

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
AGRÍCOLA

DISSERTAÇÃO

ANÁLISE DA ESTRUTURA FÍSICA DO COLÉGIO
AGRÍCOLA DE CAMBORIÚ/SC: O USO DA
AValiação PÓS-OCUPAÇÃO EM AMBIENTES
ESCOLARES

LUIZ FELIPE UNGERICH

2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
AGRÍCOLA**

**ANÁLISE DA ESTRUTURA FÍSICA DO COLÉGIO
AGRÍCOLA DE CAMBORIÚ/SC: O USO DA AVALIAÇÃO PÓS-
OCUPAÇÃO EM AMBIENTES ESCOLARES.**

LUIZ FELIPE UNGERICHT

Sob a orientação do Professor
Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Costa

e co-orientação da Professora
Prof^ª. Dr^ª. Jaqueline de Lima Pires

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

Seropédica, RJ
Julho de 2009

371.620981
U57a
T

Ungericht, Luiz Felipe, 1981-.
Análise da estrutura física do colégio agrícola de Camboriú/SC: o uso da avaliação pós-ocupação em ambientes escolares./ Luiz Felipe Ungericht - 2009.
69 f.: il.

Orientador: Carlos Eduardo da Silva Costa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola.

Bibliografia: f. 52-53.

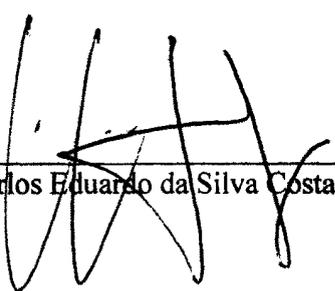
1. Escolas públicas - Avaliação - Brasil 2. Ambiente escolar - Teses. 3. Instalações escolares - Teses. 4. Colégio Agrícola de Camboriú. I. Costa, Carlos Eduardo da Silva, 1954-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

Luiz Felipe Ungericht

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 08 de julho de 2009.



Carlos Eduardo da Silva Costa, Dr. UFRRJ



Sandra Barros Sanchez, Dra. UFRRJ



Maria Angela Dias, Dra. UFRJ



Jaqueline de Lima Pires, Dra. UFRRJ

DEDICATÓRIA

Ao Pai Celestial pela grandiosidade da vida.

Aos meus pais, José Luiz e Ivanete, pela formação.

A minha esposa, Luciene, pela compreensão, nos momentos de abdição ao convívio familiar, ao meu irmão José Luiz e cunhada Luciane pela colaboração, a todos os demais que colaboraram para realização desta obra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em especial, aos professores Carlos Eduardo da Silva Costa e Jaqueline de Lima Pires, pela paciência, compreensão e dedicação.

Aos colegas mestrandos do Colégio Agrícola de Camboriú, CAC e do CASCGO, pelo apoio incentivo, amizade e compreensão em todas as etapas do programa.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Educação Agrícola, pela dedicação à proposta e conhecimentos construídos.

À coordenação geral e equipe de apoio do programa, pelo idealismo e dedicação a uma proposta tão significativa para um seguimento expressivo da educação profissional brasileira.

Ao professor Marcos Laffin e Maria José Brandão, por acreditar na viabilidade da concretização de um sonho, de uma parte significativa de docentes do CAC e CASCGO de Santa Catarina.

Ao professor Gabriel de Araújo Santos, pelo idealismo em realizar um programa de Pós-graduação com ousadia, diante de tantas dificuldades.

À professora Sandra Sanchez, pela dedicação e amor ao programa e aos mestrandos.

Ao Colégio Agrícola de Sombrio, e ao Centro Educacional Razão de Viver – RECRIARTE, pela oportunidade de viabilizar o estágio educacional.

Ao meu pai, José Luiz Ungericht, incansável no incentivo e dedicação, um exemplo de perseverança e compromisso.

RESUMO

UNGERICHT, Luiz Felipe. **Análise da Estrutura Física do Colégio Agrícola de Camboriú/SC: o Uso da Avaliação Pós-Ocupação em Ambientes Escolares**. 2008. 69f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2008.

O estudo objetivou analisar as instalações físicas do Colégio Agrícola de Camboriú, buscando ferramentas que possibilitassem uma avaliação tanto quantitativa quanto qualitativa. Sendo assim, a metodologia escolhida advém da avaliação pós-ocupação (APO), pois leva em consideração, questões relacionadas ao comportamental e a técnica de todos os elementos de desempenho do ambiente construído, o que permitiu um confronto entre o levantamento técnico e a satisfação do usuário (professores, servidores e alunos dos diversos cursos técnicos). Durante a aplicação da APO constatou-se grande descontentamento com a iluminação das salas de aula. Neste sentido, os dados obtidos na APO foram confrontados com as normas brasileiras para que se chegasse a uma proposta corretiva do problema diagnosticado.

Palavras-chave: APO, Ambientes escolares, Iluminação.

ABSTRACT

UNGERICHT, Luiz Felipe. **The Analysis of the Physical Structure of Colégio Agrícola de Camboriú/SC: The *Pos-Occupancy Evaluation* in Scholar Environments.** 2008. 69f. Dissertation (Máster in Science in Agricultural Educacion). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2008.

This study had as objective to analyze the physical structure of Colégio Agrícola de Camboriú, searching tools that could allow and evaluation as quantitative as qualitative. As so, the chosen methodology comes from de pos-occupancy evaluation (POE), because it considerate behaviorist and technical evaluations of every elements related to the performance of the built environment, what allowed a confrontation between the technique data and the user satisfaction (teachers, works and students from several curses). During POE were observed a great unhappiness with the class rooms' illumination. From that data confrontations with standardized rules and calculation were made to reach a corrective proposal to the appointed problems.

Key words: POE, Scholar Environment, Ilumination.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Estado físico das instalações do bloco central.....	32
Quadro 02 – Índice de satisfação média dos professores, servidores e alunos	34
Quadro 03 - Planilha do levantamento da iluminação das instalações do bloco central.....	37
Quadro 04 – Quadro de luminárias e lâmpadas recomendadas por ambiente.....	50
Quadro 05 – Símbolos usados na resolução das equações	59
Quadro 06 - utilizada pra determinação do fator de utilização (U)	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Quantidade de Lumens na sala 06 por situação de iluminação.	39
Gráfico 01 – Quantidade de Lumens na coordenação administrativa por situação de iluminação.....	40
Gráfico 02 – Quantidade de Lumens no Lab.Mat(i) ² por situação de iluminação.	40
Gráfico 03 – Quantidade de Lumens no Lab.Bio. por situação de iluminação.	41
Gráfico 04 – Comparativo entre as médias de Lumens por situação de iluminação.	41
Gráfico 05 – Comparativo da média geral de Lumens das salas do pavimento térreo do bloco central com a Norma.....	42
Gráfico 06 – Comparativo da média geral de Lumens das salas do pavimento superior do bloco central com a Norma.....	43
Gráfico 07 - Quantidade de lumens em cada laboratório somente com energia.	55
Gráfico 08 - Quantidade de lumens em cada laboratório com energia elétrica e iluminação .	55
Gráfico 9 - Quantidade de lumens em uma sala de aula a noite com energia elétrica.	56
Gráfico 10 - Quantidade de lumens em cada sala de aula com energia elétrica e iluminação natural.	56
Gráfico 11 - Quantidade de lumens em cada sala da administração com energia elétrica.	57
Gráfico 12 - Quantidade de lumens em cada sala de administração com energia elétrica e iluminação natural.	57
Gráfico 13 - Quantidade de lumens em áreas restritas com energia elétrica	58
Gráfico 14 - Quantidade de lumens em áreas restritas com energia elétrica e iluminação natural.	58

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 01 – Vista aérea parcial do CAC.....	6
Foto 02 – Vista da fachada do bloco central.	20
Foto 03 – Vista do corredor interno do bloco central. Acesso à secretaria e áreas.....	20
Foto 04 – Vista do corredor externo do bloco central. Acesso às salas de aula.....	21
Foto 05 – Vista do bloco de salas de aula anexo ao bloco central.	21
Foto 06 – Vista da biblioteca, localizada no bloco de salas de aula anexo ao bloco central. ..	22
Foto 07 – Vista interna do refeitório.	22
Foto 08 – Vista interna da cozinha.	23
Foto 09 – Vista externa da cozinha a esquerda e do bloco de laboratórios à direita.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Planta baixa do pavimento térreo do bloco central.....	27
Figura 02 - Planta baixa do primeiro pavimento do bloco central	28
Figura 03 - Planta baixa do pavimento térreo do bloco de laboratórios	29
Figura 04 - Planta baixa do primeiro pavimento do bloco de laboratórios	30
Figura 05 - Planta de situação do bloco central e do bloco de laboratórios	31
Figura 06 - Mostra os locais na qual se fizeram as avaliações.	36
Figura 07 - Mostra o Luxímetro no local em que se fez a avaliação.....	36
Figura 08 – Modelo tridimensional simulando a situação atual de uma sala de aula.....	46
Figura 09 – Modelo tridimensional simulando a situação atual de uma sala de aula representando a escala lumínica.	47
Figura 10 – Modelo tridimensional simulando a situação projetada de uma sala de aula	47
Figura 11 – Modelo tridimensional simulando a situação projetada de uma sala de aula representando a escala lumínica.	48
Figura 12 - Modelo de luminária recomendada.....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. O Ambiente Escolar.....	1
1.2. Problema e Justificativa para a Escolha do Tema	2
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Geral	4
1.3.2. Específicos	5
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
2.1. Colégio Agrícola de Camboriú	6
2.1.1. Contextualização geográfica.....	6
2.1.2. O Colégio Agrícola de Camboriú no dias de hoje	9
2.1.3. Práticas pedagógicas	10
2.2. A Influência do Ambiente Escolar na Qualidade de Ensino	12
3. METODOLOGIA	15
3.1. Introdução	15
3.2. Métodos de Pesquisa.....	15
3.2.1. Método qualitativo	15
3.2.2. Métodos quantitativos.....	15
3.3. Etapas da Pesquisa	16
3.3.1. Walkthrough	17
3.3.2. Avaliação técnica	17
3.3.3. Avaliação de qualidade	17
3.3.4. Avaliação de opinião do usuário	18
3.3.5. Avaliação de adequação às normas	18
4. PESQUISA DESCRITIVA	19
4.1. Análise Preliminar ou Walkthrough	19
4.1.1. Terraplano	24
4.1.2. Fundação	24
4.1.3. Estrutura.....	24
4.1.4. Cobertura	24
4.1.5. Vãos	25
4.1.6. Parâmetros	25
4.1.7. Pavimentos.....	25
4.1.8. Instalações hidrossanitárias	26
4.1.9. Instalações elétricas	26
4.2. Avaliação Técnica	26
4.3. Avaliação de Qualidade	31
4.4. Avaliação de Opinião do Usuário	33
4.5. Avaliação de Adequação às Normas	35
5. DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES	42
5.1. Nível de Iluminância adequado	42
5.2. Análise dos Fatores de Influência na Qualidade da Iluminação	43
5.2.1. Fator de depreciação	43
5.2.2. Limitação de ofuscamento	43

5.2.3.	Proporção harmoniosa entre luminâncias	44
5.2.4.	Efeitos luz e sombra.....	44
5.2.5.	Tonalidades de cor da luz	44
5.2.6.	Reprodução de cores	44
5.3.	Cálculo de Número de Huminárias Necessárias para o Ambiente	44
5.4.	Simulação Computacional.....	46
5.5.	Recomendações	48
5.5.1.	Tipo de luminária.....	48
5.5.2.	Cálculo de gastos estimados com uma sala	49
5.5.3.	Quantidade de luminárias por ambiente	49
6.	CONCLUSÕES	51
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
8.	APÊNDICE A – Modelo do questionário aplicado	54
9.	APÊNDICE B – Quantidade de lumens em alguns ambientes.....	55
10.	APÊNDICE C – Cálculo de número de luminárias necessárias para alguns ambientes do Colégio.....	59

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de se alcançar os padrões mínimos de funcionamento em todas as escolas públicas resulta de uma visão mais ampla a cerca da universalização do ensino: não se trata apenas de garantir às crianças e aos jovens as oportunidades de escolarização, é necessário trabalhar para se garantir oportunidades de aprendizagem com base no binômio qualidade e equidade. Desta maneira deve-se ter preocupação com os padrões mínimos para o funcionamento de uma escola, que são formados por insumos do tipo: instalações físicas, disponibilidade de equipamentos, recursos humanos e pedagógicos, currículo e gerenciamento. Quando se fala em instalações físicas refere-se ao ambiente físico escolar, composto pelo espaço educativo, pelo mobiliário e pelo equipamento escolar. A falta de infraestrutura, a inexistência de projetos arquitetônicos adequados e viáveis ao tipo de uso, a falta de recursos públicos e até mesmo a utilização de instalações inadequadas dos prédios escolares são problemas reais enfrentados por grande parte das escolas públicas brasileiras.

O homem é um ser em permanente relação com o meio e as coisas que o cercam. Nas edificações escolares, mais do que em qualquer outro espaço, é importante que o equipamento, o mobiliário e as dimensões dos ambientes sejam adequados às pessoas que os utilizam.

No caso particular da edificação escolar, acredita-se que a falta de conforto, em todos os seus aspectos, influi no desempenho dos alunos em aula, tanto em termos de saúde, como em termos de aprendizado. O estudo correto do ambiente escolar pode ajudar a criar espaços adequados do ponto de vista térmico, acústico e lumínico propícios às atividades que ali são desenvolvidas.

Um projeto escolar deve passar, ainda, por análises que transcendem as técnicas construtivas, as possibilidades ergonômicas ou as de conforto ambiental. Deve-se atentar, também, para o que a escola se propõe e as práticas pedagógicas por ela adotadas para se alcançar este fim, de modo que a edificação não se torne um instrumento limitador de possibilidades. Um bom exemplo que pode ampliar soluções didático-pedagógicas, por exemplo, seria o de se permitir um novo arranjo para o modo tradicional como se posiciona o mobiliário escolar na sala de aula, onde os alunos ficam voltados para o quadro de giz, onde, também, está localizada a mesa do professor, muitas vezes sobre um tablado ou palco elevado.

1.1. O Ambiente Escolar

A palavra escola origina-se do grego e significa o lugar do ócio. Surge, na Idade Média, para atender a demanda de uma nova classe social que não precisava trabalhar para garantir a sua sobrevivência, mas necessitava ocupar o seu tempo ocioso de forma nobre e digna. Este lugar, a escola, inicialmente se instala como um espaço de lazer e de prazer. Com o passar do tempo, a escola começa a perder esse significado e passa a ser vista como um lugar onde se busca adquirir novas informações, na maioria das vezes de forma descontextualizada. Torna-se, então, um lugar enfadonho e de pouco ou nenhum prazer. Tal afirmativa pode ser muitas vezes comprovada no discurso de crianças, adolescentes e até mesmo dos adultos que necessitam ir à escola, marcando a diferença entre o aprender com prazer fora da escola e o aprender dentro do espaço escolar.

A expansão quantitativa da escola ataca e desafia os ideais de qualidade, ao trazer para seu interior referências sociais, saberes e práticas culturais muitas vezes dissonantes, valores incompreensíveis de imediato e lógicas alternativas ao instituído, que inserem, dentro de uma escola esvaziada, verdadeiras disputas pelos sentidos de presença nessa instituição.

Nos dias de hoje, o papel da escola passou a ser primordial na formação da população de jovens de um país. A escola e as famílias dividem a responsabilidade do processo educacional. Muitas crianças passam a maior parte do tempo dentro de creches e de escolas para que seus pais possam trabalhar. Neste sentido, a escola, além de transmitir conhecimentos, transformou-se em um núcleo de assistência social, oferecendo merenda, cuidados com a saúde física e psicológica, educação ambiental, sexual e de higiene corporal.

Assim, sendo o espaço escolar um ponto de referência na formação das crianças e jovens, o edifício escolar deve ter como princípio a função de acolher o ser humano, criando e apresentando um lugar alegre e lúdico, onde eles possam construir a sua cidadania e desenvolver o seu potencial criativo. Desta forma, o edifício escolar abriga diversas funções que muitas vezes não são consideradas no programa projetual proposto pelos arquitetos. A organização física dos espaços escolares deve favorecer o bem estar e o conforto dos alunos, professores e funcionários.

Os espaços de vivência - a casa, a escola, o bairro - representam uma experiência decisiva na aprendizagem e na formação das primeiras estruturas cognitivas e, em sua mentalidade, propiciam experiências espaciais que são fatores determinantes para o desenvolvimento sensorial, motor e cognitivo das crianças. Além disso, esses espaços têm um sistema de valores implícitos que podem contribuir, ou não, para que o espaço se transforme em lugar, propiciando laços afetivos, sentimento de identidade e de pertencimento. Sendo assim, o espaço escolar é um *constructo gestado* por múltiplos interesses manifestos e ocultos que podem afetar a vida dos sujeitos, gerando inclusões e exclusões.

A escola deve ser considerada um marco e uma referência para a comunidade, integrando-se no contexto e no entorno físico e social em que está inserida. Para justificar os custos recorrentes da infra-estrutura, suas edificações e espaços devem ter o uso maximizado. A estrutura destes edifícios deve servir de base para o desenvolvimento de múltiplas atividades: educacionais, do dia-a-dia, ocupação em tempos livres e extracurriculares.

Por outro lado, uma das características essenciais da escola é a de formar a cidadania de quem a frequenta e de quem é oriundo dela, é direito de todos os cidadãos, compartilharem das esferas que compõem a sua existência, ou seja, compartilhar dos seus bens materiais, culturais e sociais.

Partindo desses pressupostos, é necessário entender que a escola tem não só o objetivo de educar, como também, o de socializar a criança e o jovem. As escolas públicas devem-se tornar, portanto, espaços alternativos para o desenvolvimento de atividades complementares às ações educacionais visando melhorar a qualidade da educação, contribuir para a construção de uma cultura de paz, reduzir os altos índices de violência e aumentar as oportunidades de emprego entre os jovens, sobretudo daqueles em situação de vulnerabilidade social.

Torna-se primordial, ainda, a preocupação com a adequação dos prédios à realidade climática, física e cultural de cada região. A densidade da rede e as dimensões dos edifícios escolares devem ser ajustadas às características e necessidades regionais e à capacidade de acolhimento de um número equilibrado de alunos de forma a garantir as condições de uma boa prática pedagógica e a realização de uma verdadeira comunidade escolar.

1.2. Problema e Justificativa para a Escolha do Tema

Diante do que foi exposto anteriormente, pode-se afirmar que a edificação escolar é um equipamento de suma importância para alavancar o crescimento de um país, seja no âmbito cultural, social ou econômico, principalmente nas nações em “processo de desenvolvimento”, onde se verificam desigualdades sócio-econômicas acentuadas. Como a configuração física do ambiente escolar e a adaptação do estudante a este meio exercem grande predominância na evolução do aprendizado, pode-se dizer que a qualidade dos

edifícios escolares possui um papel significativo, e talvez definitivo, no processo de desenvolvimento social e econômico de um país.

Existe uma literatura bastante extensa que apresenta a arquitetura escolar sob o contexto histórico, diretrizes e especificações técnicas, entre outras, mas há pouca literatura que vislumbre a arquitetura escolar no seu sentido mais amplo, com relação às questões projetuais, tais como: interações psicossociais com o ambiente, manutenção, metodologia de ensino e práticas pedagógicas, entre outras.

Ao se elaborar o projeto do prédio escolar, faz-se necessária sua adequação às exigências dos programas de ensino, dos usuários e da comunidade em geral. A avaliação de prédios escolares deve abranger, portanto:

- a) o programa arquitetônico, no que diz respeito às questões e sugestões relativas a fluxogramas, organogramas, funções a serem desenvolvidas e dimensionamento dos ambientes;
- b) o conforto ambiental, quanto às adequações com relação à iluminação e a ventilação, eficiência das circulações, dimensionamento dos compartimentos, qualidade dos espaços, observando-se as especificidades da edificação;
- c) a segurança interna e/ou externa;
- d) as obras civis e de instalações prediais quanto ao uso de materiais adequados e técnicas construtivas modernas, pois a intensidade no uso das instalações físicas das escolas exige o emprego de materiais duráveis e de boa qualidade na estrutura, nas vedações, nos acabamentos e nas instalações;
- e) as propostas pedagógicas e didáticas aplicadas;
- f) o paisagismo;
- g) o mobiliário específico;
- h) a comunicação visual.

Os espaços criados são como os seres vivos, têm vida útil. Nascem, vivem e morrem se não forem cuidados e revitalizados. A construção de um edifício educacional exige projetos adequados que ofereçam facilidade e rapidez de execução e resultem em um edifício com as mínimas exigências de conservação conseguido com o emprego de bons e adequados materiais, sem prejuízo da qualidade e da economia. Devem-se levar em consideração questões relativas a isolamentos, nível de ruídos externos, clima, insolação, ventilação, iluminação, natureza do subsolo, topografia, dimensões dos espaços internos, área disponível, entre outros aspectos que se dizem respeito à realidade local.

Acredita-se que um dos grandes fatores que possibilita uma maior vida útil a uma edificação é a sua relação de afetividade com o usuário. O vínculo afetivo que os usuários criam com os espaços edificados onde convivem é fundamental para que a vida útil da edificação se prolongue. Assim demonstram os prédios históricos e os conjuntos urbanos preservados. É necessário entender a relação que o usuário mantém com o edifício. Quanto melhor for esta relação, maior será a vida útil e conseqüentemente, menor serão os gastos com manutenção. Por sua vez, em se tratando de edifícios escolares, melhor será o aproveitamento do aluno.

Então, se por um lado têm-se edifícios escolares que na maioria das vezes não levam em consideração no seu escopo de diretrizes as práticas pedagógicas propostas pela escola, ou se levam, limitam-se a uma aplicação quase que única, ficando marcada pelo tempo, por outro lado tem-se, também, edifícios escolares com deficiências técnico-funcionais.

Neste contexto insere-se o Colégio Agrícola de Camboriú – CAC, uma Escola Técnica vinculada à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) com mais de 50 anos de fundação e que sofreu, ao longo dos últimos anos, transformações, tanto nas suas instalações físicas, quanto nas características do campus, inicialmente estritamente agrícola e que, nos dias de hoje, abriga cursos técnicos de variadas áreas de conhecimento.

Visando buscar um embasamento teórico que leve em consideração, também, a relação homem x ambiente, faz-se necessária uma avaliação criteriosa e abrangente da edificação em uso, que possa levantar questões quanto à funcionalidade, o conforto térmico, lumínico e acústico, conservação, segurança, acessibilidade, estética, possibilidade de interação, etc., a fim de que seja possível elaborar um diagnóstico completo, indicando potencialidades e deficiências, fundamentais para propostas de intervenções no ambiente construído.

A Avaliação Pós-Ocupação - APO é um importante instrumento utilizado na retro-alimentação de projetos arquitetônicos. Trata-se de uma metodologia de avaliação da edificação e de seus componentes, que leva em consideração avaliações comportamentais (avaliação do ambiente construído a partir do ponto de vista do usuário) e técnicas (através de ensaios em laboratório ou *in loco*) de todos os elementos relacionados ao desempenho do ambiente construído. A APO permite um confronto entre a especificação técnica e a satisfação do usuário com o produto final (espaço construído em uso), aproveitando as informações sobre itens deficitários, para priorizar e direcionar a atenção para os problemas existentes e realimentar projetos futuros.

Deve-se ter em mente as diferenças entre avaliações que visem garantir a satisfação das necessidades dos usuários, objetivo de qualquer tipo de avaliação técnica de edificações, com avaliações que utilizam como critério de desempenho o grau de satisfação dos usuários em relação a diversos elementos do ambiente construído. A APO não é uma área do conhecimento e, sim, um método de avaliação de desempenho. Qualquer avaliação de desempenho que não considere o parecer de seus ocupantes torna-se mera avaliação de desempenho tradicional.

Desta forma a APO mostra-se como um eficiente mecanismo de retro-alimentação do processo produtivo e de controle de qualidade do ambiente construído. Esta metodologia é aplicada na América Latina desde meados de 1970 e, no Brasil, vem sendo estudada e adaptada a diversas aplicações específicas. Eis porque se optou por averiguar este objeto de estudo, em face da possibilidade de se fornecer à comunidade elementos científicos, ratificando a aplicabilidade da APO em edifícios escolares, destacando-se elementos avaliativos nas questões didático-pedagógicas.

Acredita-se que este trabalho tem sua relevância na medida em que pode embasar outras avaliações, através do conhecimento da metodologia, possibilitando um aumento na qualidade das intervenções arquitetônicas nos ambientes escolares.

1.3. Objetivos

1.3.1. Geral

Aplicar procedimentos da Avaliação Pós-Ocupação - APO no Colégio Agrícola de Camboriú, para identificar as qualidades e deficiências da edificação através de uma visão técnica com a participação do usuário, o que permite a avaliação do desempenho da edificação na fase pós uso, com o envolvimento dos seus ocupantes, com suas variáveis psicossociais, condicionantes ambientais, funcionais, programa de necessidades e viabilidade técnica, bem como às práticas pedagógicas da instituição de ensino.

1.3.2. Específicos

São seguintes os objetivos específicos que se pretende alcançar neste trabalho de pesquisa:

- a) destacar a importância do ambiente construído sobre a qualidade de ensino-aprendizagem;
- b) apresentar uma metodologia para aplicação da APO em edifícios escolares;
- c) aplicar procedimentos da APO nas instalações físicas centrais do Colégio Agrícola de Camboriú, buscando diagnosticar problemáticas principais;
- d) focar a análise nas principais problemáticas levantadas e avaliar os dados no sentido de propor soluções alternativas para ambientes deficientes;
- e) apresentar um mapeamento/relatório de intervenções e/ou adaptações necessárias;
- f) gerar um documento que possa servir de base para o levantamento de dados de edifícios escolares como fundamentação crítica para o desenvolvimento de projetos de reformas e/ou adaptações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Colégio Agrícola de Camboriú

O Colégio Agrícola de Camboriú - CAC é uma instituição federal pública e gratuita, vinculada à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O Campus conta com uma área total de 194 ha (1.940.000 m²), inserido no Município de Camboriú, Estado de Santa Catarina, situado a 80 km de Florianópolis, capital do Estado e sede da Universidade Federal de Santa Catarina



Foto 01– Vista aérea parcial do CAC

2.1.1. Contextualização geográfica

A colonização açoriana e seus descendentes que se espalharam pela faixa litorânea do Estado, atingiram a região de Camboriú na segunda metade do Século XVIII. Provinham, inicialmente, de Porto Belo e chamaram a nova localidade de “Nossa Senhora do Bonsucesso”, mais tarde "Barra". O colonizador Tomaz Francisco Garcia foi o primeiro a se estabelecer na cidade com a sua família e escravos, que por longos anos chamou-se "Garcia", em sua homenagem.

Pertencente de início a Porto Belo, integrando mais tarde o território de Itajaí até a data de sua emancipação em 05 de abril de 1884, a "Barra", (pertencente hoje ao Município de Balneário Camboriú) foi inicialmente sede do município, mas a "Vila Garcia", hoje centro da cidade de Camboriú, dado o seu crescente progresso, passou a ser o centro administrativo a partir de 1890. Primeiramente denominado oficialmente de Nossa Senhora do Bom Sucesso de Camboriú, depois de Vila da Barra, Vila do Garcia e, hoje, Camboriú.

O significado do nome Camboriú, como o município é oficialmente chamado nos dias de hoje, é de origem controversa. Uma das versões mais aceitas entre os historiadores provém da língua Tupi-Guarani e, assim sendo, a grafia deveria ser Camburiú. De acordo com

Patrianova (1986) os indígenas inspiraram-se no relevo da Pedra Branca, cujo morro hoje pertencente ao Balneário Camboriú, às margens da BR-101, que lembra um seio de mulher e é visível de diversos pontos do município. “Cambu”, significa mamar e “Ryry”, que é igual a “Ruru” e que é igual a “Riu”, significam recipiente de mamar, ou seja, seio. Existem no Brasil vários lugares com o nome de Cambu ou Camburiú e em todos observam-se relevos geográficos em forma de mama.

Outra explicação para o nome advém dos ditos populares, conforme descreve Corrêa:

Inclusive corria em nossa região, uma hipótese conhecida como “versão popular”, donde teria aparecido o nome, baseado em um português que se dizia morar onde “Camba o rio”. Camba vem do verbo cambar, que dentre vários significados interpretamos que morava na curva do rio ou onde CAMBA O RIO. (CORRÊA, 1985, p.18).

No início a colonização açoriana implantou em Camboriú a agricultura, mais especificamente o cultivo da mandioca, em que nos engenhos movidos a boi era transformada artesanalmente em farinha. A partir 1891, iniciou-se o ciclo da exploração mineral, com a retirada de mármore e granito, abundantes em Camboriú até os dias de hoje e que deram ao Município o título de "Capital do Mármore".

Já em 1918 passa integrar o rol da exploração agrícola a produção do café sombreado, mamona, fumo, trigo, algodão, milho, feijão, batata e frutas, principalmente a laranja, o abacaxi, banana e jabuticaba e a produção do café que por vários anos foi a maior no Estado.

No período de 1980 a 1991, foi acentuado o decréscimo da população rural, que atualmente representa 4,86% da população total, tendo como principal produção agrícola o arroz irrigado.

Localizado a 12 km da foz do rio Itajaí Açu, está próximo a municípios de grande importância no cenário estadual, como Itajaí (12 km), Brusque (30 km), Blumenau (56 km), Jaraguá do Sul (74 km), Joinville (90 km) e Florianópolis (80 km).

O Colégio Agrícola de Camboriú - CAC está localizado dentro da área do perímetro urbano do município, distando 2 Km do centro social e administrativo.

2.1.1 Retrospectiva histórica

O Colégio Agrícola de Camboriú - CAC foi criado no dia 08 de abril de 1953 pelos termos do acordo celebrado entre o Governo da União e do Estado de Santa Catarina, publicado no Diário Oficial da União de 15 de abril de 1953, dando início a construção de sua estrutura física. Finalmente, em 1962, tiveram início as primeiras atividades pedagógicas, um ano após entrar em vigor a primeira Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB - a Lei 4.024/61, que estruturou o ensino em três graus: primário, médio e superior, sendo que o médio era ministrado em dois ciclos (ginasial e colegial), estabelecendo, segundo Kuenzer (1998), “a plena equivalência entre os cursos profissionalizantes e os propedêuticos, para fins de prosseguimento dos estudos.” (KUENZER, p.124).

O primeiro curso oferecido foi o Ginasial Agrícola, de 1962 a 1968, com as quatro séries do 1º ciclo (ginasial), atribuindo aos concluintes o certificado de “mestre agrícola”. Em 1965 o colégio passa a oferecer as três séries do 2º ciclo (colegial) e instaura o Curso Técnico em Agropecuária fornecendo aos concluintes, o diploma de “técnico em agricultura”.

Em 1968 o CAC, que até então era ligado à Diretoria de Ensino Agrícola do Ministério da Agricultura, passa a ser vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina através do Decreto N° 62.178, encerrando, com isso, o ensino ginasial e ficando apenas com o ensino de 2º grau profissionalizante.

Durante a década de 60, conforme afirma Franco (1994, p.70), “a atuação do MEC orientou-se no sentido de reformular a filosofia do ensino agrícola, sendo implantada, então, a metodologia do sistema escola-fazenda, baseada no princípio do *aprender a fazer, fazendo*.”, princípio este que norteia a atuação do CAC até os dias de hoje.

Em 1971, época da ditadura militar e da euforia do “milagre econômico”, procurando antever uma grande demanda por mão de obra qualificada, a Lei 5.692/71 estabeleceu-se a profissionalização compulsória no ensino médio, o que faria com que todas as escolas “profissionalizassem” seus alunos, como ocorreu no CAC.

Este modelo, porém, não prosperou e através do parecer 76/75 se restabeleceu a modalidade de educação geral, retornando-se ao modelo anterior a 1971, conforme destaca Kuenzer (1998):

As dificuldades relativas à implantação do novo modelo complementadas pela constatação de que, por razões várias, a euforia do milagre não se concretizara nos patamares esperados de desenvolvimento, fez com que a proposta de generalização da profissionalização no ensino médio caísse por terra, antes mesmo de começar a ser implantada, através do Parecer 76/75, que re-estabelecia a modalidade de educação geral, posteriormente consagrada pela Lei 7.044/82. Esta legislação normalizou um novo avanço conservador, reafirmando a escola como o espaço para os já incluídos nos benefícios da produção e do consumo de bens materiais e culturais.

[...] Desta forma retornava-se ao modelo anterior a 1971: as escolas propedêuticas para as elites e profissionalizantes para os trabalhadores [...]. (KUENZER, p.125).

Ainda em 1975, através do Decreto 76.436, foi criada a Coordenadoria Nacional do Ensino Agropecuário (COAGRI), órgão autônomo do MEC, que tinha por finalidade prestar assistência técnica e financeira aos estabelecimentos especializados em ensino agrícola, o que não refletiu financeiramente nas escolas vinculadas a Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), como é o caso do Colégio Agrícola de Camboriú, vinculado a Universidade Federal de Santa Catarina.

O Plano Setorial de Educação, Cultura e Desportos para o quinquênio 1980-1985 (III Psecd) buscava um vínculo mais forte entre o ensino agrícola e os problemas sociais:

Neste sentido, e propondo a superação do divórcio entre a escola e a sociedade (que a mantém) e com as necessidades da população (a serviço da qual deveria estar), o III Psecd formula diretrizes para a viabilização de uma educação redistributiva e participativa, qualificando-a como sócia de um projeto mais global de redução da pobreza e de abertura à participação política. (FRANCO, 1994, p.71).

Neste ponto vale ressaltar a reflexão de Franco (1994) sobre a necessidade de avanço na “atuação” do egresso no âmbito social, sugerindo que disciplinas que discutam os problemas da realidade agrícola sejam incluídas nos cursos e que estas reflexões extrapolem os limites da escola e tenham a participação da sociedade. Ou seja, a formação de um profissional agrícola mais preocupado com a realidade social, não excluindo o auxílio técnico na melhoria da produção rural.

Em 1990 o CAC passa a oferecer, também, o Curso Técnico em Agropecuária para alunos que já tenham concluído o ensino médio.

Um grande retrocesso acontece em 1997 com o Decreto 2.208/97 que contraria a LDB então em vigor (Lei 9.394/96) e determina que a continuidade de estudos depende do certificado de conclusão do ensino médio. Este ato quebra a equivalência, conquistada desde 1961, e desfaz a relação entre educação geral e formação profissional dentro do sistema

escolar. A justificativa oficial deste ato foi o alto custo das escolas técnicas federais e o fato de que estas não atingiam a camada mais pobre da sociedade.

Porém, o que ocorre de fato é a segregação do ensino em dois sistemas desarticulados: um responsável pela reprodução do saber geral e, outro, pela formação profissional estritamente ligado às demandas do mercado de trabalho:

Esta proposta é conservadora porque retoma a concepção taylorista-fordista que supõe a ruptura entre o saber acadêmico, desvalorizado por não ser prático, e o saber para o trabalho, desvalorizado por não ser teórico, contrariamente à compreensão contemporânea que mostra, a partir da crescente incorporação da ciência ao mundo do trabalho e das relações sócias, a indissociável articulação entre ciência, cultura e trabalho, entre pensar e fazer, entre refletir e agir. Em decorrência, não reconhece a transdisciplinariedade que caracteriza a ciência contemporânea. (KUENZER, 1998, p.135).

Assim sendo, no CAC em 1998, ocorreu o desmembramento do Curso Técnico em dois cursos distintos: ensino médio e ensino técnico.

No ano de 2001 é implantado o novo Plano Político Pedagógico do CAC em consonância com a Lei 9.394/96. O Plano traz um desenvolvimento teórico organizado na formação completa do indivíduo fundamentando todo o conceito de educação em torno de quatro premissas, que Delors¹ (2003) classifica como os quatro pilares da educação.

Já em 2004, o Decreto 5.154, revoga o Decreto nº 2.208/97, visando esclarecer e nortear os princípios do Ensino Técnico e Tecnológico, através de cursos em suas formas: articulada, integrada, concomitante e de qualificação.

2.1.2. O Colégio Agrícola de Camboriú no dias de hoje

Como se pode observar o Colégio Agrícola de Camboriú – CAC surgiu oferecendo o curso Ginásial Agrícola, de 1962 a 1968 e a partir de 1965, o Curso Técnico em Agropecuária.

No ano de 2000, dois novos cursos passaram a ser oferecidos na Instituição: o Curso Técnico em Meio Ambiente e o Curso Técnico em Informática, para alunos com o ensino médio concluído.

No ano de 2003, o CAC abre o Curso Técnico de Transações Imobiliárias para alunos com o ensino médio concluído. Também neste ano, é implementada a modalidade de concomitância externa (alunos regularmente matriculados no ensino médio em outra instituição de ensino) para o Curso Técnico em Informática.

Assim sendo, pode-se perceber que atualmente a formação profissional no CAC vem se diversificando, sendo mantidos os seguintes cursos: Técnico em Agropecuária - concomitante ao ensino médio - Técnico em Agropecuária (pós-médio com dois anos de duração), Técnico em Meio Ambiente (pós-médio com um ano de duração), Técnico em Transações Imobiliárias (pós-médio, com um ano e meio de duração), Técnico em Informática (pós-médio com um ano e meio de duração), Técnico em Informática (concomitante ao ensino médio) e Técnico em Informática (com concomitância externa do ensino médio).

¹ DELORS em **Educação: um tesouro a descobrir**, através da introdução de quatro preceitos, chamado de quatro pilares da educação, relaciona sempre a interligação das práticas cotidianas dos alunos com o que é esperado deste no mercado de trabalho e no convívio em sociedade, que deve ser contemplado por um processo chamado aprender a aprender.

Como forma de ingresso no CAC, os candidatos passam por um processo seletivo composto por prova de conhecimentos do ensino médio e uma entrevista (atualmente apenas o Curso Técnico em Agropecuária ainda mantém a entrevista).

O CAC possuiu hoje 531 alunos, sendo 170 em regime de internato, 42 professores do quadro efetivo, 12 professores do quadro temporário, 43 técnicos administrativos concursados e 06 técnicos administrativos cedidos de outras instituições.

2.1.3. Práticas pedagógicas

O CAC tem historicamente se voltado à formação de técnicos especializados para o mercado de trabalho. Buscando melhor compreensão do seu sistema pedagógico, foi necessária uma “re-leitura” do Projeto Político Pedagógico (PPP) da instituição, o qual deveria nortear toda a metodologia de ensino-aprendizagem do colégio.

Existindo a experiência pessoal de cada professor, a experiência coletiva trocada com outros profissionais, já se possuía uma visão geral do processo pedagógico e, naturalmente, seria contemplado durante a leitura do PPP. Porém, como se perceberá a seguir, foi observado um distanciamento entre alguns conceitos preconizados no projeto pedagógico e a metodologia de ensino aplicada no colégio atualmente.

Como referência para as análises das práticas pedagógicas no CAC tem-se, ainda, a classificação apresentada por Santos (2005) no artigo Teorias e Métodos Pedagógicos Sob a Ótica do Pensamento Complexo, e a classificação apresentada por Libâneo e Santos (2005), em seu artigo “As Teorias Pedagógicas Modernas Revisitadas pelo Debate Contemporâneo na Educação”².

O atual PPP do colégio, data de 2000 e foi elaborado visando atender também a última LBD em vigor. Baseado em Delors, (2003), o texto organiza todo o conceito de educação em torno de quatro princípios – os quatro pilares da educação como puderam observar ainda mais explicitamente na página 35 do PPP, onde estão descritos o aprender a conhecer, o aprender a fazer, o aprender a viver juntos e o aprender a ser.

Quando se passa para uma análise das práticas pedagógicas encontra-se uma situação dissonante com o PPP. É fácil constatar que o CAC tem um enfoque tecnicista, através de uma prática pedagógica tradicional, voltada à transmissão de conteúdo do professor para o aluno.

O aprender a conhecer e o aprender a fazer muitas vezes são suprimidos pelo lema do colégio: aprender a fazer, fazendo. Esta prática possibilita ao aluno uma boa formação técnica a dado conteúdo, porém nem sempre o capacita a buscar novas soluções quando o trabalho assim exigir; não constrói ferramentas de busca ao conhecimento.

Precebe-se, então, que o CAC possui em seu PPP um desenvolvimento teórico organizado na formação completa do indivíduo, porém, não existe uma efetivação global de ações visando concretizar estes preceitos.

Através de um grupo de estudos que realizou entrevistas com professores do CAC³, observa-se que as práticas pedagógicas aplicadas no colégio não seguem um padrão rígido, o que possibilita aos professores a adoção daquelas que atendam a sua própria concepção de educação, ou as que promovam a formação que pretendem proporcionar ao aluno.

² Teorias e Métodos Pedagógicos Sob a Ótica do Pensamento Complexo e As Teorias Pedagógicas Modernas Revisitadas pelo Debate Contemporâneo na Educação, são artigos integrantes do livro: **Educação na Era do Conhecimento em Rede e Transdisciplinaridade**, LIBÂNEO, J.C., SANTOS, A. (2005).

³ Grupo formado pelos alunos de Mestrado da 2ª Turma de 2006 do PPGEA – UFRRJ, provenientes do Colégio Agrícola de Camboriú, para a realização de um estudo das práticas pedagógicas do CAC através da experiência de professores da instituição.

Algumas tentativas de contextualizar um dado conteúdo ou temática com o cotidiano e com as experiências particulares dos alunos foram constatadas, podendo ser ainda através de exercícios que estimulem a reflexão social, o posicionamento crítico e a troca de informação com as diversas “realidades”; desenvolvendo trabalhos em que o conhecimento se construa com a interação do aluno.

Tais práticas pedagógicas podem ser entendidas, segundo Santos (2005), como baseadas na Pedagogia Renovada, pois dirigem o aprendizado do aluno para o “aprender a aprender” e para o “aprender fazendo”,

Reconhecendo-se a autonomia e a liberdade de expressão e pensamento da criança em seu diálogo com o conhecimento; valorizando-se a criatividade e a socialização sem perder de vista o ideário educacional embutido na organização das atividades metodológicas de formação de sujeitos ativos com espírito investigativo, senso crítico e situados em uma sociedade em transição. [...] essa pedagogia incentivou a construção de dinâmicas de grupo e de toda uma série de técnicas didáticas (trabalho em grupo, atividades cooperativas, pesquisas, projetos, experimentações, método científico de descobrir conhecimentos) [...]. (SANTOS, 2005, p. 74)

Ainda, segundo Libâneo e Santos (2005, p. 32), podem-se entender estas ações como práticas pedagógicas baseadas nas Teorias Sociocríticas, pois, “as abordagens sociocríticas convergem na concepção de educação como compreensão da realidade para transformá-la, visando a construção de novas relações sociais para superação de desigualdades sociais e econômicas”.

Pode-se ver, então, os alunos como agentes atuantes de transformação social, o que, segundo Santos (2005, p.79), caracteriza também a Pedagogia Progressista, pois, “essa pedagogia vê os alunos como agentes de transformação da sociedade e privilegia meios didáticos que estimulam sua participação ativa, tendo em vista uma sociedade igualitária e democrática”.

Ao analisar os professores das disciplinas técnicas pode-se observar uma metodologia mais tradicionalista, firmada também, segundo Franco (1994, p.70), durante a década de 60, em que “[...] a atuação do MEC orientou-se no sentido de reformular a filosofia do ensino agrícola, sendo implantada, então, a metodologia do sistema escola-fazenda, baseada no princípio *aprender a fazer, fazendo*”, princípio este, como se observou anteriormente, norteia a atuação do CAC até os dias de hoje.

Tais práticas pedagógicas podem ser caracterizadas, segundo Santos (2005, p. 77) como Pedagogia Técnica, onde “ao professor compete fazer a contextualização imediata e não a contextualização filosófica”.

Então, segundo Libâneo e Santos (2005), estas práticas pedagógicas do ensino profissionalizante, enquadram-se na corrente Racional-Tecnológica, pois a mesma,

[...] está associada a uma pedagogia a serviço da formação para o sistema produtivo. [...] Uma derivação dessa concepção é o *currículo por competências*, na perspectiva economicista, em que a organização curricular resulta de objetivos assentados em habilidades e destrezas a serem dominados pelos alunos no percurso de formação. (LIBÂNEO; SANTOS, 2005, p. 30).

O que não deve ocorrer é a dissociação em dois sistemas desarticulados: um responsável pela reprodução do saber geral e outro pela formação profissional, estritamente ligado às demandas do mercado de trabalho, conforme Kuenzer (1998) que afirma:

[...] à compreensão contemporânea que mostra, a partir da crescente incorporação da ciência ao mundo do trabalho e das relações sócias, a indissociável articulação entre ciência, cultura e trabalho, entre pensar e fazer, entre refletir e agir. Em decorrência, não reconhece a transdisciplinariedade que caracteriza a ciência contemporânea.(KUENZER, p.135).

Deste modo as mudanças constantes na sociedade e no mundo do trabalho apontam para a necessidade de uma pedagogia renovada, que contribua para a formação de cidadãos trabalhadores, capazes de se integrar à vida social e produtiva. E na dimensão da integração ao mundo do trabalho, já não basta a competência técnica específica, o “saber fazer”. A capacidade de lidar com uma variedade de funções, com diferentes formas de agregação e mobilização de trabalhos.

2.2. A Influência do Ambiente Escolar na Qualidade de Ensino

O conceito de espaço construído ou “ambiente construído” pode ser compreendido como uma edificação, ou um conjunto de edificações, ou ainda, um espaço urbano sujeito a alterações na sua área interna ou externa através da ação coordenada, ou não, por um projeto sem importar se este ambiente é micro ou macro, coberto ou descoberto, com maior ou menor complexidade ou escala (ORNSTEIN; ROMÉRIO, 1995).

Segundo Leucz (2001) para o processo de aprendizagem ocorrer de um modo eficiente há necessidade de convergência de pelo menos dois parâmetros básicos: a integridade dos sistemas neuropsico-emocionais e uma oportunidade adequada. O jovem aprende e recebe informações por meio de seus sentidos, pelos seus sistemas receptores. Basicamente, a aprendizagem se dá via audição e visão, pois esses são os principais canais para a aprendizagem simbólica. A integridade dos mecanismos sensoriais é condição básica para a ocorrência de aprendizagem normal. Paralelamente, para que ocorra a aprendizagem, a pessoa necessita de oportunidade para aprender. Mesmo que uma pessoa tenha excelentes potencialidades, se não houver uma oportunidade adequada, a aprendizagem não se processa eficientemente. Pode-se dizer, então, que entre essas oportunidades adequadas encontra-se o ambiente construído.

Sabe-se que o ambiente escolar deve ser organizado de tal forma que permita que a criança, ou ao adulto, com certo grau de distração possa executar as suas tarefas sem tanta interferência. As salas de aula, com excesso de ilustrações, enfeites e gravuras penduradas nas paredes, podem promover uma estimulação visual excessiva, levando o estudante à distração. O mesmo ocorre com as estimulações auditivas em excesso, que também pode promover a distração. As salas de aula de tamanho reduzido, em geral, também interferem pela proximidade.

Segundo Cardoso (1999), as cores ou falta de pintura nas paredes, má iluminação, excesso de frio ou calor, má ventilação, trepidações, ruídos, ambientes escolares improvisados, são condições extremamente prejudiciais para o processo de ensino-aprendizagem. Os fatores físico-ambientais não são os únicos fatores importantes no desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. Outros fatores didático-pedagógicos têm a mesma importância. Mas, é nesse ambiente físico que se estabelecem as ligações entre o professor e aluno, ligações essas sim, fundamentais para realizar o processo ensino-aprendizagem com qualidade.

Quanto maior o conforto estabelecido no ambiente físico escolar e quanto melhores forem as condições, maiores são as possibilidades de fortalecimento das

relações entre pessoas que nela trabalham ou vivem. É uma questão de acréscimo da qualidade de vida dos educadores e educandos. (LEUCZ, 2001. p.19).

É possível ter acesso hoje a diversos materiais informativos e/ou normativos para ambientes escolares, trazendo diversas diretrizes de projeto para garantir um nível adequado de conforto nas edificações. Abaixo encontra-se transcrito um trecho das recomendações para salas de aulas sugeridas pela Fundação Educacional do Estado do Paraná (FUNDEPAR):

Sugere-se que as salas de aula devam ter uma área mínimo de 1,20 m² por aluno, pé direito mínimo de 3,00m, área de iluminação mínima de 1/5 da área do piso, área de ventilação mínima de 1/10 da área do piso, iluminação natural à esquerda da louça, vista de frente, ou iluminação zenital, ventilação cruzada obrigatória através de pequenas aberturas localizadas na parte superior da parede oposta à janela, paredes de acabamento de cor clara, até a altura do peitoril com acabamento semi-impermeável, existência de laje ou forro obrigatório, nível de iluminação de 300 luxes, piso no mínimo 5cm acima do nível de circulação, acesso à sala pela frente, [...].

O estudo do espaço físico da sala de aula consiste em um tópico de fundamental interesse para o desenvolvimento da prática pedagógica. Como se observou nas orientações técnicas para ambientes de ensino citadas anteriormente, não são explorados aspectos didáticos. Isto acontece na maioria das publicações relacionadas a espaços educacionais.

O ambiente pode constituir-se, tanto num facilitador de ensino-aprendizagem, como pode fornecer obstáculos para ocorrência normal deste processo. Portanto, os cuidados com a construção das salas de aula constituem-se em um tópico interessante para os educadores. A formação dos professores em educação, não deve negligenciar informações sobre aspectos físico-ambientais, pois a educação deve ser direcionada ao todo, ambiente e pessoas.

Cabe salientar os aspectos físico-ambientais, que segundo Ilda (1995), podem afetar a saúde, a segurança e o conforto das pessoas. Os fatores físico-ambientais que mais interferem num ambiente são: ruído, iluminação, clima, vibrações e a própria arquitetura.

2.2 Avaliação Pós Ocupação

Derivado do inglês *Pos-Occupancy Evaluation* (POE), a Avaliação Pós Ocupação (APO), é uma avaliação retrospectiva de ambientes construídos decorrida de certo período de utilização. Constituí-se em uma grande ferramenta metodológica no auxílio às pesquisas tecnológicas, seja no campo da arquitetura, da engenharia ou da psicologia. Mais do que criar e gerir métodos de avaliação, a APO apresenta a possibilidade de uma análise quantitativa, qualitativa e comparativa, considerando o usuário como fator determinante de todo o processo de avaliação, e não apenas atentando para dados de desempenho do ambiente construído. Tendo em vista projetos similares, ela é adotada para diagnosticar e recomendar, de forma sistêmica e re-alimentadora, modificações e reformas no ambiente, aprofundando-se conhecimentos sobre ele.

A APO surgiu no período de 1940-1950, nos EUA, quando pela primeira vez a opinião dos usuários fez parte de pesquisas exploratórias executadas por geógrafos e psicólogos. A partir daí, também os antropólogos e os arquitetos passaram a estudar as relações entre ambiente x comportamento, através de multimétodos e técnicas trazidas das áreas da Psicologia, Geografia, Antropologia, Sociologia e Engenharia.

As avaliações sistemáticas visam detectar todos os aspectos que possam vir a melhorar a relação do usuário com o ambiente construído, aumentando, dessa forma, a vida útil deste espaço. O emprego da APO como metodologia de trabalho leva em consideração fatores técnicos, funcionais, econômicos, estéticos e comportamentais do ambiente a ser analisado. Daí a importância de se aferir todos os aspectos técnicos como as variáveis de conforto ambiental, segurança do uso contra acidentes, estanqueidade, aspectos de salubridade, adaptação ao uso e confrontá-las com as sensações dos usuários, para que se tenha um repertório confiável que resulte em diretrizes de projeto. Além disso, a geração de um banco de dados com todas as informações levantadas serve de referência para casos futuros, atuando como uma análise preventiva.

A APO é um eficiente mecanismo de embasamento de projeto, principalmente no tocante ao controle de qualidade do ambiente que reflete diretamente no aumento de sua vida útil. Embora existam poucas normas regulamentando a manutenção e uso para as edificações brasileiras e, ainda, exista certa resistência por parte de alguns usuários em participar de todo o processo da avaliação. Essencial é que todos os agentes envolvidos no planejamento e produção de um ambiente construído se conscientizem da importância dos aspectos relacionados, bem como, atentem para sua responsabilidade profissional e social lançando mão da APO como instrumento capaz de melhorar sensivelmente as relações do usuário com o meio no qual está inserido.

A APO fornece métodos e as técnicas, que permitem identificar as qualidades e deficiências da edificação através de uma visão técnica com a participação do usuário, o que permite a avaliação do desempenho da edificação na fase pós uso, com o envolvimento dos seus ocupantes.

Segundo Reis e Lay (1994) a Avaliação Pós Ocupação é resultante de um "ponto de vista" ou até mesmo, resultante de uma orientação teórica, oriunda da área de conhecimento do Ambiente/Comportamento, na qual a utilização de procedimentos empíricos para a avaliação de desempenho de ambientes construídos é considerada como parte integrante do processo projetual, tendo como objetivo primeiro, medir a intensidade com que cada projeto satisfaz às funções para as quais foi destinado e preenchem as necessidades, percepções de expectativas dos seus usuários.

3. METODOLOGIA

3.1. Introdução

Considerando-se o que se levanta como problema na avaliação de ambientes escolares e o que se determina como objetivos, em uma primeira abordagem torna-se necessário o estabelecimento de um referencial teórico capaz de apoiar a pesquisa pretendida.

Esta fundamentação teórica divide-se em algumas vertentes básicas, a saber: levantamento histórico e contextualização do objeto de estudo, definições do espaço construído e do ambiente escolar, práticas pedagógicas, conceituação e aplicações da Avaliação Pós Ocupação.

3.2. Métodos de Pesquisa

Segundo Serra (2006) a escolha do melhor método ou métodos adequados à determinada pesquisa é crucial para o seu maior ou menor sucesso. Leucz (2001) define a metodologia qualitativa adequada à investigação de ambientes escolares em virtude de seu caráter observacional, envolvendo professores, pedagogos, para levantar o nível de informações sobre a problemática do ambiente em sala de aula e a relevância desse aspecto no processo ensino-aprendizagem.

Apesar da análise da temática proposta ser essencialmente qualitativa, serão utilizados métodos quantitativos resultando em uma abordagem mista.

3.2.1. Método qualitativo

A pesquisa qualitativa é uma análise de fenômenos e não de fatos, entendendo o fenômeno como aquilo que se mostra, aquilo que se vê, aquilo que se controla, depois de definido. Significa essencialmente procurar desvendar o fenômeno onde ele se encontra, contextualizando-o em sua relação com os outros fenômenos. Em geral, consistem na descrição do seu objeto, com o objetivo de conhecê-lo profundamente.

Na pesquisa qualitativa não se propõe uma segmentação do fenômeno em partes para uma análise, já que a parcialização do mesmo pode levar a uma perda do todo. Segundo Gallacher (1984), os métodos qualitativos podem ser empregados para se adquirir melhor compreensão dos fenômenos observados. Para o autor, os métodos usados pelos etnógrafos incluem as observações que podem se apresentar em duas formas:

- a) observações passivas, que incluem a visão e a audição, isto é, o pesquisador vê e ouve.
- b) observações participativas, nas quais o autor inclui as entrevistas, as conversas informais e a revisão de documentos.

Serão utilizadas tanto a observação passiva, através da percepção do pesquisador sobre diversos aspectos do meio escolar, quanto a participativa, através de aplicação de entrevistas semi-estruturadas a professores, alunos e funcionários.

3.2.2. Métodos quantitativos

A pesquisa quantitativa, segundo Chizzotti (1998), é uma análise de fatos, isto é, supõe a quantificação dos eventos para submetê-la à classificação, mensuração e análise.

Assim sendo, pode-se entender como uma quantificação um resultado do conjunto de dados reunidos a partir de um objetivo comum, de uma realidade, seja do percebido ou do observado. A diferença entre a pesquisa qualitativa e quantitativa está exatamente na fragmentação dos fenômenos utilizados. Isto é, na pesquisa quantitativa utilizam-se análises estatísticas ou sistêmicas para mostrar a relação entre as variáveis observadas do fenômeno estudado.

Poder-se-ia, então, dizer que:

- a) usa-se a análise estatística para mostrar a relação entre variáveis por meio de gráficos, classificados por categorias e medidos por cálculos, para mostrar a relação entre as variáveis.
- b) usa-se a análise sistêmica quando se pressupõe a interdependência das partes em relação ao todo, logo este modelo visa construir um quadro teórico aplicável à análise de sistemas sócio-culturais a partir das semelhanças e diferenças entre tipos de sistemas diferentes.

Neste sentido, será realizado o levantamento técnico do objeto de estudo, tabulando variáveis relevantes para a compreensão do ambiente e permitindo um mapeamento funcional, técnico e estatístico.

3.3. Etapas da Pesquisa

Segundo Serra (2006) o método Estudo de Casos talvez seja um dos métodos mais comuns empregados nas dissertações e teses no campo da arquitetura e do urbanismo.

O Estudo de Caso é utilizado quando não se pretende fazer uma análise comparativa em diversos ambientes escolares através de técnicas estatísticas, mas sim esgotar o conhecimento sobre determinada amostra.

Como objeto de pesquisa utilizaram-se as instalações físicas centrais do Colégio Agrícola de Camboriú – CAC, Escola Técnica vinculada à Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, situada no município de Camboriú, Estado de Santa Catarina. As referidas instalações físicas centrais englobam as salas de aula, construídas em diferentes momentos históricos, bloco administrativo, laboratórios, refeitório, cozinha, entre outros.

A metodologia aplicada neste trabalho foi baseada na metodologia desenvolvida por Castro, Lacerda e Penna (2004). Num primeiro momento coletar-se-ão informações sobre o ambiente escolar conforme proposto pelos autores em seu trabalho de avaliação nas edificações da Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz, onde foi utilizado a APO em cinco passos:

- a) *Walkthrough*;
- b) avaliação técnica;
- c) avaliação de qualidade;
- d) avaliação de opinião do usuário.
- e) avaliação de adequação às normas;

Posteriormente coletar-se-ão informações relacionadas a práticas pedagógicas, relações de influência entre ambiente construído com a qualidade do processo ensino-

aprendizagem. Assim, utilizando-se estas orientações serão montados questionários fechados com alunos, entrevistas semi estruturadas com docentes e representantes discentes, bem como técnicos administrativos do CAC.

3.3.1. Walkthrough

O *Walkthrough* ou análise preliminar é uma análise geral do ambiente utilizando-se uma identificação descritiva das problemáticas e potencialidades encontradas. Esta comunicação é uma tentativa de sistematizar a aplicação de um método de análise de uso, o “*cognitive walkthrough*”. Pode então ser utilizada como um tutorial, apresentando um exemplo da aplicação do método a uma situação prática.

Nesta análise inicial serão levantados os dados referentes às instalações físicas do prédio central do Colégio. Desta forma serão planejados todos os itens que fazem referência à área na qual foi construída a edificação, a sua estrutura física e as suas instalações complementares.

A avaliação inicial limita-se a observar os elementos construtivos existentes no edifício central que compõe o Conjunto de Instalações do Colégio Agrícola de Camboriú, baseada no roteiro desenvolvido por Romero e Viana (2001). Para a consecução dos objetivos desta avaliação foram seguidos os seguintes passos: levantamento preliminar, tabulação dos dados observados, análise dos dados visando diagnosticar as áreas construtivas no edifício em questão.

3.3.2. Avaliação técnica

A Avaliação Técnica é aquela onde se levanta, quantifica e qualifica as condições de funcionamento e conservação dos componentes do edifício e da estrutura do mesmo, tais como: instalações (elétricas, hidrossanitárias, telefônicas, de rede de dados, etc.), revestimentos (pisos, paredes e teto) e esquadrias (portas e janelas) (CASTRO et al., 2004).

Esta avaliação deve permitir que se identifique, priorize e planeje a execução de manutenção e projetos futuros. Este método utiliza como instrumentos bases gráficas atualizadas (planta arquitetônica), fichas de levantamento técnico (descrição, quantificação e avaliação dos itens citados) e equipamentos de medição (trena, voltímetro, amperímetro, entre outros). E tem como produto o mapeamento técnico, as planilhas de quantificação, o mapa de ocorrência, o mapa de danos, os gráficos e o relatório de avaliação técnica.

3.3.3. Avaliação de qualidade

Na Avaliação de Qualidade objetiva-se verificar a qualidade e a funcionalidade do ambiente. Para Castro et al. (2004), a avaliação deve ser referente aos graus de funcionalidade (acessibilidade, limpeza e manutenção), segurança (riscos, acidentes e prevenção contra incêndios), adequação (tamanho do ambiente, pé direito, instalações, etc.) e conforto do ambiente (iluminação, conforto térmico e acústico, ventilação, entre outros).

Nesta etapa pode-se contar com ferramentas tais como fichas de levantamento de qualidade ambiental, bases gráficas e registro fotográfico. Como produto final se obtém gráficos de avaliação ambiental, levantamento de fluxo e rotinas de trabalho, além do relatório de avaliação quantitativa.

3.3.4. Avaliação de opinião do usuário

A Avaliação de Opinião do Usuário visa verificar a satisfação dos usuários (professores, servidores e alunos), quanto à qualidade dos espaços e sua inter-relação com o ambiente. Estas afirmações estão de acordo com que cita Castro et al. (2004), segundo o qual “a verificação do nível de satisfação dos usuários deve ser medida em relação à qualidade e funcionalidade adequada do edifício”.

Assim este módulo de avaliação permite que se apliquem os mais diversos instrumentos de pesquisa, tendo apenas a condicional de contar com o envolvimento do usuário, seja ele quando se aplica um questionário, uma entrevista ou mesmo em uma dinâmica de grupo.

3.3.5. Avaliação de adequação às normas

A Avaliação de Adequação às Normas ou de conformidade técnica é aplicada nos ambientes que devem obedecer a determinadas exigências ou recomendações quanto ao espaço construído.

Estas exigências ou recomendações são, segundo Castro et al. (2004), aquelas relativas ao espaço construído e provem de Normas Técnicas de órgãos como Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), da legislação vigente e de bibliografia especializada.

As fichas de adequação às Normas, ou seja, as ferramentas utilizadas neste módulo de avaliação convertem-se em gráficos e relatórios de conformidade técnica, que são os produtos desta análise.

4. PESQUISA DESCRITIVA

O universo da pesquisa limitou-se ao prédio central do Colégio Agrícola de Camboriú, unidade descentralizada da Universidade Federal de Santa Catarina, destinada à formação de técnicos de ensino Médio.

Este trabalho desenvolve então uma pesquisa teórico-prática com a aplicação dos conceitos e dos procedimentos metodológicos de avaliação pós-ocupação (APO), objetivando avançar no seu aprimoramento, experimentando técnicas empregadas nas APO's já desenvolvidas por outros autores, possibilitando, assim, a obtenção de resultados mais precisos e mais abrangentes. Tais procedimentos levam sempre em consideração, além da avaliação de desempenho técnico do edifício escolar, a satisfação de seus usuários (professores, servidores e alunos) em relação aos aspectos priorizados.

Em termos metodológicos, adotaram-se os procedimentos descritos por Castro et al. (2004). Esta metodologia prevê que quando aplicada corretamente em uma edificação, possa-se obter com o maior número de dados às necessidades da relação cliente/objetivo da avaliação/usuário.

Deste modo, como visto no capítulo anterior, este trabalho é desenvolvido didaticamente em cinco etapas, cujo objetivo central é de levantar o maior número de dados sobre a edificação, para que se possa no capítulo seguinte fazer uma análise destes dados e sugerir possíveis modificações, alterações ou mesmo adequações das unidades existentes, buscando adaptá-las as Normas vigentes.

4.1. Análise Preliminar ou Walkthrough

A descrição do prédio e os problemas nele eventualmente encontrados podem ter como origem os pormenores técnicos vinculados ao projeto arquitetônico original, à execução das obras, aos materiais empregados, ao tempo de uso e a outros motivos externos. Com base na pesquisa realizada, a análise de seus componentes, diagnósticos, observações e as informações obtidas in loco, foram adotados como itens de abordagem básica do edifício: o terrapleno, a fundação, a estrutura, a cobertura, os vãos, os parâmetros, os pavimentos, as instalações hidrossanitárias e elétricas.

Nesta etapa foram utilizadas como ferramentas uma máquina fotográfica e um caderno de campo, fazendo registros enquanto se percorria as instalações e o entorno. Abaixo apresentamos algumas imagens registradas nesta etapa.



Foto 02 – Vista da fachada do bloco central.



Foto 03 – Vista do corredor interno do bloco central. Acesso à secretaria e áreas



Foto 04 – Vista do corredor externo do bloco central. Acesso às salas de aula.



Foto 05 – Vista do bloco de salas de aula anexo ao bloco central.



Foto 06 – Vista da biblioteca, localizada no bloco de salas de aula anexo ao bloco central.



Foto 07 – Vista interna do refeitório.



Foto 08 – Vista interna da cozinha.



Foto 09 – Vista externa da cozinha a esquerda e do bloco de laboratórios à direita.

4.1.1. Terraplano

O cuidado específico na escolha do terreno não pode ser viabilizado, pois a área em questão foi doada pela Prefeitura Municipal de Camboriú. Entretanto, verificou-se que a opção pela locação dos edifícios foi realizada levando-se em conta: o tipo de solo, a vegetação, os cursos d'água e a infra-estrutura urbana existentes na época. Outro fator considerado foi à finalidade das edificações, para que as mesmas fossem compatíveis com a tipologia e seu uso. Deste modo, os patamares e taludes foram projetados dentro da boa técnica, considerando-se uma declividade não superior à proporção de 1:2, possibilitando inclusive melhor manutenção da cobertura vegetal.

Quanto aos acessos: escadas, rampas e caminhos, nada foi encontrado que não satisfizesse as mínimas condições de conforto. Portanto, o cuidado devido com sistema de drenagem, dos patamares, cristas e pés de taludes foi projetado de forma a evitar possíveis erosões.

4.1.2. Fundação

No que se pode observar da fundação, pormenores técnicos vinculados ao estaqueamento e colocação de blocos de pedra situados no talude e nas cristas, possibilitam uma visão do conhecimento técnico dos construtores e do ensejo destes em evitar possíveis deslizamentos com reflexos danosos de movimentação por recalque diferencial, evitando que o edifício sofresse danos ao longo do tempo.

4.1.3. Estrutura

Neste particular nada se tem a recomendar, uma vez que não existem colunas no prédio, apenas travamentos preventivos feitos pelos próprios tijolos maciços durante a fase de construção. O projeto original não previa estrutura de sustentação em concreto armado, tendo a própria alvenaria a função de sustentação das cargas axiais. Contém apenas uma cinta intermediária onde se apóia a laje de piso do 2º pavimento e uma cinta final para apoio do telhado.

Existe, ainda, uma escada de acesso ao segundo pavimento, cuja construção foi executada em concreto armado e revestida com placas de granitília. Maiores cuidados foram seguidos no detalhamento do sistema de vergas e contra-vergas, todos executados com alvenaria armada, não apresentando, após 50 anos de uso, quaisquer sinais de fissuramento ou descolamento dos tijolos.

4.1.4. Cobertura

No 2º pavimento, ao longo de todo o prédio não existe laje de cobertura. Como conseqüência, a armação do telhado em quatro águas foi executada usando-se tesouras, caibros, linhas, terças e sarrafos, todos em madeira de lei e cobertura em telhas cerâmicas. Os forros do pavimento superior e os beirais originais foram construídos em madeira. Hoje, porém, os mesmos foram substituídos por PVC, em função do ataque de agentes xilófagos.

O encontro de planos do telhado foi executado em madeira e cobertos por chapas de alumínio, para condução da água até as calhas e delas aos condutores. Em relação à vedação das empenas, não foram encontrados espaços entre paredes e telhado, não permitindo assim o acesso de pombos e/ou outros animais indesejáveis a parte interna da cobertura.

Não foram constatados problemas crônicos de infiltrações, sendo que a manutenção regular corrige pequenos problemas eventuais de desencaixe ou quebra de telhas. Os beirais oferecem proteção adequada a edificação. O pé direito elevado, somado com a grande inércia térmica das espessas paredes favorece um bom micro clima interno, auxiliado pelas telhas cerâmicas não esmaltadas.

4.1.5. Vãos

Por se tratar de uma construção executada há 55 anos, todos os vãos foram estruturados em alvenaria armada, o que limitou a possibilidade de se empregar grandes vãos de abertura de portas e janelas. Porém, o que chama a atenção, é que não se encontram patologias relacionadas a estas aberturas ou mesmo nas aberturas simples de passagens.

Todas as aberturas originais são confeccionadas em madeira de lei e encontram-se em bom estado de conservação. Os acessórios (ferragens) como borboletas, alavancas de manejo e fechos de ferro encontram-se, também, em bom estado de conservação. No que diz respeito ao dimensionamento e posicionamento das aberturas das salas de aula, salas administrativas, dos banheiros e demais áreas de serviço, as mesmas permitem boa iluminação e ventilação não tendo sido encontrado infiltração de água, formação de bolor, com conseqüente comprometimento estético e de salubridade de qualquer dos ambientes.

4.1.6. Parâmetros

No que se refere à parametrização do projeto, verifica-se que já na época existia uma preocupação com a paginação dos pisos e ladrilhos, tanto nos corredores quando no acabamento para os banheiros, área de serviço e cozinha condizentes com a estética, com a durabilidade e a segurança dos que a usam.

A pintura original e as demais subseqüentes foram executadas com cal. Somente mais tarde, com o advento das tintas PVC é que o prédio foi pintado com tinta pré-fabricada, advindo daí patologias tais como: empolamento superficial, descolamento da parte inferior da tinta, lascamento da tinta além de se observar várias camadas sobrepostas. Em relação às portas e janelas a pintura continua com tinta a base de óleo, o que as deixa muito próxima do estado inicial.

4.1.7. Pavimentos

A edificação ora detalhada possui dois pavimentos, contendo salas de aulas, salas de apoio pedagógico, salas destinadas à administração e banheiros nos dois pavimentos. Destaque-se aqui a diferença apenas no que diz respeito ao forro, já que no pavimento térreo existe laje de cobertura rebocada e, no segundo, forro de PVC na cor branca em toda sua extensão.

Como já referido anteriormente, a interligação entre um andar e outro é feito por uma única escada central, construída em concreto, revestida com granitília, cuja passagem é obrigatória por todos que transitam de um pavimento a outro. Como atualmente não existem salas de aula do pavimento superior, a dimensão da escada é adequada ao uso, sendo confortável em suas proporções.

4.1.8. Instalações hidrossanitárias

As duas caixas de água de 2.000 litros estão posicionadas na área central do WC do 2º pavimento sobre duas vigas de madeira a 1,50 m de altura acima do forro. Toda a tubulação de água limpa inicialmente em ferro já foi substituída por tubulação de PVC.

Da mesma forma, as tubulações de esgoto, caixas de inspeção e ralos do pavimento térreo foram substituídos, uma vez que as tubulações de esgoto eram de manilha cerâmica e os ralos de ferro fundido além de parte dos encanamentos de saída das pias compostas de canos de chumbo, devido a sua flexibilidade.

A adoção de novas instalações hidráulicas foi uma exigência da sociedade e a adequação dos ambientes as novas normas, condição idêntica a ocorrida com a segurança contra incêndio, hoje feita apenas com extintor, uma vez que a edificação não possui nenhuma tubulação hidráulica capaz de suportar um hidrante destinado a emergência.

4.1.9. Instalações elétricas

De todas as observações feitas, a condição de funcionamento das instalações elétricas foi a que obteve maior impacto, visto que em grande parte são as mesmas executadas há meio século. Uma avaliação do sistema elétrico existente indica a necessidade urgente de se rever e redimensionar todos os circuitos elétricos, instalando-se novas caixas e disjuntores, redimensionando a sua potência nominal e a bitola dos fios que os interligam. A espessura dos cabos elétricos instalados, fase, neutro e terra, devem ser redimensionados, uma vez que a bitola é incompatível com a carga hoje instalada, gerando constantemente queda de potência, além de que em quase toda sua extensão não existir aterramento.

Como ainda hoje, grande parte da fiação passa pela tubulação antiga feita de ferro, constantes choques são sentidos ao longo do prédio e por conseqüência instabilidade elétrica é constatada nos equipamentos instalados. Em relação à iluminação artificial a edificação apresenta problemas, pois tendo pé direito alto e sendo a mesma toda iluminada com lâmpadas fluorescentes, em dias nublados ou no período noturno a maioria dos ambientes são muito escuros.

4.2. Avaliação Técnica

Como visto anteriormente o foco do trabalho é dado às instalações centrais do colégio, onde estão localizados o bloco inicial e o bloco de laboratórios. A implantação do bloco central toma partido da topografia do terreno, possibilitando uma posição elevada em relação ao entorno, possibilitando a proteção da edificação contra intempéries, mas sem prejudicar a acessibilidade ao pavimento térreo.

O entorno da edificação é conformado por jardins e passeios, que em alguns momentos competem com a crescente demanda por vagas de estacionamento, porém a disposição das salas de aula com um corredor externo voltado a um jardim possibilita a criação de um espaço agradável e confortável.

Através da avaliação técnica foi realizado o mapeamento do prédio central do Colégio Agrícola de Camboriú cujas plantas são apresentadas respectivamente nas Figuras 01 a 05.

A numeração em destaque nos ambientes representados em planta baixa faz referência à codificação adotada para a avaliação dos ambientes que veremos a seguir.

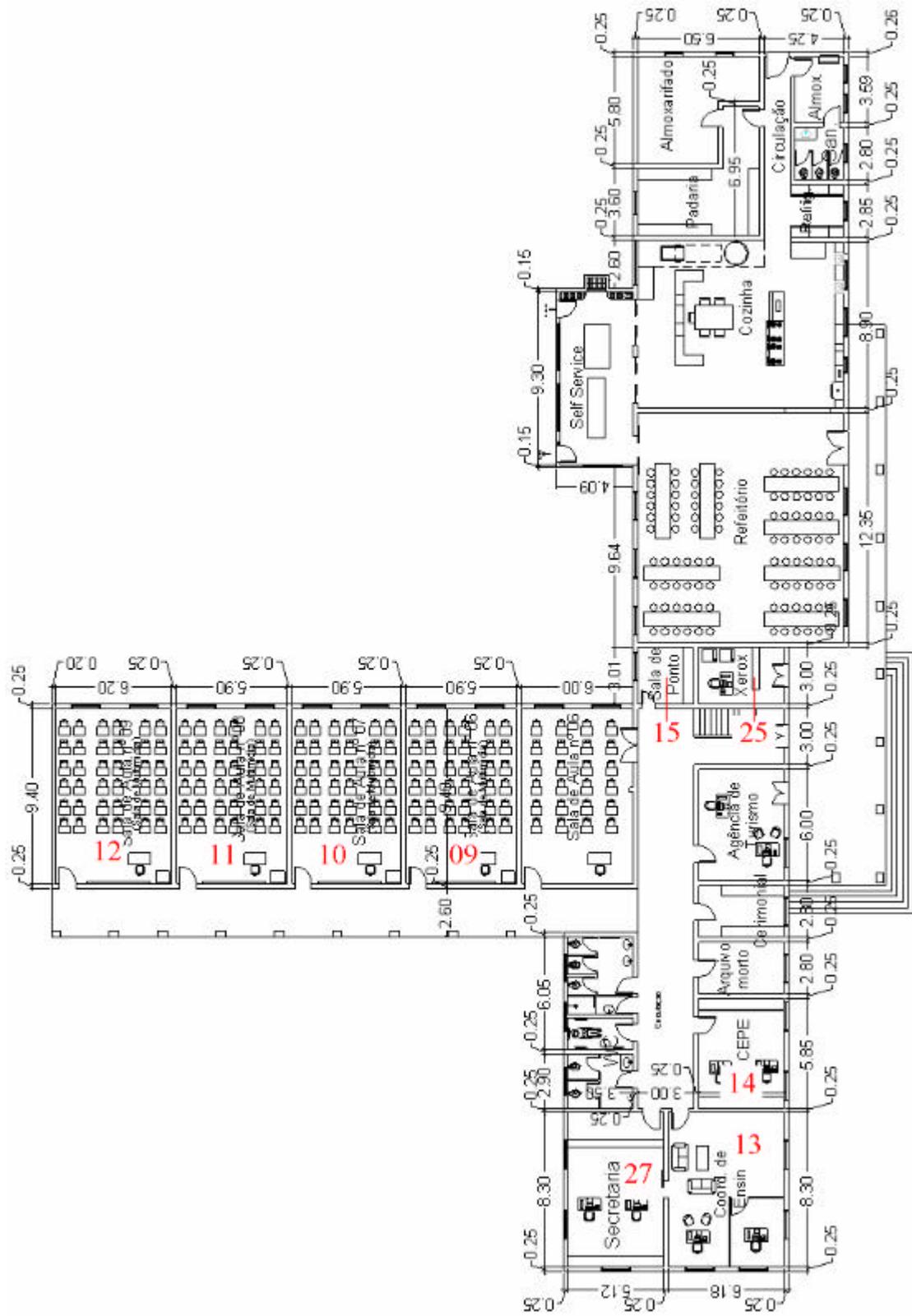


Figura 01- Planta baixa do pavimento térreo do bloco central

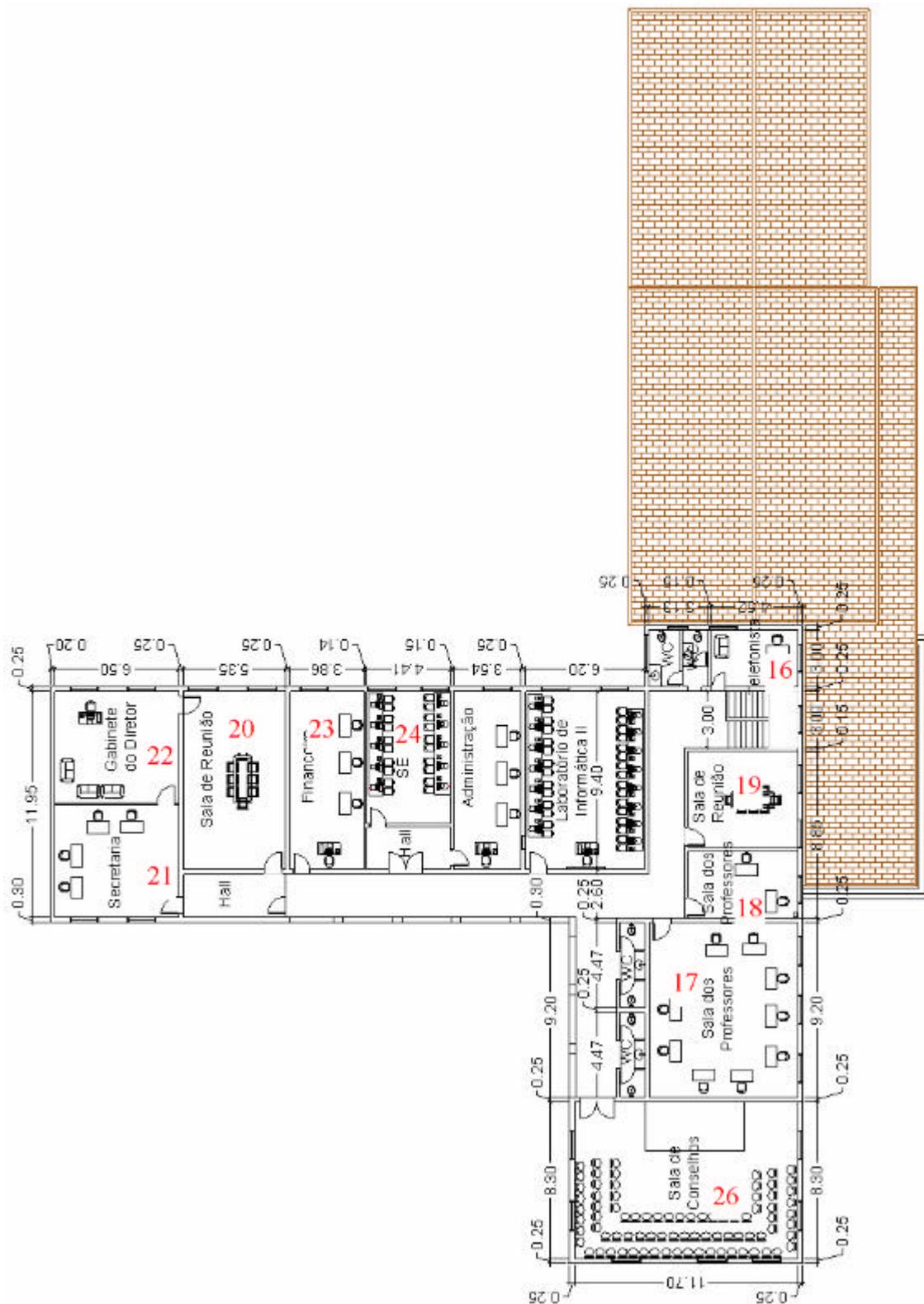


Figura 02 - Planta baixa do primeiro pavimento do bloco central

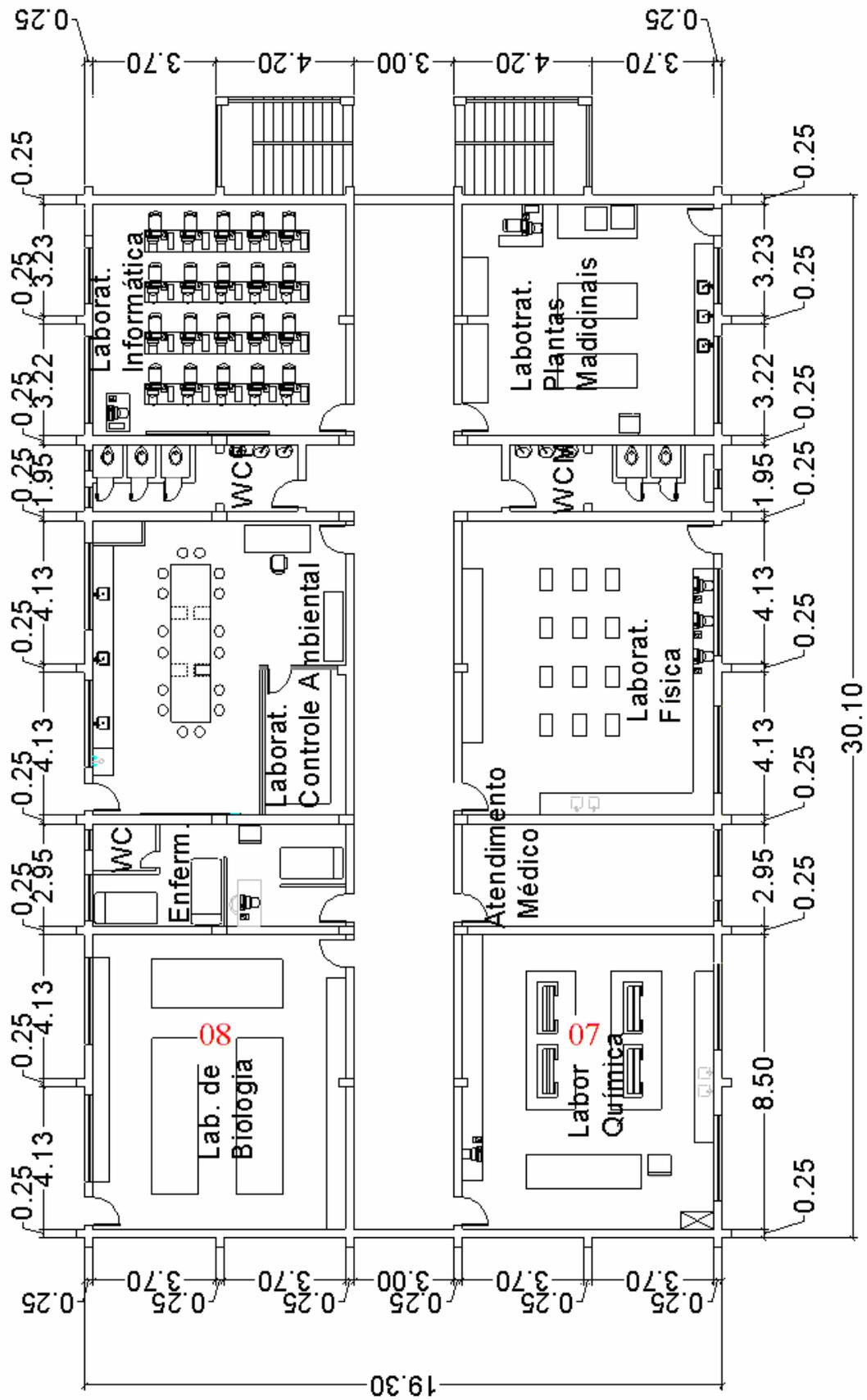


Figura 03 - Planta baixa do pavimento térreo do bloco de laboratórios

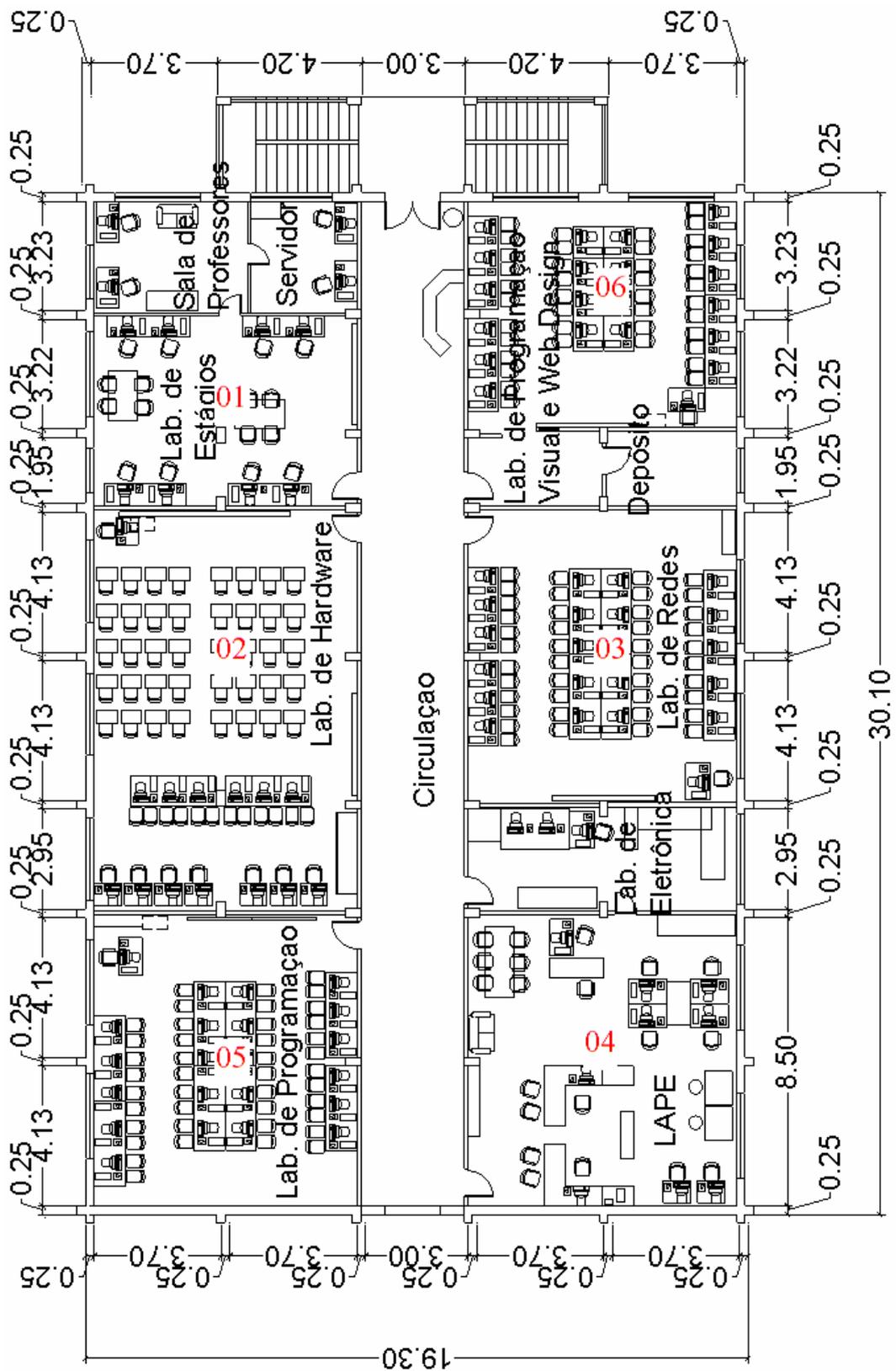


Figura 04 - Planta baixa do primeiro pavimento do bloco de laboratórios



Figura 05 - Planta de situação do bloco central e do bloco de laboratórios

4.3. Avaliação de Qualidade

Objetiva-se nesta etapa a análise da qualidade e funcionalidade do ambiente. Esta avaliação deve ser referente aos graus de funcionalidade, segurança, adequação, pé direito, instalações elétricas e hidráulicas e do conforto do ambiente, entre outros.

Com base no mapeamento feito na Avaliação Técnica, percorreu-se os diversos ambientes do bloco central da instituição de ensino buscando qualificar os elementos físicos

do edifício, observando eficiência, adequação e principalmente o estado de conservação. No quadro abaixo as letras representam a qualidade do item avaliado no ambiente referenciado.

Quadro 01 –Estado físico das instalações do bloco central

SALA	Tipo de Piso		Cortina	Estado do teto	Pintura	Iluminação	Ventilador	Ar Condicionado	Porta	Janela	Moveis
	Taco	Cerâmica									
01 Lab. Estágio EEEstágio	-	O	B	O	B	R	-	O	B	R	R
02 Lab. Hard.	-	O	B	O	O	R	-	O	B	B	B
03 Lab. redes	-	O	B	O	O	R	-	O	B	B	B
04 Lab. mat(i)²	-	O	O	O	O	B	-	O	B	B	B
05 Lab. Soft. SofwSOFsoftwar	-	O	R	O	B	B	-	O	B	R	B
06 Lab. design	-	O	R	O	B	B	-	O	B	B	B
07 Lab. química	-	O	-	O	O	B	-	-	B	B	O
08 Lab. biologia	-	O	-	O	O	B	-	-	B	B	O
09 Sala-06	B	-	R	O	R	B	R	-	R	R	R
10 Sala-07	B	-	R	O	R	B	B	-	R	R	R
11 Sala-08	B	-	R	B	R	B	R	-	B	B	R
12 Sala-09	B	-	R	B	R	B	R	-	R	R	R
13 Coord. Ensino nsEnsino	R	-	O	O	B	B	-	O	B	R	R
14 Cepe	B	-	O	O	B	B	-	-	B	R	R
15 Livro ponto	-	R	O	B	R	B	-	-	B	R	R
16 Telefonia	B	-	O	O	B	B	-	O	O	R	R
17 Sala prof. 1	-	R	O	B	R	R	-	B	B	R	B
18 Sala prof. 2	-	B	O	R	B	R	-	O	R	R	B
19 Sala prof. 3	R	-	O	O	O	B	-	O	B	R	R
20 Sala reunião	R	-	O	B	O	B	B	O	O	R	B
21 Sala Direção	R	-	O	R	O	B	-	O	B	R	B
22 Gabinete	R	-	O	R	O	R	-	O	B	R	B

23 Coord. Adm.	R	-	O	O	B	B	-	O	B	R	R
24 Seti	R	-	O	O	R	B	-	O	B	R	R
25 Xérox	O	-	-	O	B	B	-	O	B	-	B
26 Sala Conselho	B	-	O	R	R	R	-	O	B	R	B
27 Secretaria esc.	O	-	O	O	R	B	-	O	B	R	R

Legenda: **R** = Ruim **B** = Bom **O** = Ótimo

4.4. Avaliação de Opinião do Usuário

Como observado anteriormente, a Avaliação de Opinião do Usuário visa verificar a satisfação dos usuários (professores, servidores e alunos), quanto à qualidade dos espaços e sua inter-relação com o ambiente. Assim este módulo de avaliação permite que se apliquem os mais diversos instrumentos de pesquisa, tendo apenas a condicional de contar com o envolvimento do usuário. No presente trabalho esta avaliação se deu pelo preenchimento de um questionário distribuído aos professores, servidores e alunos.

Este questionário foi elaborado após a compilação dos dados da Avaliação de Qualidade, que permitiu elencar alguns elementos importantes para o aprofundamento da pesquisa. Foram distribuídos 342 questionários aos usuários das instalações centrais do Colégio, que deveriam responder sobre seu grau de satisfação (ruim, médio ou bom) em relação aos seguintes itens: ventilação, pintura, iluminação, mobiliário e limpeza.

O questionário foi aplicado na sua grande maioria dentro do ambiente pesquisado, com o usuário inserido no local avaliado. Este fato foi bastante interessante para a pesquisa, pois além de um grande número de participação, alunos, professores e servidores transmitiam sua avaliação instantânea, sem a necessidade de recorrer à memória, o que, neste estudo de caso onde a instituição possui vários ambientes, utilizados muitas vezes pelas mesmas pessoas, auxiliou no processo de identificação dos problemas.

Alguns ambientes administrativos, principalmente a Sala do Livro Ponto (onde os professores assinam o ponto e possuem escaninhos pessoais) e a Sala dos Conselhos (um auditório), foram deixados alguns questionários a disposição com um local para coleta, pois são de uso esporádico.

Este processo resultou em 225 questionários. Os resultados foram tabulados em escala de variação de 5% (cinco por cento) conforme Quadro 02.

Quadro 02 – Índice de satisfação média dos professores, servidores e alunos

SALAS	Ventilação			Pintura			Iluminação			Mobiliário			Limpeza		
% satisfação	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B
01 Lab Estágio	20	50	30	0	25	75	40	40	20	0	40	60	5	35	60
02 Lab Hard	20	50	30	0	25	75	40	40	20	0	40	60	5	35	60
03 Lab redes	20	50	30	0	25	75	40	40	20	0	40	60	5	35	60
04 Lab matii	20	50	30	0	25	75	40	40	20	0	40	60	5	35	60
05 Lab software	20	50	30	0	25	75	40	40	20	0	40	60	5	35	60
06 Lab design	20	50	30	0	25	75	40	40	20	0	40	60	5	35	60
07 Lab química	20	50	30	0	25	75	40	40	20	0	40	60	5	35	60
08 Lab biologia	20	50	30	0	25	75	40	40	20	0	40	60	5	35	60
09 Sala-06	10	50	40	35	55	10	60	30	10	30	50	20	10	30	60
10 Sala-07	10	50	40	35	55	10	60	30	10	30	50	20	10	30	60
11 Sala-08	10	50	40	35	55	10	60	30	10	30	50	20	10	30	60
12 Sala-09	10	50	40	35	55	10	60	30	10	30	50	20	10	30	60
13 Coord Ensino	0	60	40	0	60	40	20	65	15	0	70	30	10	70	20
14 Cepe	0	60	40	0	60	40	20	65	15	0	70	30	10	70	20
15 Livro ponto	0	60	40	0	60	40	20	65	15	0	70	30	10	70	20
16 Telefonia	0	60	40	0	60	40	20	65	15	0	70	30	10	70	20
17 Sala Prof. 1	40	50	10	20	50	30	40	40	20	10	60	30	10	70	20
18 Sala Prof. 2	40	50	10	20	50	30	40	40	20	10	60	30	10	70	20
19 Sala Prof. 3	40	50	10	20	50	30	40	40	20	10	60	30	10	70	20
20 Sala reunião	40	50	10	20	50	30	40	40	20	10	60	30	10	70	20
21 Sala direção	0	60	40	0	60	40	0	70	30	10	70	20	0	80	20
22 Gabinete	0	60	40	0	60	40	0	70	30	10	70	20	0	80	20
23 Coord. Geral	0	60	40	0	60	40	0	70	30	10	70	20	0	80	20
24 Seti	40	50	10	20	50	30	40	40	20	10	60	30	10	70	20
25 Xérox	0	60	40	0	60	40	20	65	15	0	70	30	10	70	20
26 Sala Conselho	50	40	10	50	40	10	60	30	10	0	70	30	25	55	20
27 Secretaria	0	60	40	0	60	40	20	65	15	0	70	30	10	70	20
% satisfação SALAS	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B
	Ventilação			Pintura			Iluminação			Mobiliário			Limpeza		

Legenda adotada: R – ruim M – médio B – bom

4.5. Avaliação de Adequação às Normas

Após as etapas de Avaliação de Qualidade e Avaliação de Opinião do Usuário a Avaliação de Adequação às Normas foi dirigida à iluminação, uma vez que esta se demonstrou ineficiente em vários ambientes e alvo de insatisfação dos usuários.

Avaliação de adequação às Normas ou de conformidade técnica aplicada a esta pesquisa prevê a adequação da carga lumínica instalada em cada ambiente e que devem obedecer às exigências da NBR 5413 (ABNT, 1992), iluminação de interiores e recomendações em relação ao espaço construído e a que se destina o ambiente.

Estas exigências ou recomendações provenientes das Normas Técnicas de conforto ambiental⁴ e conforto visual⁵ nos remetem as principais grandezas do ambiente lumínico, ou seja, iluminação suficiente, boa distribuição de iluminância, ausência de ofuscamento e contrastes adequados (equilíbrio de luminâncias), pois caso haja um desequilíbrio entre estes princípios poderão surgir desconfortos causados por falta de boa iluminação como astenopia (cansaço visual), dores de cabeça, baixa produtividade e riscos de acidentes.

As fichas de adequação às Normas, ou seja, as ferramentas utilizadas neste módulo de avaliação convertem-se em gráficos e relatórios de conformidade técnica, que são os produtos desta análise.

Para realizar as medições de luminosidade, a metodologia de pesquisa incluiu o levantamento das características físicas de cada ambiente avaliado, a que altura se faria os registros (altura em relação ao chão e aos alunos em suas carteiras), a área de cada ambiente, a medição somente com luz artificial e com luz natural, o registro fotográfico e anotações sobre eventuais observações encontradas e que estivessem em consonância com a metodologia proposta.

Determinou-se primeiramente a quantidade de pontos a serem medidos e a localização dos mesmos em cada sala de aula, laboratórios, administração e etc. Sendo assim foram escolhidos três pontos em cada sala de aula, mesa do professor, meio da classe e no fundo de classe, todos a uma altura de trabalho de 0,75m em relação ao piso, conforme prevê a Norma NBR 5413 (ABNT, 1992).

A partir dos dados anteriores e para que se fizesse a coleta de dados relativos à iluminância interna dos ambientes, foi utilizado o aparelho chamado Luxímetro Digital Datalogger (RS232) modelo LDR-380, cuja função é indicar a quantidade de lumens em um dado ponto.

A iluminância foi medida nestes pontos de três maneiras diferentes:

- a) apenas com a iluminação artificial
- b) com a iluminação artificial e natural
- c) somente com a iluminação natural.

O objetivo deste trabalho é partir dos dados relativos à medição da intensidade luminosa nestes ambientes e compará-los com as recomendações da NBR 5413 (ABNT, 1992), - Iluminância de Interiores e com isto, apresentar um diagnóstico.

⁴ O conforto ambiental tem como objetivo adequar os princípios físicos envolvidos e as necessidades de caráter ambiental higrotérmicas, visuais, acústicas e da qualidade do ar interno aos projetos construtivos.

⁵ Conforto visual é entendido como a existência de um conjunto de condições, num determinado ambiente, no qual o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de presteza (medida da habilidade do olho humano em discernir detalhes) e precisão visual.

Os resultados obtidos estão dispostos a seguir em tabelas e gráficos comparativos entre as diferentes maneiras de iluminação, em diferentes setores do colégio e o que prescreve a Norma NBR 5413.

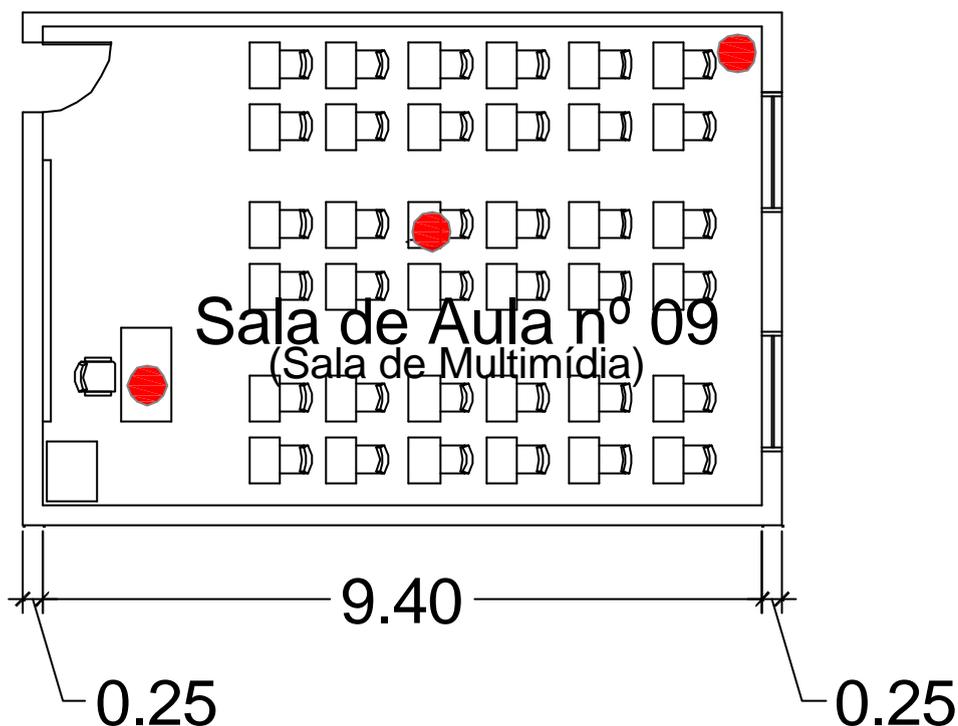


Figura 06 - Mostra os locais na qual se fizeram as avaliações.



Figura 07 - Mostra o Luxímetro no local em que se fez a avaliação.

O quadro a seguir apresenta o resultado das medições realizadas, classificando por ambiente, data e hora da medição, situação da iluminação (iluminação artificial = energia; iluminação artificial e natural = energia + natural; iluminação natural = natural), as médias registradas por situação da iluminação e a média geral de todos os valores levantados.

Os valores levantados estão em lumens categorizados pela posição em relação ao ambiente, sendo a letra "c" equivalente ao ponto no começo da sala, "m" ao meio e "f" ao final.

Quadro 03 - Planilha do levantamento da iluminação das instalações do bloco central

SALA	DATA	HORA	Energia	Energia + natural	Natural	Médias p/ tipo de ilum.	Média geral
01 Lab. Estagio	6/3/2008	16h45m	c-145 m-105 f-80	c-160 m- 160 f-380	c-25 m-65 f-311	110-233-134	159
02 Lab. Hard.	6/3/2008	16h45m	c-145 m-130 f-130	c-370 m-160 f-120	c-160 m-60 f-101	135-216-107	153
03 Lab. redes	11/3/2008	15h45m	c-110 m-140 f-155	c-170 m-200 f-160	c-98 m-64 f-43	135-177-68	127
04 Lab. Mat(i) ²	11/3/2008	15h45m	c-245 m-140 f-320	c-350 m-205 f-345	c-315 m-105 f-160	235-300-193	243
05 Lab. Soft.	11/3/2008	15h45m	c-110 m-65 f-93	c-245 m-100 f-162	c-240 m-150 f-140	89-169-177	145
06 Lab. design	11/3/2008	15h45m	c-168 m-168 f-200	c-195 m-205 f-200	c-35 m-35 f-20	178-200-30	136
07 Lab. química	11/3/2008	16h00m	c-83 m-96 f- 180	c-180 m-108 f-210	c-120 m-15 f-125	120-166-87	124
08 Lab. Bio.	11/3/2008	16h00m	c-78 m-95 f-91	c-158 m-155 f- 123	c-100 m-130 f-40	88-145-90	108
09 Sala-06	11/3/2008	16h00m	c-245 m-218 f-255	c-237 m-231 f-269	c-10 m-25 f-39	239-246-25	170
10 Sala-07	11/3/2008	16h00m	c-246 m-278 f-290	c-228 m-250 f-260	c-10 m-19 f-31	271-246-20	179
11 Sala-08	11/3/2008	16h00m	c-270 m-250 f-220	c-251 m-241 f-200	c-10 m-19 f-65	246-230-31	169
12 Sala-09	11/3/2008	16h15m	c-275 m-290 f-282	c-266 m-276 f-267	c-10 m-13 f-15	282-269-13	188

13 Coord. Ensino	11/3/2008	16h15m	c-197 m-188 f-180	c-206 m-185 f-190	c-19 m-13 f-15	188-193-16	132
14 cepe	11/3/2008	16h15m	c-143 m-222 f-180	c-175 m-272 f-214	c-42 m-56 f-41	182-220-46	149
15 Livro ponto	11/3/2008	16h15m	c-180 m-182 f-170	c-177 m-190 f-181	c-4 m-19 f-15	177-130-13	124
16 Telefonia	11/3/2008	16h15m	c-200 m-203 f-201	c-222 m-231 f-230	c-36 m-40 f-39	201-228-38	156
17 Sala prof. 1	11/3/2008	16h40m	c- 163 m-180 f-190	c-175 m-190 f-200	c-19 m-20 f-12	178-188-17	128
18 Sala prof. 2	11/3/2008	16h40m	c-200 m-75 f-206	c-200 m-80 f-218	c-1 m-8 f-15	160-166-8	110
19 Sala prof. 3	11/3/2008	16h40m	c-125 m-362 f-193	c-122 m-385 f-200	c-2 m-29 f-23	227-236-18	160
20 Sala reunião	11/3/2008	17h00m	c-115 m-400 f-238	c-133 m-426 f-271	c-19 m-38 f-61	251-277-39	189
21 Sala direção	11/3/2008	17h00m	c-75 m-250 f-227	c-170 m-290 f-240	c-130 m-50 f-15	184-233-65	161
22 Gabinete	11/3/2008	17h00m	c-275 m-271 f-265	c-280 m-275 f-278	c-12 m-25 f-27	270-278-21	189
23 Coord Adm.	11/3/2008	17h00m	c-287 m-300 f-295	c-290 m-315 f-433	c-10 m-41 f-170	294-346-74	237
24 Seti	11/3/2008	17h15m	c-218 m-205 f-190	c-318 m-283 f-224	c-120 m-81 f-50	204-275-84	187
25 Xérox	11/3/2008	17h15m	c-80 m-75 f-77	c-87 m-86 f-82	c-10 m-12 f-12	77-85-11	58

26 Sala Conselhos	11/3/2008	17h15m	c-67 m-116 f-105	c-68 m-120 f-106	c-3 m-7 f- 8	96-98-06	66
27 Secret. Escolar	11/3/2008	17h15m	c-114 m-126 f-84	c-115 m-121 f-113	c-2 m-10 f-45	140-147-19	102

Legenda: c- começo m – meio f- fim

A partir do levantamento e as medições executadas no local foi possível gerar gráficos que permitem avaliar resultados obtidos. Como exemplo apresentamos o ambiente 09 – “Sala 06”.

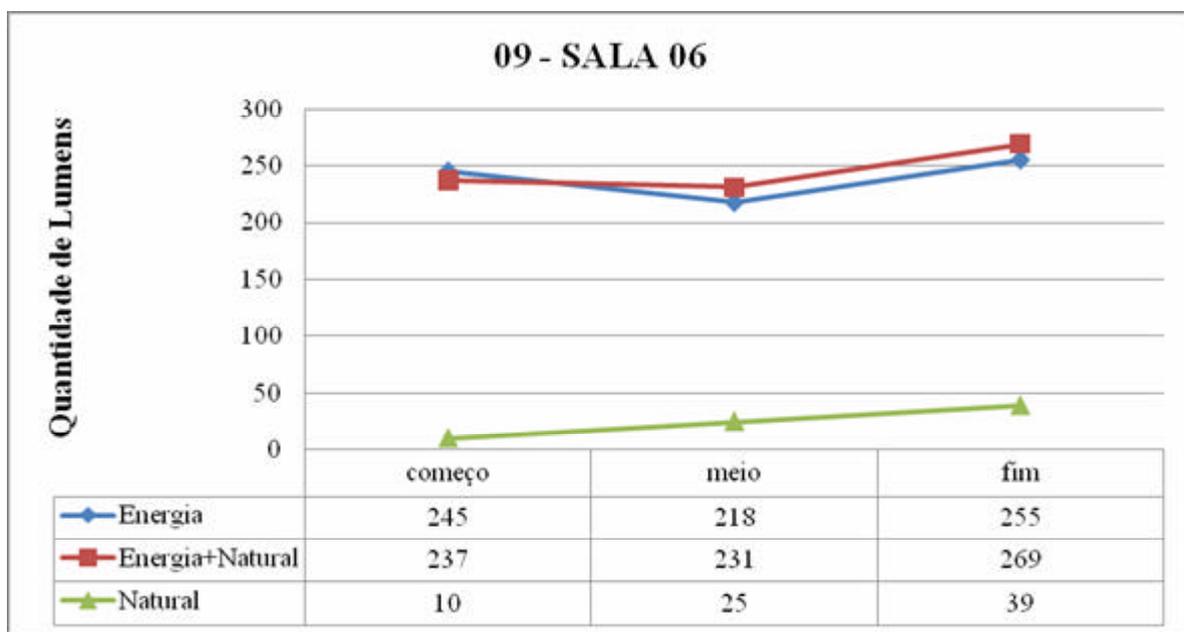


Gráfico 01 – Quantidade de Lumens na sala 06 por situação de iluminação.

Podemos observar no gráfico acima um desempenho muito baixo deste ambiente em relação à iluminação natural. Apesar de ter uma grande área envidraçada voltada a nordeste, podemos observar na planta de situação, o bloco de laboratórios, que teve sua construção em um período posterior ao bloco central, causa interferência na passagem da luz. Por consequência do pouco aproveitamento da iluminação natural observa-se que as linhas representando “Energia” e “Energia+Natural” estão muito próximas

O gráfico a seguir apresenta o desempenho do ambiente 23 – Coordenação administrativa, que fica no segundo pavimento do bloco central.

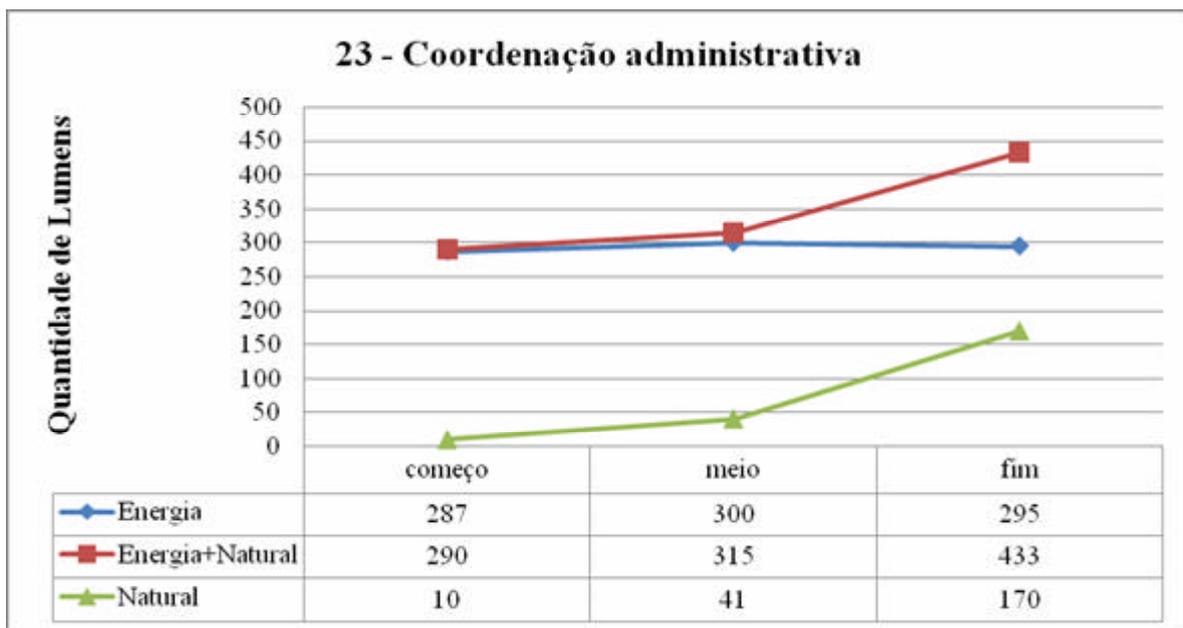


Gráfico 01 – Quantidade de Lumens na coordenação administrativa por situação de iluminação.

Este ambiente apresentou um aproveitamento melhor da iluminação natural, não sofrendo, portanto, tanta influência da construção do bloco de laboratórios. Contudo, observamos que a distribuição dentro do ambiente é bastante irregular, com grande concentração nos fundos, junto à área envidraçada. Observa-se ainda que a iluminação artificial tem uma distribuição uniforme, como representado na linha “Energia”, o que leva a um pico da linha “Energia+Natural” justamente nos fundos do ambiente, região aonde a iluminação natural é notável. Os gráficos a seguir apresentam o desempenho de algumas salas do bloco de laboratórios.

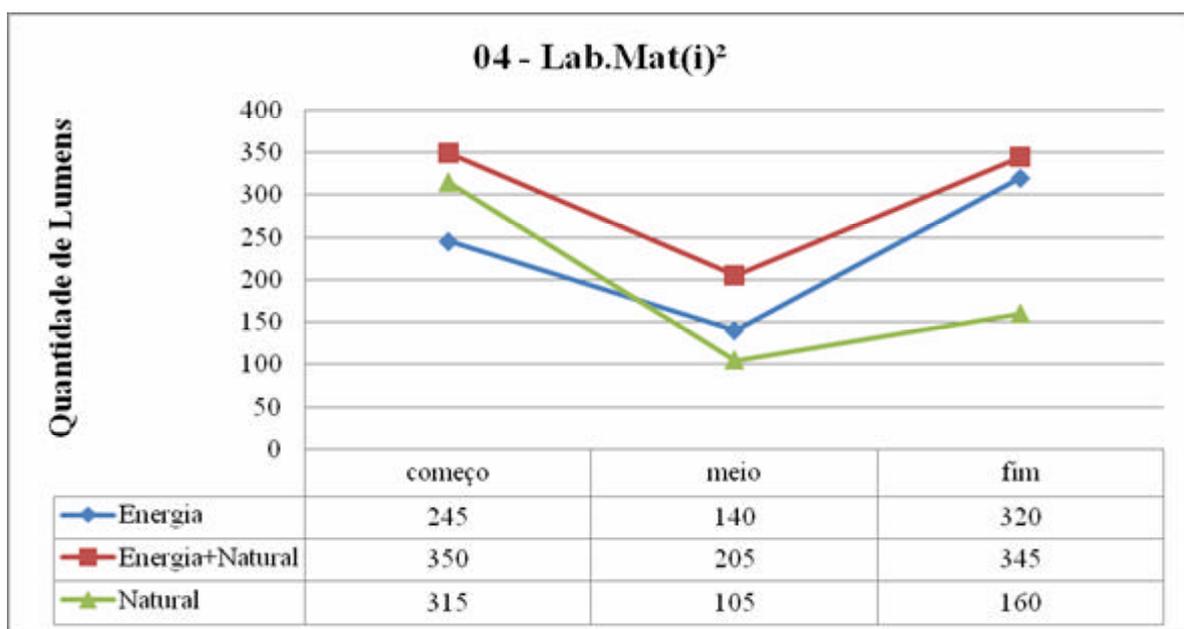


Gráfico 02– Quantidade de Lumens no Lab.Mat(i)² por situação de iluminação.

No bloco de laboratórios a disposição das janelas não fica ao fundo das salas, como no bloco central, e sim lateralmente. Esta solução se demonstrou mais eficiente como vemos nos gráficos. Observamos ainda um decaimento na medição central, tanto na iluminação natural como na iluminação artificial.

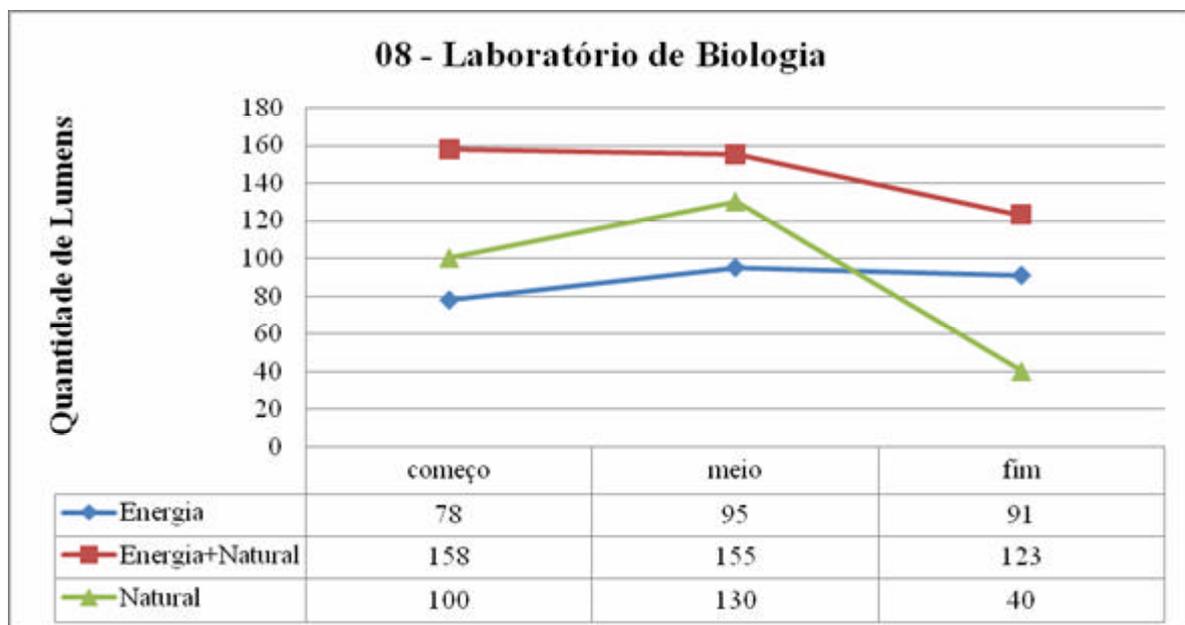


Gráfico 03 – Quantidade de Lumens no Lab.Bio. por situação de iluminação.

No ambiente 08 a distribuição da energia artificial é mais regular, contrapondo com o decaimento da iluminação natural no fundo da sala, com um valor de 40 lumens. Esta sala fica localizada no pavimento térreo do bloco de laboratórios, face noroeste, muito próxima ao talude realizado no morro, o que diminuiu bastante o aproveitamento da iluminação natural.

Portanto, observa-se que em geral as salas do bloco de laboratórios conseguem aproveitar melhor a iluminação natural, tendo sido observado que os fatores que mais estão influenciando nesta situação são a disposição das janelas no sentido longitudinal do ambiente e a presença de obstáculos externos.

O próximo gráfico apresenta um comparativo entre os ambientes analisados quanto a suas médias de Iluminância por situação de iluminação.

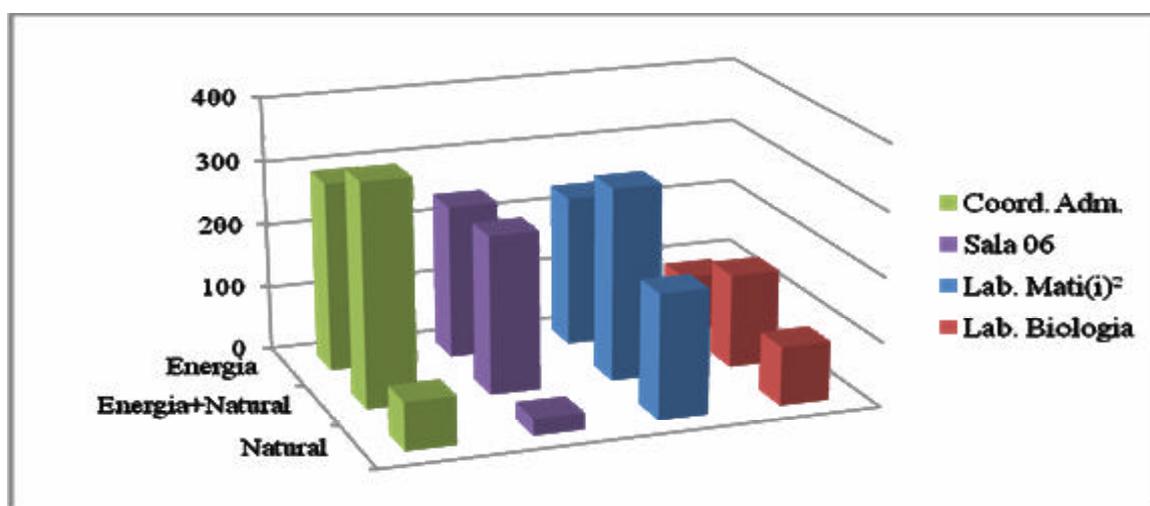


Gráfico 04 – Comparativo entre as médias de Lumens por situação de iluminação.

5. DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES

Especificamente neste trabalho, a ênfase especial é dada ao conforto do usuário em relação à iluminação, uma vez que nos levantamentos anteriores os usuários em sua maioria apresentavam insatisfação em relação à luminosidade em sala de aula.

Uma vez feito o diagnóstico, analisa-se os valores obtidos, apresentando soluções à administração do Colégio Agrícola de Camboriú. Sugestões estas que propõem possíveis correções da parte de iluminação, com indicação do tipo de luminária, quantidade e localização das mesmas, visando a melhoria da aprendizagem e o bem estar de seus usuários.

Analisaremos primeiramente as recomendações normatizadas para estes ambientes e as variáveis implicadas. A seguir poderemos através de cálculos matemáticos definir a quantidade e o tipo de luminária ideal para atingir o nível de luminância pretendida.

5.1. Nível de Iluminância adequado

Consultando-se a NBR 5413 (ABNT, 1992), para este ensaio, estipula-se a Iluminância média das áreas de ensino em 500 lx e 300lx para áreas administrativas. Os gráficos a seguir apresentam um comparativo dos níveis de Iluminâncias médias dos ambientes analisados em relação ao recomendado pela norma.

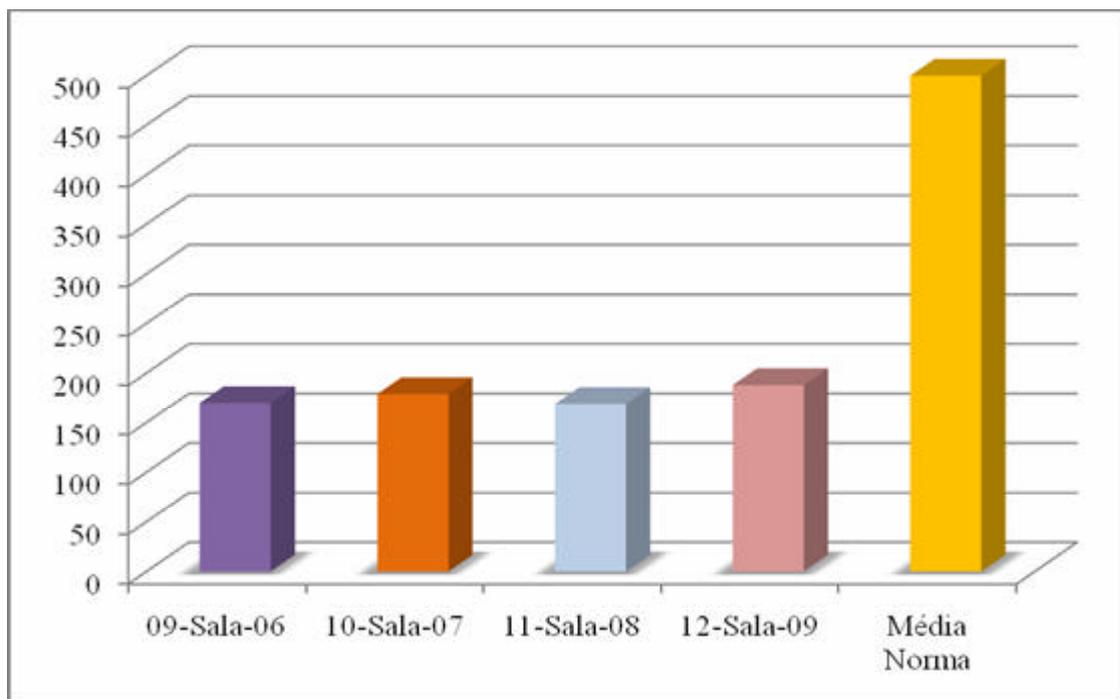


Gráfico 05 – Comparativo da média geral de Lumens das salas do pavimento térreo do bloco central com a Norma.

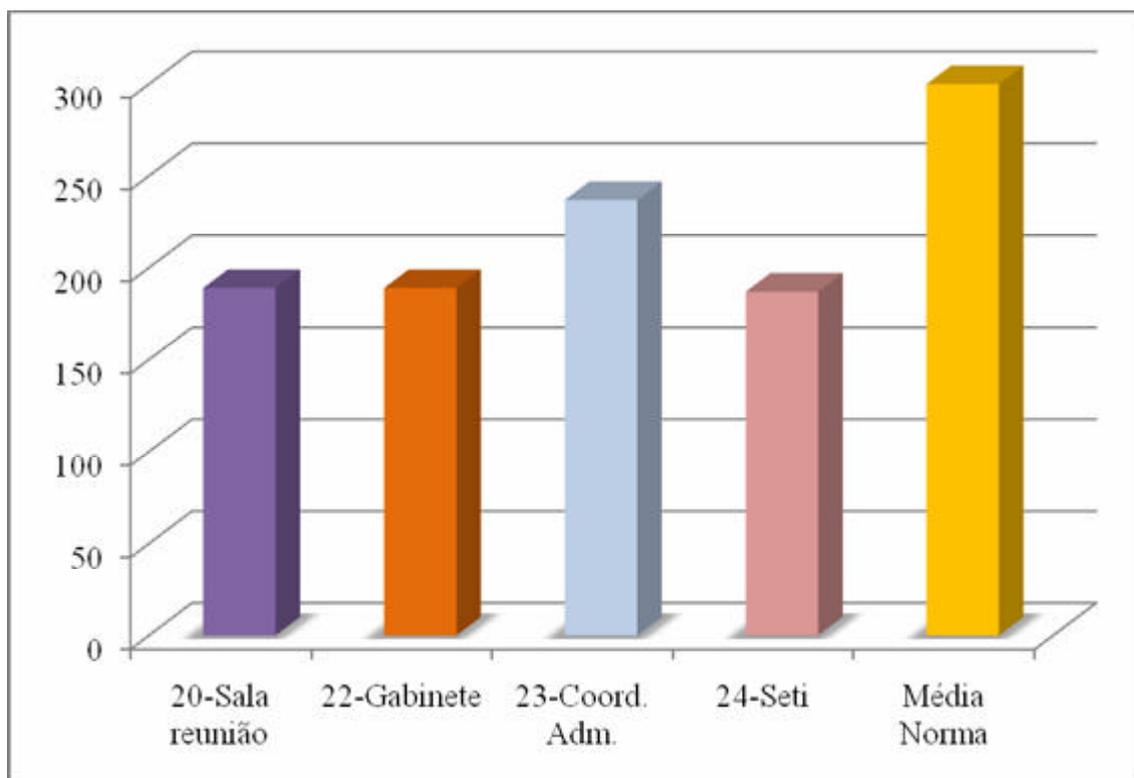


Gráfico 06 – Comparativo da média geral de Lumens das salas do pavimento superior do bloco central com a Norma.

A área com o melhor índice de Iluminância relativo e que atinge o que a Norma NBR 5413 (ABNT, 1992), - Iluminância de Interiores prevê é o setor administrativo, onde encontramos as salas de diretores, gabinetes, coordenação, e diversas outras atividades relacionadas a este setor.

Todos os demais gráficos estão em anexo (Apêndice B) onde pode-se observar que o índice de Iluminância das salas de aula e laboratórios não apresentam a quantidade mínima de luxes recomendado pela Norma NBR 5413 (ABNT, 1992).

5.2. Análise dos Fatores de Influência na Qualidade da Iluminação

5.2.1. Fator de depreciação

O fator de depreciação (Fd) fica assim caracterizado: ambiente salubre, com boa manutenção (em caso de queima, troca imediata; limpeza das luminárias a cada seis meses). Fd = 1,25 (corresponde a uma margem de depreciação de 20% da Iluminância média necessária).

5.2.2. Limitação de ofuscamento

O ofuscamento não deverá ocorrer, uma vez que superfícies dos móveis e objetos não são lisas ou espelhadas. O ofuscamento direto será evitado se forem empregadas luminárias, cujo ângulo de abertura de fecho acima de 45° não apresentar Luminâncias acima de 200 cd/m².

Cd/m² = candelas por m²

5.2.3. Proporção harmoniosa entre luminâncias

Partindo-se do princípio de que a iluminação será distribuída de forma homogênea ao longo da sala e que as janelas estarão recobertas por blecautes, conclui-se que não haverá diferenças muito grandes entre as Luminâncias, já que os Coeficientes de Reflexão dos componentes da sala (Refle tâncias) também não se diferenciam acentuadamente.

A proporção entre as Luminâncias recomendada será provavelmente alcançada através da natural variação de Iluminância incidente sobre as diferentes superfícies.

5.2.4. Efeitos luz e sombra

As luminárias deverão ser colocadas lateralmente às mesas de trabalho, para se evitar que haja reflexo ou sombra que prejudique as atividades. Recomenda-se, portanto, que as janelas localizadas diante dos terminais de vídeo sejam protegidas por persianas ou cortinas, para se evitar que a alta Luminância seja refletida e que o operador faça sombra sobre a tela.

5.2.5. Tonalidades de cor da luz

Para o ambiente de uma sala de aula e Iluminância de 500 lx recomenda-se que a tonalidade de Cor da luz seja Branca Neutra (aproximadamente 4000K).

5.2.6. Reprodução de cores

Aconselha-se que o Índice de Reprodução de Cores para este tipo de trabalho seja acima de 80K. As lâmpadas fluorescentes de pó tri fósforo preenchem este requisito.

5.3. Cálculo de Número de Luminárias Necessárias para o Ambiente

Para cada ambiente pode-se, determinar o número de luminárias necessárias, empregando-se as equações abaixo:

$$K = \frac{C \times L}{h(C + L)} \quad \text{Equação 01}$$

e:

$$n = \frac{E \times C \times L}{N \times \Phi \times U \times Fpl} \quad \text{Equação 02}$$

Onde:

K = Coeficiente que depende das dimensões do ambiente

C = Comprimento

L = Largura

h = Altura até o Ambiente de trabalho

n = Número de Luminárias

E = Iluminância

n = Quantidade de Lâmpadas por Luminárias

Φ = Fluxo Luminoso da lâmpada

U = Fator de Utilização

Fpl = Fator de Perda

Exemplo: Salas de 06 a 09

Comprimento = 9,90m

Largura = 6,40m

Altura = 3,00 m

$$K = \frac{C \times L}{h(C + L)}$$

Equação 0 3

h = pé direito - 0,75 (altura de trabalho)

$h = 2.25\text{m}$

$K = 9,90 \times 6,40 / 2.25 \times (9,90 + 6,40)$

$K = 2,20$

Tabela utilizada pra encontrar U

K	731
1,00	0,25
1,25	0,32
1,50	0,38
2,00	0,44

2,00 ----- 0,44

2,20 ----- U

onde: $U = 0,48$

Sendo:

$$n = \frac{E \times C \times L}{N \times \Phi \times U \times Fpl}$$

Equação 0 4

tem-se:
$$n = \frac{500 \times 9,90 \times 6,40}{3 \times 2700 \times 0,48 \times 0,85} \quad n = 10,03 = 10 \text{ luminárias}$$

Portanto serão necessárias 10 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 30 lâmpadas distribuídas uniformemente na sala de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Torna-se oportuno esclarecer que todos os demais memoriais de cálculo, juntamente com os resultados encontram-se disponibilizados no Apêndice C deste trabalho.

5.4. Simulação Computacional

Utilizando-se da computação gráfica, foi gerado um modelo tridimensional dos ambientes em estudo, permitindo a análise da situação atual bem como o ensaio dos resultados dos cálculos apresentados com base nas recomendações da NBR, a disposição recomendada das luminárias e a luminância total.



Figura 08 – Modelo tridimensional simulando a situação atual de uma sala de aula

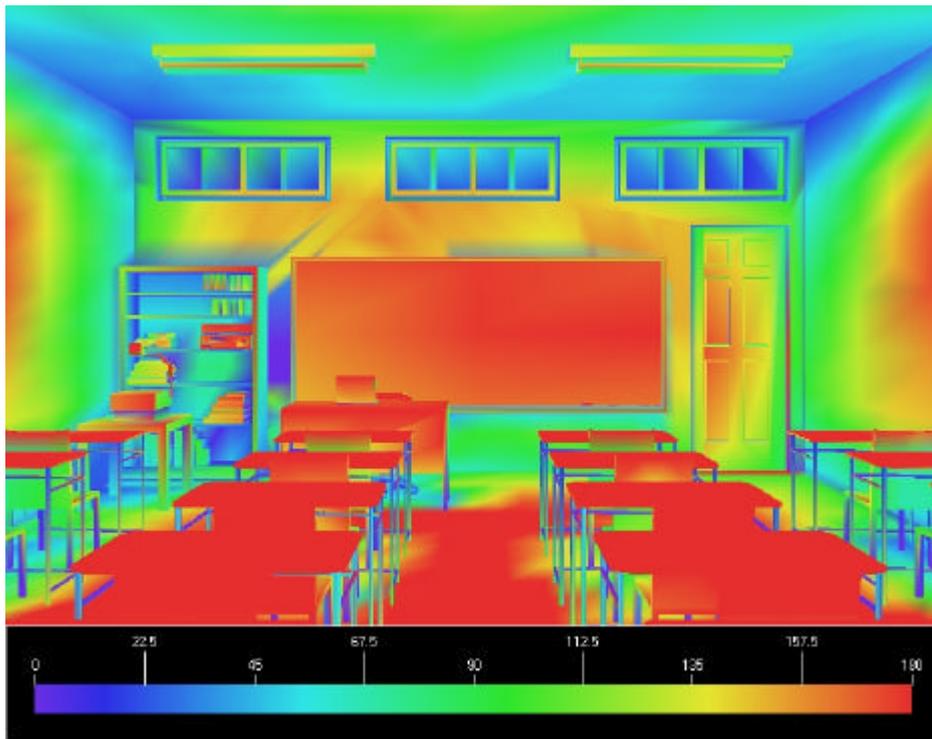


Figura 09 – Modelo tridimensional simulando a situação atual de uma sala de aula representando a escala lumínica.



Figura 10 – Modelo tridimensional simulando a situação projetada de uma sala de aula

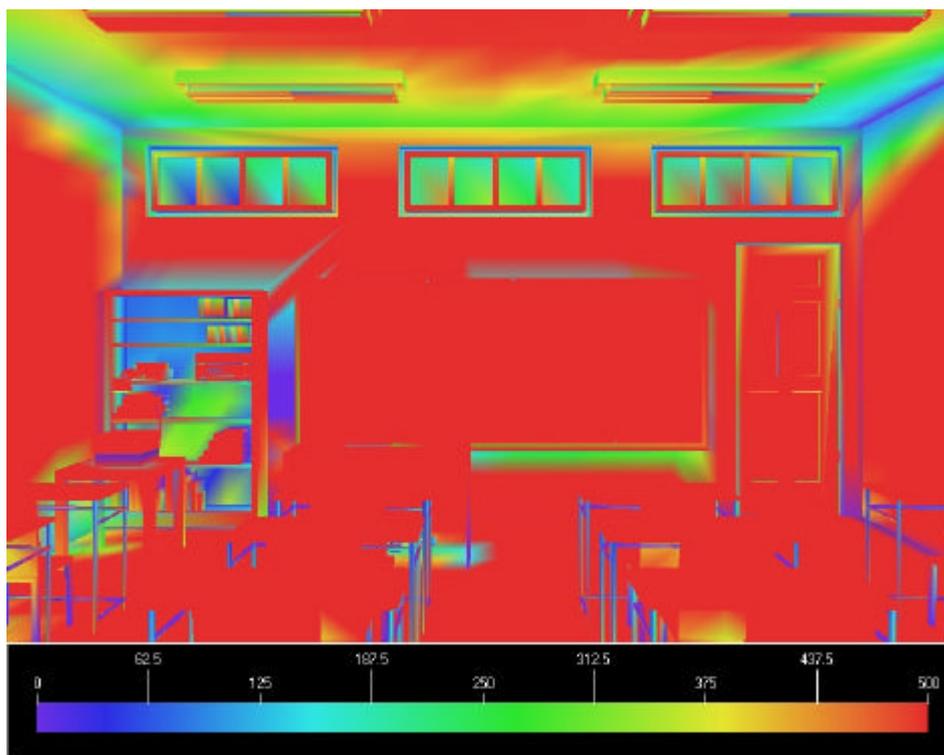


Figura 11 – Modelo tridimensional simulando a situação projetada de uma sala de aula representando a escala lumínica.

As figuras que representam a situação atual mostram que a iluminância sobre a carteira dos alunos chega a apenas 180lx, enquanto com a situação projetada, simulando a quantidade de luminárias conseguidas através dos cálculos matemáticos, chega-se aos 500lx recomendados pela norma.

5.5. Recomendações

Feitas as análises, a partir dos resultados dos cálculos (Apêndice C), observamos que a quantidade de luminárias existentes na área administrativa satisfaz a Norma NBR 5413 (ABNT, 1992), - Iluminância de Interiores, enquanto nas salas de aula e laboratórios é insuficiente para obter a iluminação adequada prevista.

Assim sendo, será recomendado à administração do Colégio Agrícola de Camboriú, a substituição das luminárias existentes nas salas de aula, laboratórios e administração, conforme os cálculos realizados (Apêndice C) que resultaram no quadro 04, onde é indicado o ambiente, o número de luminárias, o número de lâmpadas e a potência instalada.

5.5.1. Tipo de luminária

Baseado nos estudos e nas análises feitas nos dados adquiridos, a lâmpada mais adequada tanto em relação ao custo quanto a eficiência para salas de aula é a fluorescente.

Portanto a recomendação técnica encaminhada a Direção é para que seja utilizada a luminária do tipo LUSW, a qual possui aletas, revestidas com material refletor, que evitam o ofuscamento sem diminuir o nível de iluminação.



Modelo da luminária LUSW

Figura 12 - Modelo de luminária recomendada

Para melhorar iluminação do quadro, principalmente à noite poderão ser colocadas, luminárias revestidas internamente por material refletor com lâmpadas fluorescentes de 40 W cada, ocultadas por uma calha, de maneira a evitar o ofuscamento que essas lâmpadas causariam aos que olham diretamente ao quadro.

Em relação à disposição de cores dos ambientes, a Norma recomenda que salas de aula e laboratórios recebam cores brancas, ou avermelhadas, cores neutras e quentes. Pois estudos comprovam que as cores influenciam psicologicamente os ocupantes do ambiente, por isso a escolha da tonalidade de cor deve ser feita em observância com a estética, o bem estar e com a harmonia das cores.

5.5.2. Cálculo de gastos estimados com uma sala

Considerando seu uso de aproximadamente 60 horas semanais:

Equação 0 5

$$\text{Energia} = \text{Potência} \times \text{Tempo}$$

$$\text{Energia} = 1,44 \text{ kW} \times 60 \text{ horas}$$

$$\text{Energia} = 86,40 \text{ kWh}$$

$$\text{Valor estimado do kWh: R\$ 0,25}$$

Gastos semanais:

$$86,4\text{kWh} \times \text{R\$ } 0,25 = \text{R\$ } 21,60$$

5.5.3. Quantidade de luminárias por ambiente

Por último, em relação ao foco central deste trabalho, ou seja, as relações de iluminância existentes nas diversas salas, apresentamos a tabela a seguir contendo a metragem quadrada de cada ambiente, o número de luminárias e de lâmpadas destinadas a cada ambiente e a potência final instalada, conforme a NBR 5413 (ABNT, 1992).

Quadro 04 – Quadro de luminárias e lâmpadas recomendadas por ambiente

Ambiente	Área/ m ²	Luminárias fluorescentes	Nº. de lâmpadas	Potencia Instalada.(W)
Sala de 06 a 09	64 m ²	10	30	1200 W
Labmatti	70 m ²	9	27	1080 W
Circ. Laborato.	94,5 m ²	4	12	480 W
Lab. Redes	64 m ²	12	36	1440 W
Lab. Program.	65 m ²	12	36	1440 W
Lab. Elétrica	26 m ²	8	24	960 W
Lab. Web Desg.	54 m ²	11	33	1320 W
Lab. Hardware	90 m ²	15	45	1800 W
Sala Estagio	44 m ²	7	21	840 W
Sala Prof.	15 m ²	4	12	480 W
Financeiro	40 m ²	12	36	1440 W
Seti	30 m ²	5	15	600 W
Administração	35 m ²	6	18	720 W
Conselho	100 m ²	15	45	1800 W
Sala Prof. I	70 m ²	16	48	1920 W
Telefonista	13,5 m ²	4	12	480 W
Cooperativa	480 m ²	35	105	4200 W
Sala vídeo	62 m ²	12	36	1440 W
Cantina	61 m ²	12	36	1440 W
La.b Biologia	64 m ²	12	36	1440 W
Controle ambiental	64 m ²	12	36	1440 W
Lab. Informati.	53 m ²	11	33	1320 W
Lab. Quimica	70 m ²	13	39	1560 W
Lab. Fisica	70 m ²	13	39	1560 W
Total	2009 m ²	298	894	35760 W

6. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa foram aplicados procedimentos da APO na análise das instalações físicas centrais do Colégio Agrícola de Camboriú, utilizados na avaliação de espaços físicos escolares, com suas variáveis psicossocial, condicionantes ambientais, funcionais, programa de necessidades e viabilidade técnica.

Nas etapas iniciais da pesquisa foi diagnosticado a insatisfação dos usuários quanto à iluminação das salas de aula da instituição. Esta informação orientou os demais levantamentos, focando este trabalho nas questões relacionadas à iluminância dos ambientes.

De um modo geral os resultados obtidos no estudo atingiram os objetivos propostos, levando as seguintes conclusões:

- a) A utilização de procedimentos da APO na avaliação das instalações do CAC foi adequada, possibilitando o levantamento de diversos aspectos das edificações em estudo;
- b) A pesquisa bibliográfica referente às práticas pedagógicas do CAC possibilitou uma melhor compreensão do universo em que a APO foi aplicada;
- c) Com relação à estrutura física dos blocos estudados:
 - i. Que o prédio mesmo com 55 anos de idade, encontra-se em bom estado, seja em relação ao estado físico da construção, seja pelo estado de conservação ou manutenção. Em sua parte estrutural não foram encontradas patologias que comprometam seu funcionamento;
 - ii. Com relação à pintura, foram tomadas medidas de correção e pintura do prédio internamente e externamente, inclusive das portas e janelas;
 - iii. As portas e janelas se encontram em bom estado de conservação e com a pintura recente satisfazem sua função no Edifício;
 - iv. Já em relação à parte hidrossanitária, nada mais existe da parte original, sendo substituídos todos os condutos de água fria e esgoto por tubos de PVC. As instalações sanitárias antigas substituídas por louças novas, assim como suas ferragens e demais elementos que compõem o sistema hidrossanitário;
 - v. Sendo um prédio antigo, nada se projetou em relação à telefonia e cabeamento lógico, portanto estes itens foram instalados externamente e satisfazem as expectativa dos usuários;
 - vi. O grande problema detectado foi a instalação elétrica, além de ser obsoleta, apresenta queda de tensão, constantes quedas de disjuntores e demais patologias provenientes de instalações ultrapassadas e com baixa potência instalada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERGMILLER, K. H. (Coord.). **Ensino fundamental: mobiliário escolar**. Brasília: MEC/Fundescola, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Educação Profissional e Tecnológica: Legislação Básica**. Brasília, 2005.
- CARDOSO, M. L. P. **Educação para a Nova Era**. São Paulo: Summus Editorial, 1999.
- CASTRO, J.; LACERDA, L.; PENNA, A. C. **Avaliação Pós-Ocupação - APO: saúde nas edificações da FIOCRUZ**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2004.
- CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**, 3ª ed. Cortez São Paulo, 1998.
- CORRÊA, I. de B. **História de duas cidades: Camboriú e Balneário Camboriú**. Balneário Camboriú, SC:, 1985.
- DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. 2.ed. São Paulo: Cortez. Brasília, DF: MEC/UNESCO, 2003, p. 89-102.
- FRANCO, M.L.P.B. **Ensino Médio: desafios e reflexões**. Campinas-SP: Papirus, 1994.
- GALLACHER, J. J. **Métodos qualitativos para el estudio de la educacion**. Tradução de Constanza C. Hazelwood e Judit Viveros B. s.n.t. Tradução da obra original: GALLACHER, J. J. Qualitative methods for de study of schooling In: FRASER, B., TREAGUST, D., (eds) Looking into classroms. Perth: Western Australian Institute of Technology, 1984.
- IIDA, I. **Ergonomia – projeto e produção**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.
- KUENZER, A. Z.. **Globalização e educação: novos desafios**. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO-ENDIPE, 9, Águas de Lindóia, 1998. **Anais...** Águas de Lindóia: Endipe. 1998. v. 1, p.116-135.
- KUENZER, A. Z. . **A reforma do ensino técnico no Brasil e suas conseqüências**. In: Ferrti, C.; Silva Júnio, J.; Oliveira M.. (Org.). Trabalho, Formação e Currículo. São Paulo: Xamã, 1999, v. 1, p. 121-140.
- LEUCZ, J. **Ambiente de trabalho das Salas de Aula no Ensino Básico nas Escolas de Curitiba**. Florianópolis, 2001. 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.
- LIBÂNIO, J.C.; SANTOS, A. **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas: Alínea, 2005. 239 p.
- NBR 5413. **Iluminância de Interiores**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992.
- ORNSTEIN, S. W.; ROMÉRIO, M. **Avaliação pós-ocupação do Ambiente Construído**. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

PATRIANOVA, H. J. **Pequeno Livro**. Itajaí: Edeme, 1986.

REIS, A. T.; LAY, M. C. D. **Métodos e técnicas para levantamento e análise de dados: questões gerais**, *In: WORKSHOP AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO*, 1994, São Paulo. Anais.... São Paulo: FAUUSP, 1994. p. 28-49.

ROMERO, M. A.; VIANA, S. V. **Procedimentos metodológicos para aplicação de avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais para a população de baixa renda: do desenho urbano à unidade habitacional**, *In Coletânea Habitare Vol. 1(2001)*.

SANTOS, A. **Teorias e Métodos Pedagógicos sob a ótica do Pensamento Complexo**. In: José Carlos Libâneo; Akiko Santos. (Org.). Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade. 1 ed. Campinas-SP: Atomoealinea, 2005, v. 1, p. 63-82.

SERRA, G. G. **Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo: Guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação**. São Paulo: Edusp: Mandarim, 2006.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **A escola de cara nova: sala ambiente**. São Paulo: SE/CENP, 1997.

THIEL, A. A. (org). Projeto Político Pedagógico do Colégio Agrícola de Camboriú – SC. Camboriú, 2001.

8. APÊNDICE A – MODELO DO QUESTIONÁRIO APLICADO

Pedimos sua colaboração para o preenchimento deste questionário, formulado como parte de um processo de avaliação da estrutura física do CAC, objeto de pesquisa acadêmica. O questionário faz parte de uma etapa dessa avaliação, e sua opinião é indispensável para a elaboração sistemática do conjunto estruturado de informações que permitirão a realização do diagnóstico.

A) Com relação à ventilação do ambiente, considerando aspectos como calor, frio, incômodo, enfim, o quão adequado você considera este item:

Bom Médio Ruim

B) Com relação à pintura do ambiente, considerando aspectos como cor, estado de conservação, qualidade estética, enfim, o quão adequado você considera este item:

Bom Médio Ruim

C) Com relação à iluminação do ambiente, considerando aspectos como cor, estado de conservação das luminárias, iluminação geral do ambiente, iluminação sobre a carteira, iluminação do quadro, enfim, o quão adequado você considera este item:

Bom Médio Ruim

D) Com relação ao mobiliário do ambiente, considerando aspectos como cor, estado de conservação, qualidade estética, ergonomia, enfim, o quão adequado você considera este item:

Bom Médio Ruim

E) Com relação à limpeza do ambiente, considerando lixo, limpeza de piso e paredes, do mobiliário, enfim, o quão adequado você considera este item:

Bom Médio Ruim

Agradecemos a sua participação.

9. APÊNDICE B – QUANTIDADE DE LUMENS EM ALGUNS AMBIENTES

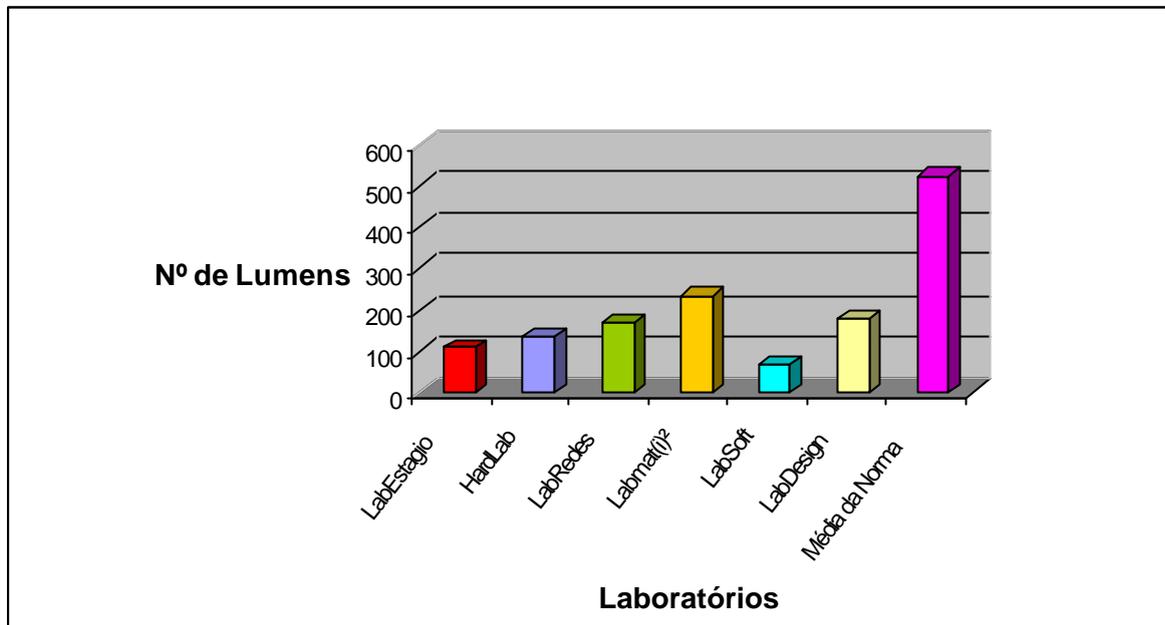


Gráfico 07 - Quantidade de lumens em cada laboratório somente com energia.

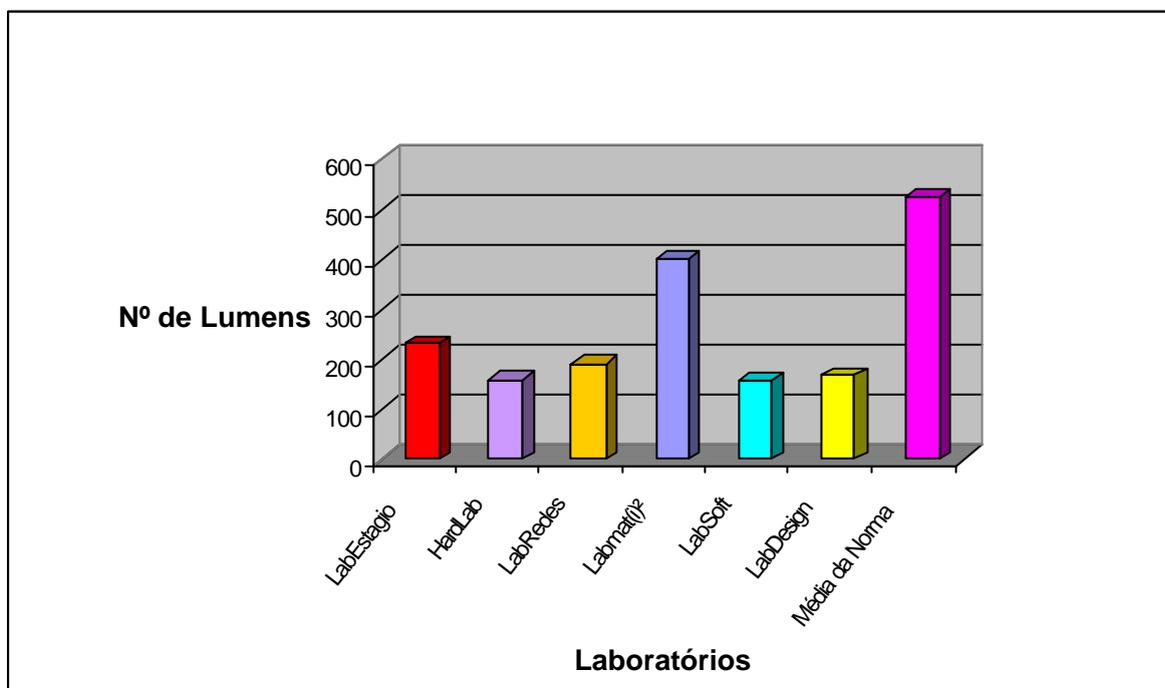


Gráfico 08 - Quantidade de lumens em cada laboratório com energia elétrica e iluminação

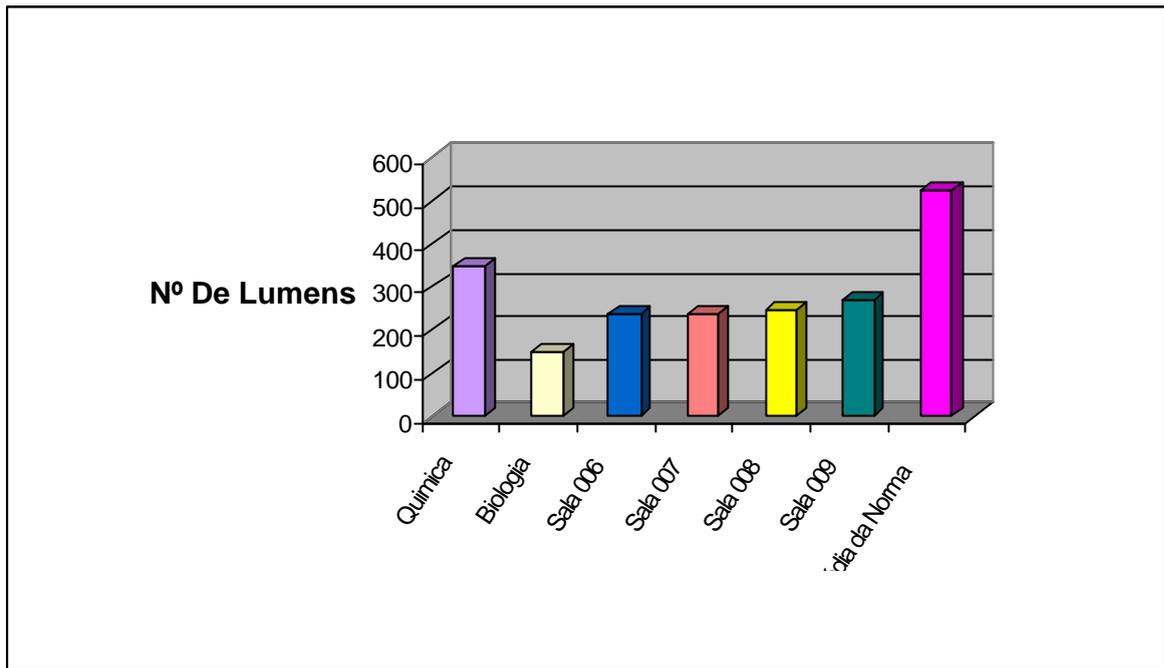


Gráfico 9 - Quantidade de lumens em uma sala de aula a noite com energia elétrica.

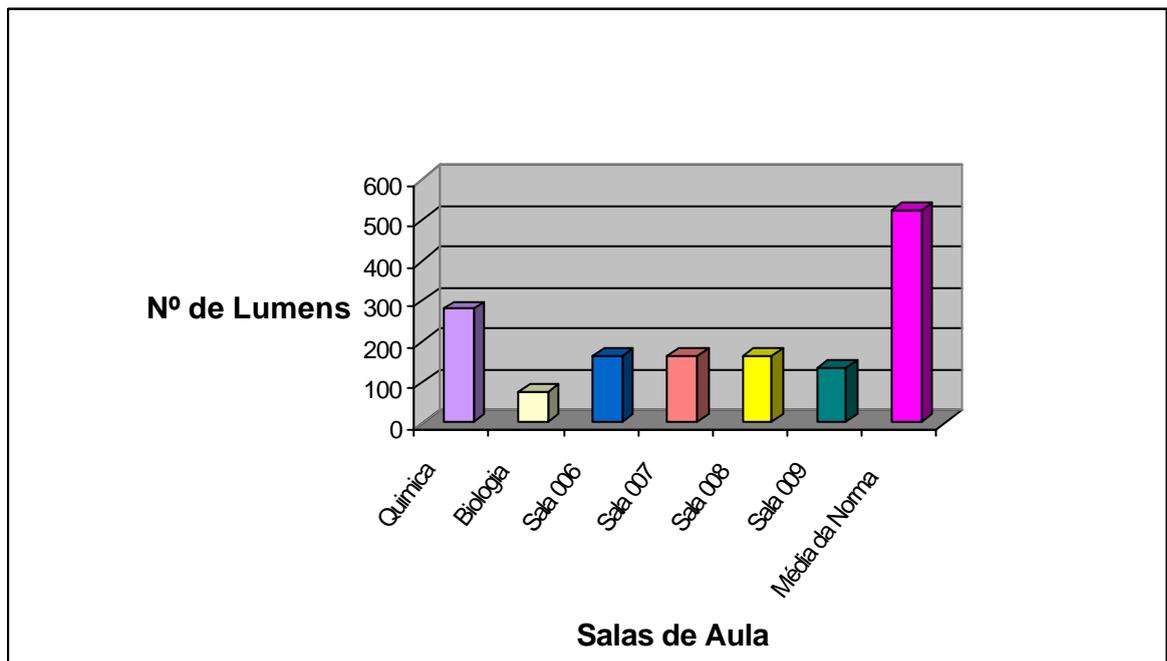


Gráfico 10 - Quantidade de lumens em cada sala de aula com energia elétrica e iluminação natural.

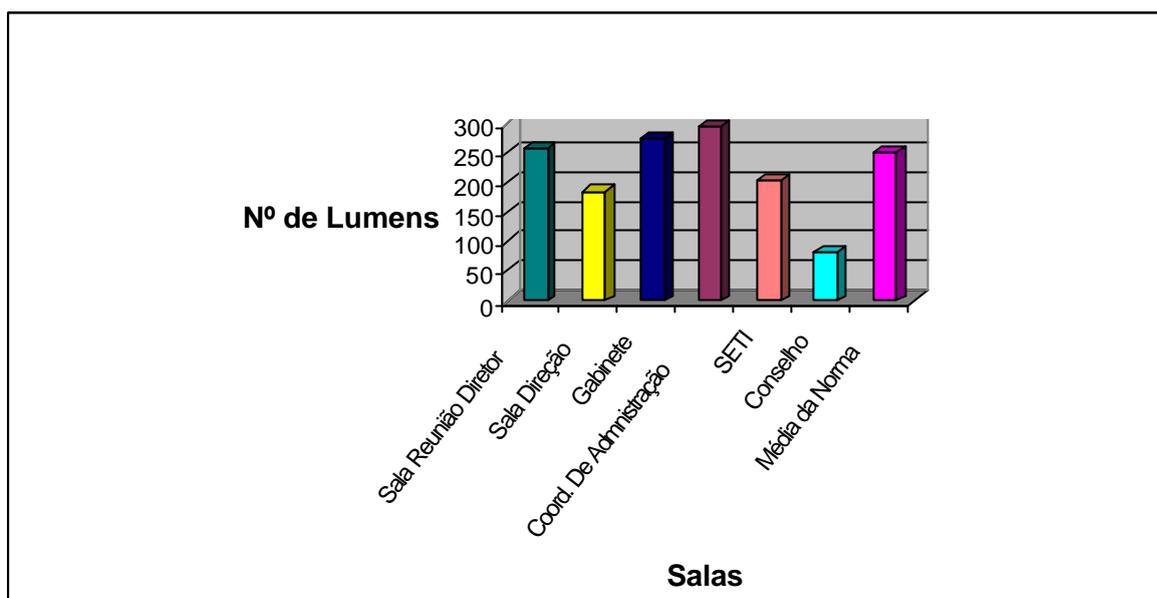


Gráfico 11 - Quantidade de lumens em cada sala da administração com energia elétrica.

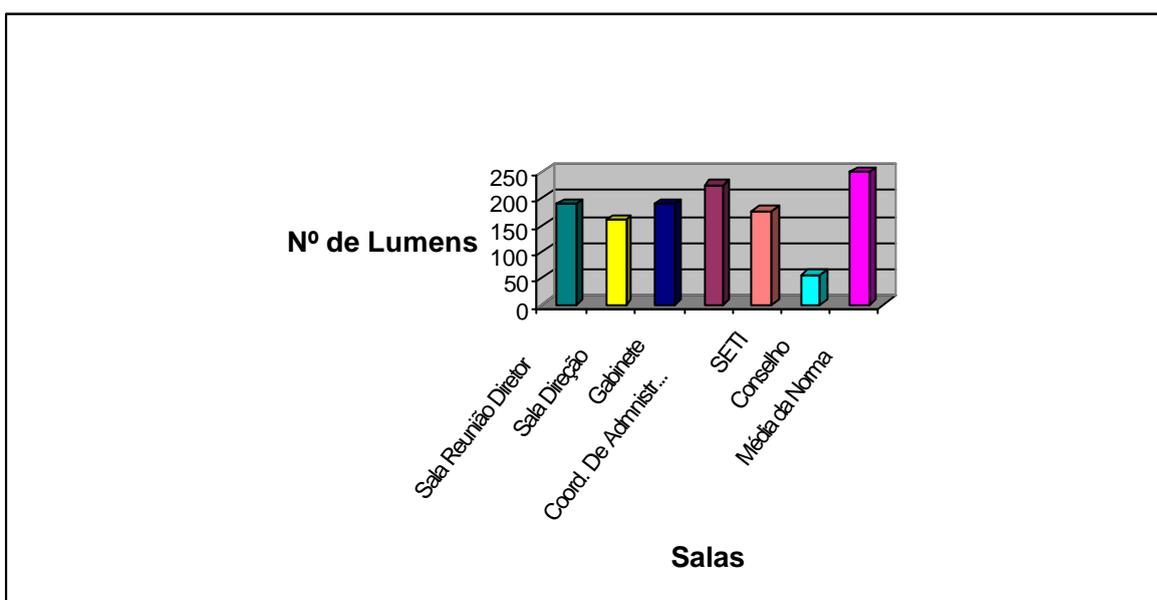


Gráfico 12 - Quantidade de lumens em cada sala de administração com energia elétrica e iluminação natural.

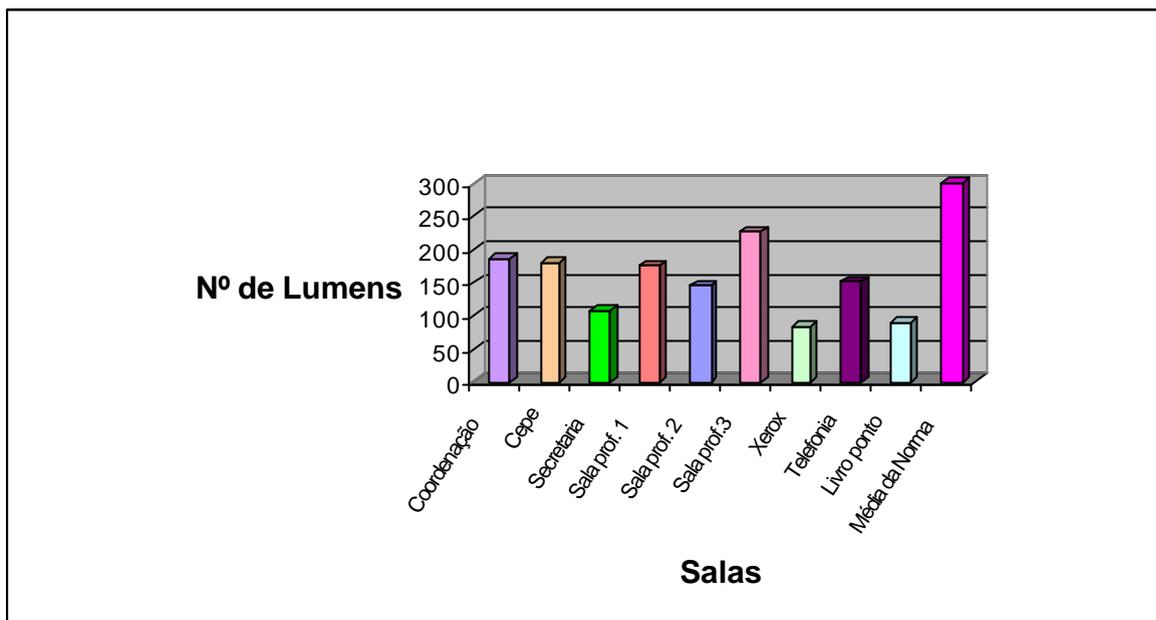


Gráfico 13 - Quantidade de lumens em áreas restritas com energia elétrica .

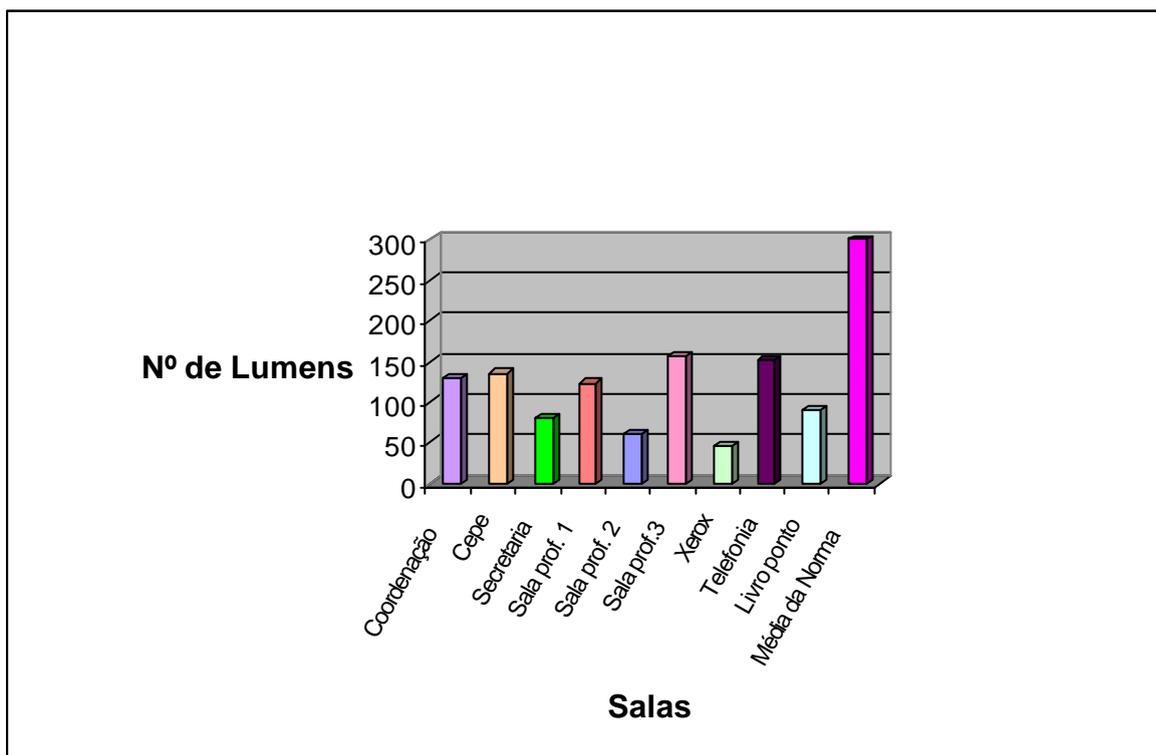


Gráfico 14 - Quantidade de lumens em áreas restritas com energia elétrica e iluminação natural.

10. APÊNDICE C – CÁLCULO DE NÚMERO DE LUMINÁRIAS NECESSÁRIAS PARA ALGUNS AMBIENTES DO COLÉGIO.

Quadro 05 – Símbolos usados na resolução das equações

Símbolos	significado
C	Comprimento
H	Altura do pé direito – altura do trabalho
L	Largura
E	Quantidade de lumens (NBR 5413)
N	Numero de lâmpadas por luminária
Epl	Fator de perda luminosa
U	Fator de utilização
f	Fluxo luminoso da lâmpada usada

Salas de 06 a 09

C-9, 90m

L-6, 40m

Pé direito -3,00 m

$$K = C \times L / h(C+L)$$

H= pé direito -0,75 (altura de trabalho)

$$H = 2.25m$$

$$K = 9,90 \times 6,40 / 2.25 \times (9,90 + 6,40)$$

$$K = 2,20$$

Quadro 06 - utilizada pra determinação do fator de utilização (U)

k	731
1,00	0,25
1,25	0,32
1,50	0,38
2,00	0,44

2,00 ----- 0,44

$$2,20 \text{ ---- } x$$

$$X = 0,48 \rightarrow U$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 9,90 \times 6,40 / 3 \times 2700 \times 0,48 \times 0,85$$

$$N = 10,03$$

Portanto serão necessária **10 luminárias** de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 30 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

LABMATII

$$C-7,95m$$

$$L- 8,75m$$

$$\text{Pé direito} - 3,00m$$

$$K = 7,95 \times 8,75 / 2,25(7,95+8,75)$$

$$K = 1,84$$

$$2 \text{ ---- } 0,44$$

$$1,84 \text{ ---- } X$$

$$X = 0,40 \rightarrow U$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 7,95 \times 8,75 / 3 \times 2700 \times 0,40 \times 0,85$$

$$N = 9,2$$

Portanto serão necessária **9 luminárias** de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 27 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Circulação dos laboratórios

$$C-30,00m$$

$$L- 3,15m$$

$$\text{Pé direito} - 3,00m$$

$$K = 30 \times 3,15 / 2,25(30,00+3,15)$$

$$K = 1,20$$

$$2 \text{ ---- } 0,44$$

$$1,20 \text{ ---- } X$$

$$X = 0,26 \rightarrow U$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 75 \times 30,00 \times 3,15 / 3 \times 2700 \times 0,26 \times 0,85$$

$$N = 3,95$$

Portanto serão necessária 4 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 12 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório de redes

$$C = 7,95 \text{m}$$

$$L = 8,05 \text{m}$$

$$\text{Pé direito} = 3,00 \text{m}$$

$$K = 7,95 \times 8,50 / 2,25(7,95 + 8,50)$$

$$K = 1,82$$

$$2 \text{ ---- } 0,44$$

$$1,82 \text{ ---- } X$$

$$X = 0,40 \rightarrow U$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 7,95 \times 8,50 / 3 \times 2700 \times 0,40 \times 0,85$$

$$N = 12,2$$

Portanto serão necessária 12 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 36 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório de programação

$$C = 7,65 \text{m}$$

$$L = 8,50 \text{m}$$

$$\text{Pé direito} = 3,00 \text{m}$$

$$K = 7,65 \times 8,50 / 2,25(7,65 + 8,50)$$

$$K = 1,85$$

$$2 \text{ ---- } 0,44$$

$$1,85 \text{ ---- } X$$

$$X = 0,40 \rightarrow U$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 7,65 \times 8,50 / 3 \times 2700 \times 0,40 \times 0,85$$

$$N = 12,2$$

Portanto serão necessária 12 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 36 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório de eletrônica

C-7, 95m

L- 3,30m

Pé direito – 3,00m

$$K = 7,95 \times 3,30 / 2,25 (7,95 + 3,30)$$

$$K = 1,0$$

$$U \rightarrow 0,25$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 7,95 \times 3,30 / 3 \times 2700 \times 0,25 \times 0,85$$

$$N = 7,61$$

Portanto serão necessária 8 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 24 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório de web design

C-7, 95m

L- 6,70m

Pé direito – 3,00m

$$K = 7,95 \times 6,70 / 2,25 (7,95 + 6,70)$$

$$K = 1,60$$

$$2 \text{ ---- } 0,44$$

$$1,60 \text{ ---- } X$$

$$X = 0,35 \rightarrow U$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 7,95 \times 6,70 / 3 \times 2700 \times 0,35 \times 0,85$$

$$N = 11,00$$

Portanto serão necessária 11 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 33 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório hardware

C-7, 65m

L- 11,80m

Pé direito – 3,00m

$$K = 7,65 \times 11,80 / 2,25(7,65 + 11,80)$$

$$K = 2$$

$$U \rightarrow 0,44$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 7,65 \times 11,80 / 3 \times 2700 \times 0,44 \times 0,85$$

$$N = 14,89$$

Portanto serão necessária 15 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 45 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Sala de estágio

C-7, 65m

L- 5,70m

Pé direito – 3,00m

$$K = 7,65 \times 5,70 / 2,25(7,65 + 5,70)$$

$$K = 2,12$$

$$U \rightarrow 0,46$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 7,65 \times 5,70 / 3 \times 2700 \times 0,46 \times 0,85$$

$$N = 6,88$$

Portanto serão necessária 7 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 21 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Sala dos professores

C-4, 50m

L- 3,20m

Pé direito – 3,00m

$$K = 4,50 \times 3,20 / 2,25(4,50 + 3,20)$$

$$K = 1,23$$

$$U \rightarrow 0,27$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 4,50 \times 3,20 / 3 \times 2700 \times 0,27 \times 0,85$$

$$N = 3,87$$

Portanto serão necessária 4 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 12 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Financeiro

$$C-9, 65m$$

$$L- 4,10m$$

$$\text{Pé direito} - 3,00m$$

$$K = 4,1 \times 9, 65 / 2.25(4,1 + 9,65)$$

$$K = 1,00$$

$$U \rightarrow 0,25$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 4, 1 \times 9, 65 / 3 \times 2700 \times 0, 25 \times 0, 85$$

$$N = 11,4$$

Portanto serão necessária 12 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 36 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Seti

$$C-6, 85m$$

$$L- 4,45m$$

$$\text{Pé direito} - 3,00m$$

$$K = 4,45 \times 6, 85 / 2.25(4,45 + 6,85)$$

$$K = 1,19$$

$$U \rightarrow 0,26$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 300 \times 4, 45 \times 6, 85 / 3 \times 2700 \times 0, 26 \times 0, 85$$

$$N = 5,09$$

Portanto serão necessária 5 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 15 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Administração

$$C-3, 65m$$

$$L- 9,65m$$

Pé direito – 3,00m

$$K = 3,65 \times 9,65 / 2.25(3,65 + 9,65)$$

$$K = 1,17$$

$$U \rightarrow 0,25$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 300 \times 3,65 \times 9,65 / 3 \times 2700 \times 0,25 \times 0,85$$

$$N = 6,13$$

Portanto serão necessária 6 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 18 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Sala de Conselhos

C-12, 00m

L-8, 30m

Pé direito – 3,00m

$$K = 12,0 \times 8,30 / 2.25(12,0 + 8,30)$$

$$K = 2,19$$

$$U \rightarrow 0,48$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 12,0 \times 8,30 / 3 \times 2700 \times 0,48 \times 0,85$$

$$N = 15,07$$

Portanto serão necessária 15 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 45 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Sala de professores (ao lado da Sala de Conselhos)

C-7, 75m

L-9, 20m

Pé direito – 3,00m

$$K = 7,75 \times 9,20 / 2.25(7,75 + 9,20)$$

$$K = 1,87$$

$$U \rightarrow 0,41$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 7,75 \times 9,20 / 3 \times 2700 \times 0,41 \times 0,85$$

$$N = 15,61$$

Portanto serão necessária 16 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 48 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Telefonista

C-4, 50m

L-3, 00m

Pé direito – 3,00m

$$K = 4,50 \times 3,00 / 2.25(4,50 + 3,00)$$

$$K = 0,80$$

$$U \rightarrow 0,17$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 300 \times 4,5 \times 3,0 / 3 \times 2700 \times 0,17 \times 0,85$$

$$N = 3,46$$

Portanto serão necessária 4 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 12 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Sala da Cooperativa

C-32, 00m

L-15, 00m

Pé direito – 3,00m

$$K = 15,00 \times 32,00 / 2.25(15,00 + 32,00)$$

$$K = 4,53$$

$$U \rightarrow 0,99$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 15,0 \times 32,0 / 3 \times 2700 \times 0,99 \times 0,85$$

$$N = 35,2$$

Portanto serão necessária 35 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 105 lâmpadas distribuídas uniformemente m salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Neste caso seria necessário viabilizar a utilização de outro tipo de lâmpada com melhor potencia para diminuir a quantidade de luminárias e lâmpadas.

Sala de vídeo

C-8, 85m

L-7, 00m

Pé direito – 3,00m

$$K = 8,85 \times 7,00 / 2.25(8,85 + 7,00)$$

$$K = 1,74$$

$$U \rightarrow 0,38$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 8,85 \times 7,00 / 3 \times 2700 \times 0,38 \times 0,85$$

$$N = 11,83$$

Portanto serão necessária 12 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 36 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Cantina

C-8, 90m

L-6, 90m

Pé direito – 3,00m

$$K = 6,90 \times 8,90 / 2.25(6,90 + 8,90)$$

$$K = 1,72$$

$$U \rightarrow 0,38$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 6,90 \times 8,90 / 3 \times 2700 \times 0,38 \times 0,85$$

$$N = 11,73$$

Portanto serão necessária 12 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 36 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório de Biologia

C-8, 35m

L-7, 65m

Pé direito – 3,00m

$$K = 8,35 \times 7,65 / 2.25(8,35 + 7,65)$$

$$K = 1,77$$

$$U \rightarrow 0,39$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 8,35 \times 7,65 / 3 \times 2700 \times 0,39 \times 0,85$$

$$N = 11,88$$

Portanto serão necessária 12 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 36 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório de controle ambiental

$$C-8, 35m$$

$$L-7, 65m$$

$$\text{Pé direito} - 3,00m$$

$$K = 8,35 \times 7,65 / 2.25(8,35 + 7,65)$$

$$K = 1,77$$

$$U \rightarrow 0,39$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 8,35 \times 7,65 / 3 \times 2700 \times 0,39 \times 0,85$$

$$N = 11,88$$

Portanto serão necessária 12 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 36 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório de informática

$$C-7, 65m$$

$$L-6, 95m$$

$$\text{Pé direito} - 3,00m$$

$$K = 7,65 \times 6,95 / 2.25(6,95 + 7,65)$$

$$K = 1,61$$

$$U \rightarrow 0,35$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 6,95 \times 7,65 / 3 \times 2700 \times 0,35 \times 0,85$$

$$N = 11,03$$

Portanto serão necessária 11 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 33 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório de química

$$C-8, 15m$$

$$L-8, 50m$$

Pé direito – 3,00m

$$K = 8,15 \times 8,50 / 2.25(8,15 + 8,50)$$

$$K = 1,84$$

$$U \rightarrow 0,40$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 8,15 \times 8,50 / 3 \times 2700 \times 0,40 \times 0,85$$

$$N = 12,56$$

Portanto serão necessária 13 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 39 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.

Laboratório de Física

C-8, 15m

L-8, 50m

Pé direito – 3,00m

$$K = 8,15 \times 8,50 / 2.25(8,15 + 8,50)$$

$$K = 1,84$$

$$U \rightarrow 0,40$$

$$N = E \times C \times L / N \times f \times U \times EPL$$

$$N = 500 \times 8,15 \times 8,50 / 3 \times 2700 \times 0,40 \times 0,85$$

$$N = 12,56$$

Portanto serão necessária 13 luminárias de 3 lâmpadas fluorescentes de 40 W cada , totalizando 39 lâmpadas distribuídas uniformemente na salas de aula, para atingir os 500 lumens que a norma prevê para a iluminação adequada.