRAMOVAY, Miriam (Coord.) **Escolas inovadoras: experiências bem-sucedidas em escolas públicas**. Brasília: UNESCO, 2004 122 p.

AMORIM, C. N. D. **Desempenho Térmico de Edificações e Simulação Computacional no Contexto da Arquitetura Bioclimática Estudo de Casos na Região de Brasília**. Dissertação apresentada no Curso de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU/UnB) Brasília. 1998.

ANALYSIS-BIO **Programa Analysis-BIO**. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, UFSC, disponível em <http://www.labeee.ufsc.br>. 2006.

ANDRADE, S.F. (1996). **Estudo de Estratégias Bioclimáticas no Clima de Florianópolis**. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação da Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, SC, Florianópolis, SC.

ANDRADE, Suely, DUTRA, Luciano. **Apostila de Sistemas de Controle Ambiental III Conforto térmico**. Disciplina do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

DUTRA, Luciano. **Apostila de Sistemas de Controle Ambiental V Acústica**. Disciplina do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

DUTRA, Luciano. **Apostila de Sistemas de Controle Ambiental IV Iluminação na Arquitetura**. Disciplina do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão. 2006.

EVANS, M. e SCHILLER, S. de. **Diseno Bioambiental y Arquitectura Solar**. Serie Ediciones Previas, Facultad de Arquitectura, Buenos Aires. 1991.

FERREIRA, Avany de Francisco; CORRÊA, Maria Elizabeth Peirão; MELLO, Mirela Geiger de.; **Arquitetura escolar paulista: restauro**. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação. 1998. 253 p.

FIUZA, J. **Edifício bioclimático para hospedagem: estudo aliando técnicas de sustentabilidade, arquitetura bioclimática e automação**. Curso de Arquitetura e Urbanismo, UNISUL, Palhoça, 2005. 37, 38,41 p.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 3. ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999. 243 p.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (SP) **Catálogo de ambientes: especificações da edificação escolar de primeiro grau**. 6. ed. rev. São Paulo: FDE. 1997.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO (SP) **Arquitetura escolar e política educacional: os programas na atual administração do Estado**. São Paulo: FDE. 1998.154 p.

GOULART, S.V.G., LAMBERTS, R., FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. Florianópolis, Núcleo em Pesquisa em Construção/UFSC. 1997.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho Térmico de Edificações**. LabEEE, UFSC, Florianópolis. 2005.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. ProLivros, São Paulo. 2004.

MANACORDA M. A. **História da Educação - da antigüidade aos nossos dias**. Cortez, 5ª edição, São Paulo. 1996.

NR 24 - **Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho**.

NR 8 - **Edificações**.

NUERNBERG, F. A. **Espaço educador de práticas sustentáveis**. Curso de Arquitetura e Urbanismo, UNISUL, Tubarão, 2005. p. 23-24

OLGYAY, V. **Design With Climate. Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism**. Princeton University Press, 4th ed.. Princeton, New Jersey. U. S. A. 1963.

PANERO, Julius; ZELNIK, Martin. **Dimensionamento humano para espaços interiores: um livro de consulta e referência para projetos**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2002. 320 p.

RIVERO, R. **Arquitetura e Clima**. Ed. D. C. Luzzatto Editores Ltda. 1985.

ROMERO, Marta Adriana. **Arquitectura Bioclimatica de los Espacios Públicos**. Tese de Doutorado apresentada à Escuela Tecnica Superior de Arquitectura,

Universidade Politecnica de Cataluna, Barcelona, Espanha. 1993.

SERRA, Rafael, ROURA. (1989). **Clima, lugar y Arquitectura**. IMEAT, Madrid, 395p.

THOMÉ, Caroline. **Escola Pública Bioclimática Modular Infantil**. Curso de Arquitetura e Urbanismo, UNISUL, Tubarão. 2006.

YANNAS, S. **Design of educational buildings: Examples**. Environment & Energy Studies Programme, Architectural Association Graduate School, London, 1994. pp 55-64.

7.1 REFERÊNCIAS SITES

Disponível em: <<http://habitat.aq.upm.es/boletin/>> Acessado em 20/03/2011.

Disponível em:
<<http://www.cori.rei.unicamp.br/BrasilJapao3/Trabalhos2005/Trabalhos%20Completos/Analise%20dos%20impactos%20ambientais%20na%20producao%20de%20energia%20den.pdf>> Acessado em 20/03/2011.

Disponível em:
<http://www.cpa.unicamp.br/portal/modules.php?name=Paginas_Internas&file=agricultura> Acessado em 11/05/2011.

Disponível em:
<<http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/solar/apstenergiasolar.htm>> Acessado em 20/03/2011.

Disponível em:
<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/suely/index/ind_sue.htm> Acessado em 20/03/2011.

Disponível em :
<<http://www.espacoacademico.com.br/029/29cgennari.htm>> Acessado em 01/04/2011.

Disponível em:
<<http://www.mapainterativo.ciasc.gov.br>> Acessado em 23/05/2006.

Disponível em:
<<http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/heb01.htm>> Acessado em 01/04/2011.

Disponível em:
<<http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/heb3.html>> Acessado em 01/04/2011.

Disponível em:
<<http://www.revistasim.com.br/asp/materia.asp?idtexto=16>> Acessado em

20/03/2011.

Disponível em:

<<http://www.unb.br/fau/pesquisa/sustentabilidade/iluminacao/Dissertacao.pdf>.>

Acessado em 20/03/2011.

Disponível em:

<http://www.vitruvius.com.br/drops/drops04_07.asp.> Acessado em 20/03/2011.

Disponível em:

<Laboratório de conforto ambiental. >Acessado em 09/03/2011.

Disponível em:

<www.labeee.ufsc.br.> Acessado em 13/03/2011.

ANEXOS

ANEXO A - Tabela de levantamento do questionário aplicado nas salas sorteadas

Orientação Solar	Sala	Número de aluno	Questão																																			
			Acústica									Ventilação natural			Iluminação Natural			Iluminação Artificial			Conforto Térmico						Conforto Visual											
			6			7			8			9			10			11			12			13			14			15								
			NI*	N*	I*	NI*	N*	I*	NI*	N*	I*	NI*	N*	I*	NI*	N*	I*	NI*	N*	I*	NI*	N*	I*	NI*	N*	I*	NI*	N*	I*	NI*	N*	I*						
Norte	Bloco P - 26	21	0	13	8	3	12	6	1	8	12	6	13	2	4	12	5	3	5	13	6	13	2	6	14	1	8	11	2	0	8	13						
			0,0%	61,9%	38,1%	14,3%	57,1%	28,6%	4,8%	38,1%	57,1%											28,6%	61,9%	9,5%	28,6%	66,7%	4,8%	38,1%	52,4%	9,5%	0,0%	38,1%	61,9%					
			NI*			N*			I*			28,6%	61,9%	9,5%	19,0%	57,1%	23,8%	14,3%	23,8%	61,9%	NI*			N*			I*			NI*			N*			I*		
			6,3%			52,4%			41,3%													28,6%			64,3%			7,1%			19,0%			45,2%			35,7%	
Sul	Bloco I - 3	16	0	10	6	5	6	5	0	9	7	4	7	5	2	8	6	1	4	11	4	10	2	3	12	1	8	6	2	3	10	3						
			0,0%	62,5%	37,5%	31,3%	37,5%	31,3%	0,0%	56,3%	43,8%											25,0%	62,5%	12,5%	18,8%	75,0%	6,3%	50,0%	37,5%	12,5%	18,8%	62,5%	18,8%					
			NI*			N*			I*			25,0%	43,8%	31,3%	12,5%	50,0%	37,5%	6,3%	25,0%	68,8%	NI*			N*			I*			NI*			N*			I*		
			10,4%			52,1%			37,5%													21,9%			68,8%			9,4%			34,4%			50,0%			15,6%	
Leste	Bloco T - 7	11	3	1	7	3	7	1	2	7	2	4	5	2	4	6	1	0	4	7	2	6	3	4	7	0	5	5	1	2	4	5						
			27,3%	9,1%	63,6%	27,3%	63,6%	9,1%	18,2%	63,6%	18,2%											18,2%	54,5%	27,3%	36,4%	63,6%	0,0%	45,5%	45,5%	9,1%	18,2%	36,4%	45,5%					
			NI*			N*			I*			36,4%	45,5%	18,2%	36,4%	54,5%	9,1%	0,0%	36,4%	63,6%	NI*			N*			I*			NI*			N*			I*		
			24,2%			45,5%			30,3%													27,3%			59,1%			13,6%			31,8%			40,9%			27,3%	
Oeste	Complexo Esportivo - 11	33	2	21	10	8	11	14	1	15	17	17	13	3	20	4	9	21	4	8	24	9	0	25	6	2	30	3	0	5	11	17						
			6,1%	63,6%	30,3%	24,2%	33,3%	42,4%	3,0%	45,5%	51,5%											72,7%	27,3%	0,0%	75,8%	18,2%	6,1%	90,9%	9,1%	0,0%	15,2%	33,3%	51,5%					
			NI*			N*			I*			51,5%	39,4%	9,1%	60,6%	12,1%	27,3%	63,6%	12,1%	24,2%	NI*			N*			I*			NI*			N*			I*		
			11,1%			47,5%			41,4%													74,2%			22,7%			3,0%			53,0%			21,2%			25,8%	

ANEXO B - NBR 5413 - Iluminância de Interiores

A Iluminância de interiores é determinada pela NBR 5413.

Tabela 1 - Iluminâncias por classe de tarefas visuais

CLASSE	ILUMINÂNCIA (LUX)	Tipo de atividade
B iluminação geral para área de trabalho	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios

Tabela 2 - Fatores determinantes da iluminância adequada

Características da tarefa e do observador	PESO
	-1
Idade	Inferior a 40 anos
Velocidade e precisão	Sem importância
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%

5.3 Iluminâncias em lux, por tipo de atividade (valores médios em serviço)

5.3.5 Bibliotecas

- sala de leitura..... 300 - 500 - 750
- recinto das estantes..... 200 - 300 - 500
- fichário..... 200 - 300 - 500

5.3.13 Escolas

- salas de aulas.....200 - 300 - 500
- quadros negros.....300 - 500 - 750
- salas de trabalhos manuais200 - 300 - 500
- laboratórios
 - . geral.....150 - 200 - 300
 - . local.....300 - 500 - 750
- anfiteatros e auditórios:

. platéia.....	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 e atividades semelhantes.....	300 - 500 - 750
- artes culinárias.....	150 - 200 - 300

ANEXO C - NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos

Com preocupação em dar melhores condições de acessibilidade aos portadores de deficiência física, serão seguidas as seguintes normas:

8.6 Escolas

8.6.1 A entrada de alunos deve estar, preferencialmente, localizada na via de menor fluxo de tráfego de veículos.

8.6.2 Deve existir pelo menos uma rota acessível interligando o acesso de alunos às áreas administrativas de prática esportiva, de recreação, de alimentação, salas de aula, laboratórios, bibliotecas, centros de leitura e demais ambientes pedagógicos. Todos estes ambientes devem ser acessíveis.

8.6.3 Em complexos educacionais e campi universitários, quando existirem equipamentos complementares como piscinas, livrarias, centros acadêmicos, locais de culto, locais de exposições, praças, locais de hospedagem, ambulatórios, bancos e outros, estes devem ser acessíveis.

8.6.4 Pelo menos 5% dos sanitários, com no mínimo um sanitário para cada sexo, de uso dos alunos devem ser acessíveis, conforme seção 7. Recomenda-se, além disso, que pelo menos outros 10% sejam adaptáveis para acessibilidade.

8.6.5 Pelo menos 5% dos sanitários, com no mínimo um sanitário para cada sexo, de uso de funcionários e professores, devem ser acessíveis, conforme seção 7. Recomenda-se, além disso, que pelo menos outros 10% sejam adaptáveis para acessibilidade.

8.6.6 Todos os elementos do mobiliário interno devem ser acessíveis, garantindo-se as áreas de aproximação e manobra e as faixas de alcance manual, visual e auditivo, conforme seções 4 e 9.

8.6.7 Nas salas de aula, quando houver mesas individuais para alunos, pelo menos 1% do total de mesas, com no mínimo uma para cada duas salas de aula, deve ser acessível a P.C.R. Quando forem utilizadas cadeiras do tipo universitário (com prancheta acoplada), devem ser disponibilizadas mesas acessíveis a P.C.R. na proporção de pelo menos 1% do total de cadeiras, com no mínimo uma para cada duas salas, conforme 9.3.

8.6.8 As lousas devem ser acessíveis e instaladas a uma altura inferior máxima de 0,90 m do piso. Deve ser garantida a área de aproximação lateral e manobra da cadeira de rodas, conforme 4.3 e 4.5.

8.6.9 Todos os elementos do mobiliário urbano da edificação como bebedouros, guichês e balcões de atendimento, bancos de alvenaria, entre outros, devem ser acessíveis, conforme seção 9.

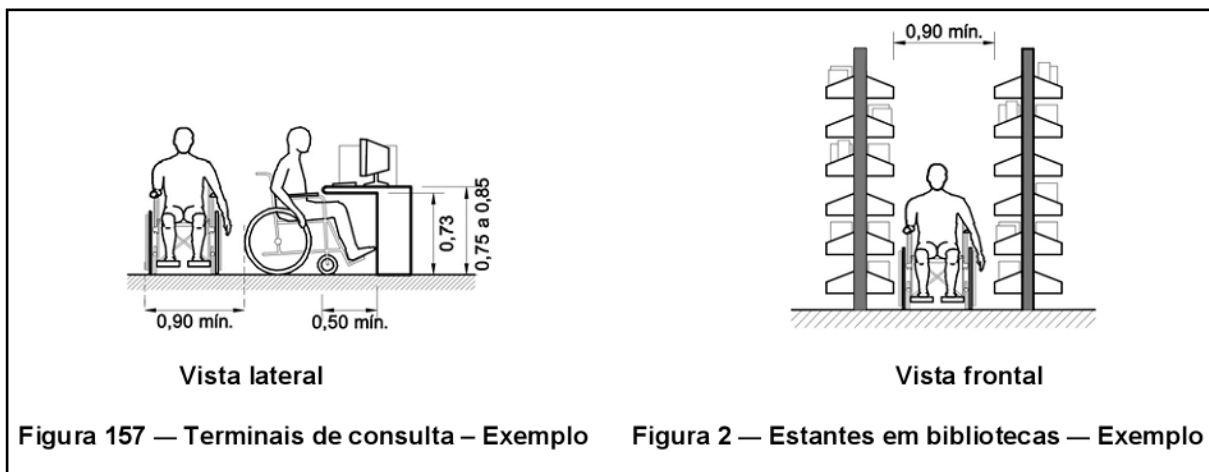
8.6.10 As escadas devem ser providas de corrimãos em duas alturas, conforme 6.7.1.6.

8.7 Bibliotecas e centros de leitura

8.7.1 Nas bibliotecas e centros de leitura, os locais de pesquisa, fichários, salas para estudo e leitura, terminais de consulta, balcões de atendimento e áreas de convivência devem ser acessíveis, conforme 9.5 e figura 157.

8.7.2 Pelo menos 5%, com no mínimo uma das mesas devem ser acessíveis, conforme 9.3. Recomenda-se, além disso, que pelo menos outros 10% sejam adaptáveis para acessibilidade.

8.7.3 A distância entre estantes de livros deve ser de no mínimo 0,90 m de largura, conforme figura 158. Nos corredores entre as estantes, a cada 15 m, deve haver um espaço que permita a manobra da cadeira de rodas. Recomenda-se a rotação de 180°, conforme 4.3.



8.7.4 A altura dos fichários deve atender às faixas de alcance manual e parâmetros visuais, conforme 4.6 e 4.7.

8.7.5 Recomenda-se que as bibliotecas possuam publicações em Braille, ou outros recursos audiovisuais.

8.7.6 Pelo menos 5% do total de terminais de consulta por meio de computadores e acesso à internet devem ser acessíveis a P.C.R. e P.M.R. Recomenda-se, além disso, que pelo menos outros 10% sejam adaptáveis para acessibilidade.

ANEXO D - NBR 10512 - Acústica Avaliação do Ruído ambiente em recintos de edificações visando o conforto dos usuários

NÍVEIS DE RUÍDO PARA CONFORTO ACÚSTICO

1. OBJETIVO

Esta Norma fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos.

Notas: a) As questões relativas a riscos de danos à saúde em decorrência do ruído serão estudadas em normas específicas.

b) A aplicação desta Norma não exclue as recomendações básicas referentes às demais condições de conforto.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Medição de ruído

São seguidas as disposições da NBR 10151 e as normas brasileiras correspondentes.

4.2 Valores dB(A) e NC

Estes valores são dados na Tabela 1.

Locais	dB(A)	NC
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45	30 - 40
Escolas Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45	30 - 40
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50
Salas de computadores	45 - 65	40 - 60

APÊNDICES

APÊNDICE - Questionário



**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
SETOR DE PÓS – GRADUAÇÃO *LATO SENSU*
ESPECIALIZAÇÃO EM DOCÊNCIA NO ENSINO SUPERIOR
PROJETO: A IMPORTÂNCIA DO CONFORTO TÉRMICO,
ACÚSTICO E VISUAL PARA O APRENDIZADO EM UMA
SALA DE AULA**

QUESTIONÁRIO 2011:

Para o bom desempenho dos alunos em uma sala de aula, é necessário que esta possua conforto térmico, acústico e visual adequados ao seu uso. Responda as questões abaixo de acordo com suas experiências em sala de aula na Universidade do Extremo Sul Catarinense. (na escala abaixo de cada questão, o valor [1] representa nenhuma identificação com a afirmativa, o valor [4] representa neutralidade e o valor [7] representa total identificação com a afirmativa).

1. Sexo? a. () Feminino b. () Masculino
2. Idade? _____.
3. Em qual fase você estuda no momento? _____.
4. Qual é o bloco que você estuda? _____.
5. Qual é o número de sua sala? _____.
6. Os ruídos externos (veículos, quadras de esportes, canções, pessoas conversando, etc) interferem na acústica de uma sala, ou seja, dificultam a boa audição durante uma aula. Com relação a este aspecto, em uma escala de 1 a 7, você se sente confortável em sua sala de aula?

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)

7. Em dias quentes, assinale na escala abaixo o quanto você se identifica com a seguinte afirmativa: “o uso de ventilador e/ou ar-condicionado atrapalha a apresentação de seu professor”.

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)

8. Em sua sala há boa inteligibilidade, ou seja, a voz do seu professor é ouvida adequadamente?

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)

9. Assinale na escala abaixo o quanto você se identifica com a seguinte afirmativa: “Há ventilação natural suficiente se fazendo desnecessário o uso de equipamentos que gerem ruídos para adquirir o conforto térmico adequado”.

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)

10. Em uma escala de 1 a 7, você considera suficiente a iluminação natural em sua sala de aula?

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)

11. Em relação à afirmativa: “Em minha sala de aula se faz necessário o uso de iluminação artificial todos os dias, faça sol ou faça chuva”. Assinale [1] para completamente falso, [7] para completamente verdadeiro e mensure sua resposta entre [2] e [6] conforme achar necessário.

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)

12. Em uma escala de [1] a [7], há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias **quentes**?

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)

13. Em uma escala de [1] a [7], há incidência solar moderada em sua sala de aula, causando um clima agradável em dias **frios**?

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)

14. Em sua opinião há muita incidência solar em sua sala de aula causando o ofuscamento dos olhos ao fazer leituras e/ou ao visualizar o quadro? Responda de acordo com a escala.

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)

15. A harmonia das cores das paredes, teto, chão e carteira em sua sala de aula são confortáveis aos seus olhos?

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
(totalmente não identificado)			(neutro)			(totalmente identificado)