

Projeto de Sustentabilidade de Instalações de Ensino: Abordagem sobre os Requisitos de Gestão e Aspectos Tecnológicos de Design para Construção do Ambiente Escolar

Dierci Silveira, PhD., Universidade Federal Fluminense – UFF
dsilveira@metal.eeimvr.uff.br

Thais Cristine Cesar, Emmanuel Saunders – Centro de Inovação - CICERO

RESUMO

O propósito desse estudo é o de apresentar uma abordagem sobre as referências projetuais com base em conceitos de uso, adoção de tecnologias e requerimentos de construção voltada para padrões que privilegiem o conceito de sustentabilidade e que atendam aos padrões mínimos de habitabilidade e funcionalidade a serem considerados no projeto de uma escola e que conduza ao conforto dos usuários, juntamente com o bom desempenho das atividades e uma prazerosa experiência de aprendizado através de um projeto de arranjo físico de uma escola.

Palavras Chaves: Sustentabilidade

1. INTRODUÇÃO

O propósito desse estudo é de apresentar uma abordagem sobre as referências projetuais com base em conceitos de uso, adoção de tecnologias e requerimentos de construção voltada para padrões que privilegiem o conceito de sustentabilidade e que concorram para a melhora da experiência de aprendizado através de um projeto de arranjo físico de uma escola. Sustentabilidade é em parte definido como "uma abordagem sobre as interações múltiplas e complexas dos sistemas humanos, sociais e globais com o objetivo de alcançar de maneira sustentável, o bem-estar humano e o desenvolvimento da sociedade" (Clark, 2007).

A influência do design, ambiência e os elementos do projeto de edifícios no desempenho escolar está relacionada à forma como um prédio escolar e a utilização de seus espaços interno e externo são utilizados para permitir o aprendizado e o desenvolvimento de novos conhecimentos. O design de uma edificação escolar deve se concentrar na criação de experiências e descobertas de aprendizagem que fazem o uso eficiente dos sistemas do prédio da escola, em uma perspectiva ecológica, juntamente com as comodidades do local, de forma a torná-los parte integrante da educação continuada dos alunos.

2. O PROJETO DE ESCOLAS AO LONGO DO TEMPO

A construção de edifícios escolares no Brasil tem sido marcada por uma abordagem tradicional e conservadora no que tange a utilização de conceitos construtivos e na adoção de alternativas inovadoras e que envolvem o design ecológico e os requisitos de sustentabilidade

e as necessidades de uso desses espaços. Existe uma certa regularidade nas expectativas de uso com base na organização do ambiente construído e estas estão ligadas de certa forma a uma específica cultura (Fialho,1993).

O projeto de edificações destinadas ao ensino no Brasil tem sido fortemente ligado às iniciativas de planejamento urbano e plano diretores que muitas vezes, não materializados *in totum* nas grandes cidades, privilegiaram as construções minimalistas em termos do conceito de habitabilidade (Mallard, 1992, citado por Almeida,1992). Segundo Mallard (1992), o atributo de habitabilidade envolve três grupos de qualidade do ambiente construído: *i)* Atributos de qualidade associados à garantia da proteção contra condições ambientais adversas, tais como calor, frio, chuva, vento; *ii)* atributos de qualidade relativas as dimensões de natureza simbólica e que envolve conforto, segurança e ambiência e, *iii)* atributos de qualidade funcional relativa ao uso mais prático do ambiente construído em atividades rotineiras.

De acordo com Rheingantz (2005) na nova lógica de localização adotada na projetos de arquitetura no Brasil transformam-se as cidades e seus edifícios em um “produto social”. Torna-se possível “reinventar” uma edificação e sua aplicação e uso através da decisão estratégica. Todas as inter-relações em termos de fluxos, habitabilidade e as funções dominantes são organizadas em redes próprias que as interligam em escala global, simultaneamente fragmentam-se funções e pessoas no espaço de lugares múltiplos em locais cada vez mais segregados e desconectados entre si.

O aspecto de adequação dos espaços e equipamentos às atividades é pouco relacionado às metodologias de ensino adotadas e os atributos de qualidades desses ambientes. As edificações consistem de salas de aula tradicionais com pouca diversificação de arranjo de mobiliário, fatores ambientais, uso restrito de equipamentos didáticos e atividades acadêmicas bastante padronizadas. A evolução histórica da educação no Brasil, principalmente nos níveis fundamental e ensino médio demonstra que a principal preocupação projetual desses edifícios se refere ao atendimento da demanda em termos quantitativos.

3. QUESTÕES GERENCIAIS NO PROJETO DE UMA ESCOLA SUSTENTÁVEL

O ambiente escolar e o conforto ambiental que ele proporciona aos usuários pode ser estudado sob vários aspectos, dentre eles o aspecto de sustentabilidade. As considerações ecológicas e de preocupações com a sustentabilidade do ambiente construído no âmbito nacional tem sido pouco estudada em relação a habitabilidade, conforto e funcionalidade para os usuários e o desempenho de suas atividades. Alguns aspectos que contemplam as demandas de habitabilidade devem considerados no projeto voltado para a sustentabilidade e na construção de edificações, bem como a gestão desses espaços. Dentre esses aspectos podemos elencar: (1) Performance dos estudantes, (2) Performance dos professores e funcionários, (3) Níveis de investimentos Requeridos, (4) Custo Operacional e de Manutenção, (5) Custo de Substituição/Manutenção e, (6) Valor Agregado.

4. PROCESSO DE PLANEJAMENTO

O delineamento de um projeto de edificação escolar deve considerar ao menos três aspectos para subsidiar o processo de construção: da Comunidade, Planejamento Estratégico e a Engenharia de Requerimentos para a Instalação. A busca por um projeto de edifício sustentável em termos de planejamento e sustentabilidade deve encompassar três escalas: a do edifício, a do desenho urbano e a do planejamento urbano (Gonçalves & Duarte, 2006).

Segundo Gonçalves & Duarte (2006) “o objetivo maior de um edifício sustentável deve compor uma solução ambiental, tal que contribuam para diversidade de usos e classes sociais, a eficiência da infra-estrutura urbana e a qualidade ambiental do ambiente construído”.¹

5. ATRIBUTOS PARA A ESPECIFICAÇÃO DE PROJETOS DE ESCOLAS SUSTENTÁVEIS

Os atributos para o desenvolvimento de um projeto de edifício escolar podem ser exemplificados pela adoção de elementos projetuais tais como: (a) Integração com a comunidade, (b) Baixo Custo de Construção e Manutenção, (c) Seleção de Materiais Construtivos e Sustentabilidade, (d) Saúde do Ambiente Construído e (e) Racionalização dos Custos Operacionais.

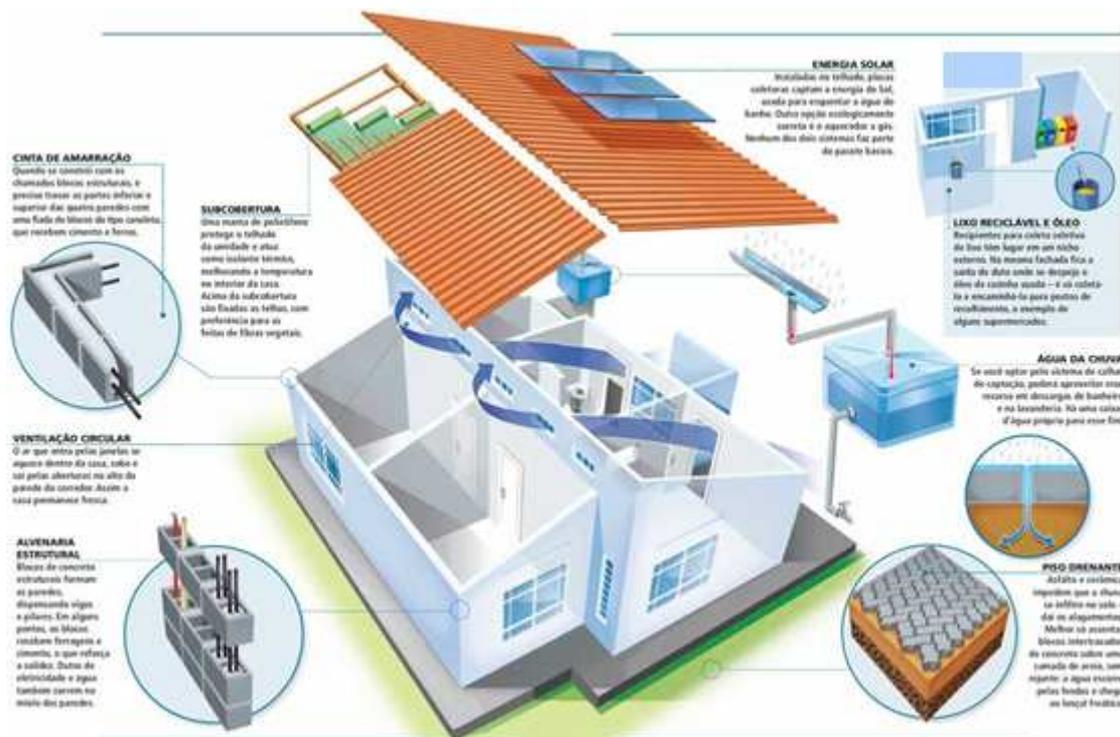


Figura 1 – Modelo de construção sustentável (Adaptado de Casa Popular Econômica Sustentável)

5.1 INTEGRAÇÃO COM A COMUNIDADE

O índice de desenvolvimento humano de uma região está diretamente ligado à qualidade cultural de sua respectiva população. Uma escola possui um papel fundamental não apenas na melhoria intelectual, mas também no que tange a todos os aspectos sociais. Os princípios chaves para estas melhorias incluem:

- Participação de pessoas de diversas origens (idade, nível econômico, profissional e cultural) como parte do processo para aumentar a qualidade da comunidade.

¹ Para mais detalhes, ver Gonçalves & Duarte, 2006.

- Investimento em escolas para o planejamento de longo prazo, e não apenas devido à mudança no uso da terra ou de demografia.
- Definição de uma visão de aprendizagem e de programas de ensino com um propósito claro.
- Criação de parcerias com instituições e empresas com finalidade de utilizar plenamente os recursos existentes.

5.1.1 SELEÇÃO DO LOCAL

Encontrar o melhor local para uma escola começar, considerando os requisitos de qualidade da comunidade e os locais que melhor apoiam à aprendizagem inclui conhecer o processo histórico social de formação da comunidade, características naturais e valores compartilhados.

A busca de locais mais adequados para a implantação de uma nova escola deve envolver a participação tanto dos estudantes (sejam eles atuais ou prospectivos estudantes da comunidade) quanto o envolvimento de professores e a comunidade em geral. Quando o processo de construção envolve um bom planejamento e gerenciamento da obra, vantagens são obtidas na redução de expectativas permitindo a participação dos diversos atores interessados e o próprio processo pode ser uma experiência de aprendizagem para todos.

Novas tendências em planejamento urbano tais como desenvolvimento Orientado para Trânsito, Planejamento Urbano voltado Crescimento Inteligente e o desenvolvimento de infraestrutura de transporte menos dependente do automóvel, dentre outras providências, são exemplos a serem considerados na seleção do local de construção da escola.

Nos novos padrões de desenvolvimento, as escolas devem estar posicionadas em pontos focais da comunidade. Outra tendência são os sistemas descentralizados e voltados ao sistema escola-bairro. Isto se encontra em contraste com os sistemas de escolas centralizadas que têm o fascínio das economias de escala em relação a funcionários, prestação de serviços e amenidades que estariam além do alcance da capacidade de atendimento das escolas.

Considerar o posicionamento em um bairro significa que as escolas estão baseadas em demandas de pouco deslocamento dando-se preferência para posicionamento dentro de distâncias que possam até mesmo ser percorridas a pé, podendo assim reduzir os custos de transporte dos estudantes. As escolas com pequenos arranjos estruturais, tanto no campo arquitetural, quanto organizacional, são também uma alternativa para uma melhor administração dando aos colaboradores envolvidos a responsabilidade de gestão e desempenho.

5.1.2 COMPARTILHAMENTO DE USOS

O conceito de uso compartilhado é comum à maioria das escolas, como elas são geralmente abertas à comunidade após horas de uso. O que é único sobre o uso

compartilhado de pré-design é o esforço deliberado para encontrar edifícios existentes em espaços dentro da comunidade que podem substituir a necessidade de construir através de parcerias estratégicas. Existem duas categorias de uso compartilhado a considerar no processo de pré-design:

1. Utilização de edifícios escolares pela comunidade – Quais seriam as necessidades da comunidade que a escola apoiaria?
2. Utilização dos edifícios da comunidade pela escola – Quais seriam as necessidades da comunidade em que as instalações escolares poderiam ajudar?

5.1.3 TRANSPORTES E ACESSOS

No cotidiano de idas e vindas à escolas, pais de crianças em idade escolar passam muitas horas transportando seus filhos para poderem participar de suas atividades. As escolas comunitárias na perspectiva de integração, devem estar a pouca distância, sendo possível o acesso mediante o recurso de bicicletas para os alunos e membros da comunidade. Isso reduz o uso individual de veículos, estacionamentos e o custo de terreno devido à demanda por maiores estacionamentos.



Figura 2 –Integração de acessos e transportes na perspectiva de sustentabilidade (adaptado de DFES, 2006).

5.1.4 INFRAESTRUTURA

O projeto de escolas sustentáveis deve considerar sua integração na comunidade contemplando elementos que reduzam a necessidade de expandir a infraestrutura, uma vez que faz uso dos recursos já existentes como: água, esgoto, ruas, comunicação e serviços de energia.

5.2 BAIXO CUSTO DE CONSTRUÇÃO E SIMPLICIDADE DE MANUTENÇÃO

Ao dar ênfase aos aspectos de sustentabilidade e requisitos ecológicos para construção de edifícios escolares, ainda na fase inicial de planejamento de projeto, permite-se a redução de custos de construção. Construindo apenas a quantidade de espaço realmente necessário e proporcionando o arranjo físico e o controle do ambiente e de equipamentos que o espaço requer, resulta em menores custos de construção.

Essa abordagem também coloca menos pressão sobre o meio ambiente, pois menos materiais são necessários. O custo de construção torna-se mais baixo, mediante a organização do espaço lógico da construção e a simplicidade de sua forma e estrutura,

permitindo a adoção de tecnologias de construção ecológica e economicamente eficiente. Menores custos de construção não devem ser privilegiados em detrimento do conforto ou qualidade do trabalho em ambientes escolares.

Geralmente durante a fase de planejamento de construção das edificações, as questões de manutenção e reparação, bem como seus custos são muitas vezes negligenciadas. É uma presunção comum pensar que um edifício possui uma manutenção simples.

Considerar os desgastes e aspectos de utilização ao longo do tempo é a verdadeira medida de que se os objetivos de estabelecer meios simplificados para manutenção do mesmo será alcançado. Uma vez construído, é muito difícil fazer alterações, adições e modificações de construção com o intuito de se simplificar a manutenção, sem que se incorra em custos adicionais. Simplicidade na manutenção, bem como as considerações ecológicas de construção, manutenção deve ser incorporada como uma meta de projeto no início do processo de planejamento.

Outro aspecto importante nas características de sustentabilidade no projeto de construção de um estabelecimento escolar diz respeito ao projeto que permita um processo de manutenção facilitado. O design amigável do edifício denota o esforço de projeto para melhorar a capacidade global de manutenção dos ambientes e sistemas. As abordagens do projeto que facilitam os esforços para limpar, renovar ou substituir pisos e revestimentos, tetos e forrações, paredes ou superfícies de trabalho são prioridades. Deve-se dar atenção especial, aos créditos promocionais como a limpeza efetiva e necessidades de manutenção que são determinados por vários fatores que incluem o uso, a cor padrão, o brilho de superfície, produto de qualidade e tratamento de superfícies de topo. O Design de manutenção amigável significa:

- Reter a sujeira antes que ela seja trazida para as partes internas do edifício, mediante uma entrada ou de acessos principais que são dimensionados e de limpeza simples. Entradas principais e vestíbulos bem projetados reduzem os requisitos de limpeza intensa e prolongam a vida útil do edifício.
- Considerar os impactos das opções de cores, texturas e acabamentos e sua influência na manutenção. Cores escuras ou superfícies brilhantes, de cor única ou acabamentos de alto brilho mostram a sujeira facilmente. Superfícies de parede rugosas ou texturizada retêm a poeira, aumenta a necessidade de limpeza e requisita à necessidade de pintura frequente.
- Levantar em conta a durabilidade dos revestimentos de pavimentos para áreas que são muito utilizadas para limpeza e manutenção intensiva.

5.2.1 ADOÇÃO DE NORMAS E PADRÕES CONSTRUTIVOS APROVADOS

A quantidade de espaço necessário e os níveis desejados de conforto são fatores decisivos que influenciam o custo e o ambiente natural de uma escola. A comunicação entre os tomadores de decisão e planejadores de projeto é especialmente importante nos estágios iniciais de um projeto, antes do início do projeto é importante formular as necessidades e padrões de desempenho para o projeto com maior precisão.

A adoção de padrões de desempenho operacional e de uso do edifício escolar pode ajudar a garantir que a equipe de design desenvolva um projeto de um edifício que atenda às expectativas da comunidade dando a definição de normas apropriadas para conforto da mesma, estando aberta a qualquer questionamento de preconceitos ajudando a definir o

cenário para criativos desafios para a equipe de design, para o desenvolvimento ecológico e soluções de baixo custo.

Algumas questões a considerar no estabelecimento de normas:

- **Tamanho das salas**

Área e volume necessários para circulação principal e secundária,

- Organização da Sala,

Projetando para futuras alterações no espaço

- **A qualidade do espaço**

- Identificar os requisitos de utilização do espaço
- Temperatura ambiente
- Tolerância ao ruído
- Controles de ambiente integrados e acessíveis por usuários
- Necessidades de iluminação natural e artificial
- Necessidade de sombreamento e sala requisitos de escurecimento
- Relação com o exterior

- **Flexibilidade**

Antes da realização de esboços iniciais, devem ser discutias com a equipe de arquitetura o potencial de flexibilidade do prédio para acomodar eventuais alterações do usuário em ternos de planejamento, mobiliário, ou a utilização do espaço.



Figura 3: Modelo de escola sustentável (adaptado de DFES, 2006).

5.2.2 OTIMIZAÇÃO DAS FORMAS E ARRANJO DO EDIFÍCIO



Figura 4 – Modelo de arranjo físico de construção sustentável (adaptado de DFES, 2006).

5.2.3 SIMPLICIDADE NA ESTRUTURA

A simplicidade arquitetônica e de engenharia na perspectiva de sustentabilidade pode ser representada ordenação dos espaços tanto no uso nos planos verticais e horizontais de sua estrutura. A construção simples pode ser revelada por várias características construtivas, incluindo:

- Zoneamento de espaços com a utilização tecnologia que atenda aos requisitos de padronização, qualidade e custos tanto para sistemas de ventilação e ar condicionado, sistemas hidráulicos, etc.
- Agrupamento de espaço usa de acordo com o desempenho necessidades, por exemplo, a luz do dia, o clima do ar interior, controle acústico
- Criar estrutura com vãos livres que permitam o uso eficiente de espaços, distribuição de carga estrutural integrada e contínua do último pavimento até as fundações. O projeto estrutural deverá permitir uso do espaço flexível.

5.2.4 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO EFICIENTE

Existem várias maneiras de alcançar a eficiência no projeto e construção. A construção eficiente é conduzida com um planejamento cuidadoso e muitas vezes resulta em edifícios com características de conforto e arranjo físico com perfis mais ecológicos. As principais medidas a considerar incluem:

- Uso de instrumentos de planejamento que define uma clara estrutura para o processo de concepção e construção e a capacidade de demonstrar o controle de custos e garantia de qualidade para cada fase.
- Utilização de elementos pré-fabricados, por exemplo, madeira, tijolo ou concreto. A possibilidade de pré-fabricação muitas vezes encurta o tempo de construção, melhora a qualidade e precisão (como o trabalho é feito em uma configuração de fábrica) embora exige exatidão no planejamento e agendamento.
- Utilização de métodos de entrega novo projeto, incluindo concepção/ construção e contratos de desempenho etapas ou tarefas. Essas abordagens podem resultar em responsabilidade a ser distribuída entre um menor número de parceiros contratuais.

5.3 SELEÇÕES DE MATERIAIS CONSTRUTIVOS E SUSTENTÁVEIS

A seleção dos materiais de edifício por arquitetos e engenheiros é um problema de grande importância. O principal objetivo é a integração do ciclo de vida considerações ao selecionar materiais. Estratégias básicas para a seleção de materiais incluem:

- Evitar o uso desnecessário de materiais
- Utilizar materiais de forma eficiente
- Utilizar fontes de energia renováveis e reciclados
- Selecionar materiais livre de CFC
- Seleção de materiais com um mínimo de substâncias nocivas tais como o CO₂(efeito estufa) e SO₂ (chuva ácida)

As principais etapas para a projeto de ambientes internos, livres elementos tóxicos ou poluentes durante a fase de concepção e planejamento, consiste na definição dos vários materiais ou produtos que não devem ser utilizados, tais como policloreto de vinila (PVC), na observância dos limites de exposição para substâncias nocivas, como compostos orgânicos voláteis (VOC) e formaldeído, e a definição do rótulo ecológico como requisitos para materiais e produtos.

As principais etapas durante a construção incluem a definição requisitos específicos para os materiais em documentos de licitação, verificação das especificações detalhadas materiais no contrato e declaração de materiais com o responsável pela construção, verificação quanto à utilização de material (por exemplo, utilização acabamentos úmidos antes de instalação de materiais absorventes, tais como tapetes ou tecidos). Devem ser conferidos a conformidade com as especificações dos materiais no recebimento e antes de sua utilização no local de trabalho.

É relativamente pouco conhecido sobre a liberação de poluentes no material de construção. Sabe-se que problemas de qualidade do material em ambientes internos construídos podem resultar da liberação de poluentes provenientes de processos físico-químicos tais como a cura de materiais e até mesmo com o envelhecimento natural dos mesmos.

O tipo e extensão dos poluentes que dependem de como o processo se desenvolve sobre o produto e sua aplicação. Os efeitos na saúde são dependente da dose, a exposição individual e tolerâncias. Variação na tolerância torna os prognósticos dos testes de materiais de construção ou produtos mais difícil. As seguintes medidas podem minimizar o risco de poluição do ar interior, embora eles não garantam uma ambiente livre de poluição. Controle durante as fases de um projeto é fundamental para se certificar de que o determinados produtos especificados são as utilizadas e que eles estão instalados corretamente.

- **Tintas**

Devem ser usadas tintas à base de água. Minimizar a quantidade de emissão de odor intenso e tintas, evitar o uso de tinta epóxi de dois componentes ou lacas, tintas a óleo que contêm Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), etc.

- **Adesivos**

Minimizar o uso ea quantidade de adesivos e calafeta através do uso de fixadores mecânicos. Use adesivos livres de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC).

- **Materiais**

Use todos os produtos derivados de madeira com qualidade padrão (baixa concentração ou formaldeído livre). Todos os tapetes de qualidade padrão e reduzida "de plástico" estuque conteúdo. Materiais de construção básicos de origem mineral não tratada tais como produtos de gesso, tijolo ou concreto emitem quantidade mínimamente aceitável ou nenhum poluentes.

5.4 SAÚDES DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Os fatores psicológicos e fisiológicos são também determinantes da saúde do ambiente interno de um edifício. O conforto depende da geometria das salas, acústica, umidade e iluminação. A melhoria da qualidade do ar interior ainda não é atributo comum no projeto de edifícios, apesar existência de normas e padrões que propiciam o desenvolvimento de ambientes que privilegiam o conforto e saúde no ambiente construído.

Hoje a tecnologia de construção muitas vezes leva à problemas com a qualidade do ar interior, especialmente aos indivíduos que sofrem de alergias. Ao longo dos anos o foco sobre a eficiência energética tem levado a adoção de espaços com volumes menores para a construção. Este fato é especialmente verdade em muito edifícios onde as perdas de energia ocorrem mais por entradas de ar e trocas de calor indesejadas. Atingir a efetiva troca de ar através da simples entrada de ar nos ambientes, por exemplo, por abrir as janelas nem sempre é possível em edifícios atuais. Isto tem especial consequência em projetos de renovação. Redução da taxa de renovação do ar aumenta o risco de acúmulo nos níveis de umidade e as chances de problemas relacionados, tais como crescimento de fungos e corrosão. Doenças relacionadas com a alergia está aumentando em toda a população. Mais e mais pessoas estão tendo reações alérgicas, reações à poluentes, aos micróbios, mofo e radiação electromagnética em pequenas doses.

- **Salas confortáveis**

As qualidades de funcionalidade e habitabilidade de um espaço são importantes pré-requisitos para o conforto do usuário. Dentre elas as mais importantes são o tamanho do espaço e forma, tamanho da abertura que permite o acesso da luz natural, e sua interrelação espacial e funcional com áreas e ambientes adjacentes. Textura da superfície, materiais e apoio a cor também promovem sentimentos de conforto. Espaços que contribuem para a sensação psicológica e fisiológica de bem-estar para ocupantes, conferem adicionalmente a confiança e a segurança no convívio do usuário.

Reformas, pinturas e esforços de remodelação pode ser um processo oneroso após a construção inicial. O desenho da sala confortável tem os seguintes atributos:

- **Penetração da Luz Natural**

A luz natural, com boa penetração e alcance interno do espaço construído, aumenta a percepção de qualidade e de conforto, permitindo a melhoria da

qualidade dos ambientes de ocupacionais e comprovadamente a melhoria dos resultados de aprendizagem, promoção da saúde e prevenção da depressão.



Figura 5 – Iluminação e acessos (adaptado de DFES, 2006).

- **O conforto térmico**

Edificações com um bom projeto de isolamento e insolação pelas paredes e janelas podem retardar a condução de calor ou frio e, como resultado, permitir um ambiente confortável. Isto é especialmente verdadeiro para edificações e espaços com vários níveis ou andares. A aplicação de revestimentos com propriedades isolantes e/ou refratárias em pisos, paredes e tetos elimina drasticamente mudanças bruscas de temperatura e correntes de ar.

- **Níveis de umidade.**

Os materiais de construção naturais, madeira não tratada ou mineral pode através de sua capacidade de armazenamento de umidade regular níveis. A utilização desses materiais deve ser avaliada pela sua capacidade natural de amortecer as oscilações de umidade.

- **Acústica / controle de som**

Os níveis de audibilidade e de recepção eficaz da voz humana, e um melhor conforto acústico é conseguido através da adequada geometria do espaço, da adequada seleção e uso de controle de som e isolamento espaços adjacentes e do exterior.

- **Ventilação Suficiente**

A troca passiva de ar ocorre conforme o ar penetra em um edifício através das janelas e portas, mesmo quando essas estejam fechadas. Em um edifício de construção recente, mesmo com janelas com bom grau de vedação, o nível de entrada de ar muitas vezes é inferior a 10%. Isto significa que, em um espaço de 150 m³ menos de 0,5 m³ de ar fresco poderá vir a ser adicionado. Taxas de renovação muito baixas não é suficiente para um ambiente saudável no interior dos ambientes. Para atividades normais é preciso calcular 0,15-0,25 m³ de ar fresco por pessoa e por hora, podendo esse requerimento ser maior, dependendo do uso exclusivo do espaço como banheiros ou laboratórios. Um número de diferentes estratégias podem ser utilizados para alcançar uma troca de ar suficiente.

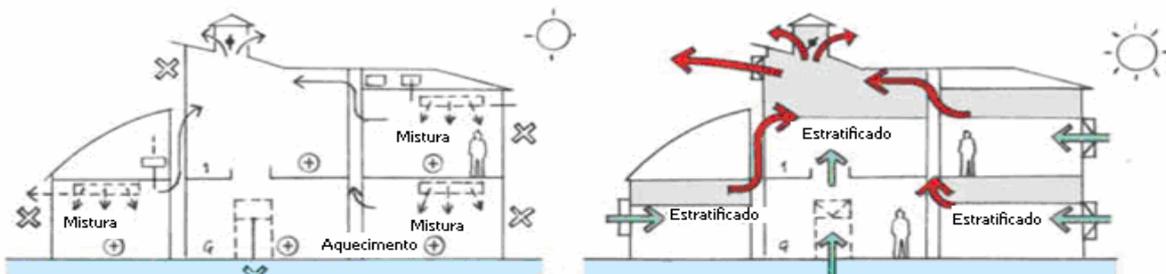


Figura 6- Corredor de ar (adaptado de DFES, 2006).

1.5 RACIONALIZAÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS

As despesas operacionais incluem despesas para aquecimento, arrefecimento, água quente, eletricidade, água e esgoto, manutenção e reparação na mecânicos e sistemas de construção. Um fator importante é o hábito do usuário.

O planejamento para um construção nova ou remodelar um edifício existente efeitos dos custos de exploração futura. O desafio é cuidadosamente decidir entre os custos de investimento único, amortização e os custos operacionais. Custos Operacionais são frequentemente subestimados e sujeitos a oferta aumentos de preços de origem. A energia, água e esgoto custos irão aumentar no futuro.

A utilização destes recursos diretamente impacta diretamente objetivos para um ambiente saudável. O principal e particular impacto que o projeto e utilização de edifícios têm sobre a saúde do ambiente resulta da queima de combustível e utilização de energia elétrica. A preocupação global premente é o limite para o abastecimento de água e nossa necessidade de uso racional e proteção das fontes de água potável.

5.5.1 NECESSIDADE DE BAIXA ENERGIA

As necessidades energéticas para aquecimento, arrefecimento e aquecimento água é geralmente definida em unidades de energia por área de construção por ano. Por exemplo, BTU/SCF /ano ou MJ/m²/ano. É importante para medir o uso de energia em unidades absolutas de energia utilizada e não em unidades de monetárias, o custo da energia oscila como fazer os diversos encargos avaliada por utilitários. O Uso de unidades absolutas de energia permite a comparações de desempenho anuais e entre os edifícios.

Existem diversas normas e padrões voltados para o uso racional de energia no Brasil. (CONPET, 1999). Tais padrões e normas podem aplicadas para o uso de energia nos novos construção e remodelação de edifícios existentes. Quando se faz uso estratégico à nível de projeto de medidas de uso racional de energia podem ser utilizados software de modelagem e economia de consumo muitas vezes superiores a esses padrões.

5.5.2 FORMAS E ARRANJO DO EDIFÍCIO

Com uma construção de forma ideal a proporção ideal de superfície do edifício (fachada, piso, térreo e telhado) é definido para cada volume de construção. Quanto menor a superfície de um edifício, a menor perda de energia. A forma de cada edifício tem de ser cuidadosamente considerada. Concentrando-se apenas em fazer uma forma compacta pode resultar e efeitos adversos para as qualidades desejáveis tais como design, limitando as opções para responder às demandas de habitabilidade e funcionalidade. Estas considerações deverão ser avaliadas durante o planejamento do projeto.

5.5.3 USO DA LUZ NATURAL PARA ECONOMIZAR ENERGIA

A iluminação natural pode reduzir dramaticamente a necessidade de iluminação artificial. O resultado da iluminação natural eficaz é uma redução no consumo de energia total e global despesas. Estas economias são:

- Redução da quantidade de energia utilizada, incluindo menos energia para iluminação e refrigeração, devido ao calor das lâmpadas
- Redução no número de equipamentos elétricos utilizados e os custos relacionados à manutenção, substituição e os custos de reciclagem (lâmpadas que são substituídos frequentemente contêm mercúrio e requerem tratamento especial) Adicionar mais janelas por si só pode acarretar maiores perdas de energia calor. Técnicas eficazes de iluminação natural exigem experiência e know-how em design. Aspectos fundamentais do design de iluminação natural incluem cuidadosa análise da construção de forma e orientação de janelas, da colocação de vidros de vidraça em relação a altura ao teto e sistemas de sombreamento exterior. A determinação dos custos e benefícios da iluminação natural para o projeto global requer modelagem por computador do edifício bem como considerações sobre os benefícios de iluminação natural já conhecidas proporcionadas aos estudantes, professores e outros usuários do edifício escolar

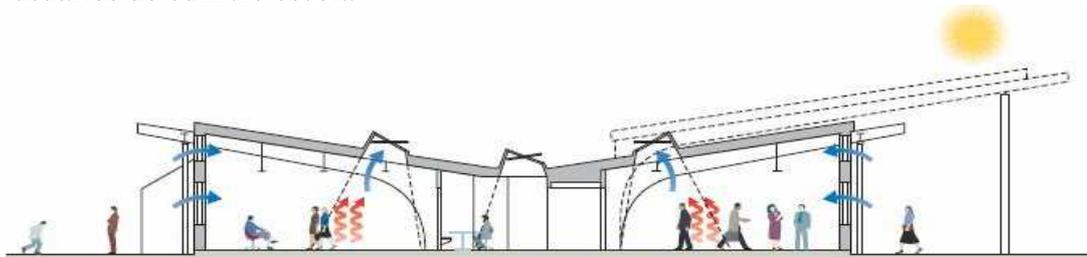


Figura 7 – Eficiência construtiva e sustentabilidade (adaptado de DFES, 2006)

5.5.4 UTILIZAÇÃO RACIONAL DE ÁGUA

- **Baixo consumo de água potável**

Quantidades significativas de água potável podem ser salvas através de uso da água conservando acessórios e controles de fluxo. Tal acessórios e controles incluem o controle da água banheiros, mictórios sem água, areaadores para torneiras de água e controles de máquinas de lavar.

- **Água de chuva**

Existem inúmeros estratégias de projeto e locais que podem ser para a retenção de águas pluviais no local e coleta e reutilização. Sistemas de telhados ecológicos com capacidade de absorver a água da chuva permitem simultaneamente a utilização de camada de plantas tolerantes à seca e tetentoras de agua. O planejamento eficaz de áreas construídas e jardins permite à infiltração de águas pluviais no solo ou a possibilidade de reutilizar a água da chuva para regar os gramados, banheiros ou para limpeza em geral . Essas estratégias resultam em menores custos de água e esgoto.

- **Reutilização de Água Bruta**

Os sistemas estão disponíveis para a coleta no local e tratamento de água re-utilada.

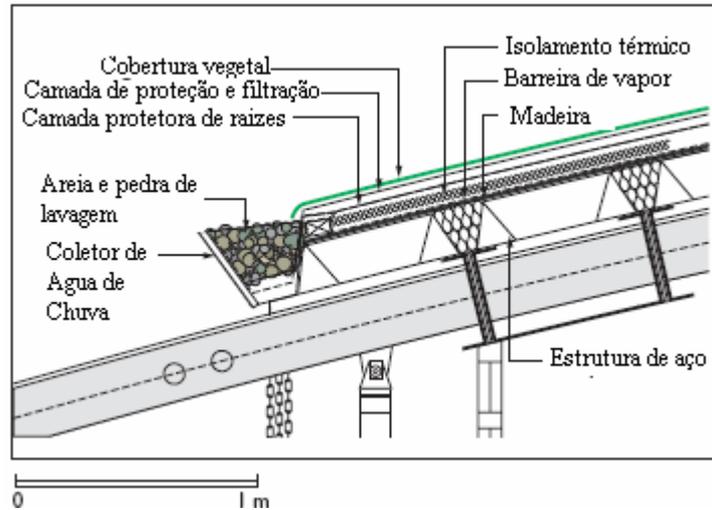


Figura 8 – Telhado ecológico (adaptado de DFES, 2006)

- **Baixo Consumo Elétrico**

Existem atualmente muitas tecnologias comprovadas, disponíveis para reduzir o consumo de eletricidade em edificações. Tais investimentos em tecnologia poupanças no consumo de energia elétrica sem comprometer o conforto. Um requisito fundamental para seguro resultados é para verificar a instalação e operação e calibração periódica dos equipamentos. Tecnologias de poupança de energia sistemas de gerenciamento de energia devem ser integradas em sistemas mecânicos e elétricos para controlar, controlar e aperfeiçoar o uso de energia. Tais sistemas exigir do pessoal a ser treinado para usar e aplicar as informações obtidas a partir desses sistemas.

- **Gestão Elétrica / Sensoriamento**

Hoje o movimento de comutação de luz de detecção pode ser integrado com luz e sensores de ocupação sistemas que fazem uso eficiente de energia.

2. REFERÊNCIAS:

ALMEIDA, M.M. PEREIRA, F.O.R. (1995) – *Environment User Interaction: A case Study in a Non-Residential Building*. In _____

ALVES, P.M.C. ET AL. (1993) “Análise das Condições De Conforto Ambiental No Núcleo De Desenvolvimento Infantil Da UFSC: Uma Proposta De Estudo A Partir Da Metodologia Ergonômica. In **Anais Do 2º Encontro De Conforto No Ambiente Construído, Março 1993, Florianópolis – Santa Catarina.**

ABRIL, (2005) (<http://planetasustentavel.abril.com.br/popscasa-popular-economica-pop1.shtml>.)

AGUIAR, A.R.D; ROJAS, C.C.C; FRANCO, E. M. (1995) “Evaluation Of Environmental In A Study Room” In **IEA World Conference 1995, Outubro 1995, Rio De Janeiro – RJ.**

ATTAIANESE, E. (1995) “ Evaluation Methodology To Control Vitality Conditions In Retrofitting Architecture Design” In **IEA World Conference 1995, Outubro 1995, Rio De Janeiro – RJ.**

BARBOSA, M.J (1993) “Avaliação E Proposta De Solução Para O Conforto Acústico Do Núcleo De Desenvolvimento Infantil (NDI) Da UFSC” **In Anais Do 2^o Encontro De Conforto No Ambiente Construído, Março 1993, Florianópolis – Santa Catarina.**

BASTOS, L.E.G (1993) “Simulação Da Iluminação Natural Para Economia De Energia E Conforto Lumínico Em Edificações.” **In Anais Do 2^o Encontro De Conforto No Ambiente Construído, Março 1993, Florianópolis – Santa Catarina.**

CARVALHO, L.R.A (1993) “Simulação Da Iluminação Natural Para Economia De Energia E Conforto Lumínico Em Edificações.” **In Anais Do 2^o Encontro De Conforto No Ambiente Construído, Março 1993, Florianópolis – Santa Catarina.**

CLARK WC (2007). Sustainability science: a room of its own. Proc Natl Acad Sci USA 104(6):1737 1738

CROSBIE, MICHAEL J. 1994 – *Green Architecture: A Guide to Sustainable Design* - Gloucester, MA: Rockport Publishers.

DFES - DEPARTMENT FOR EDUCATION AND SKILLS (2006) - School for the future: Design of sustainable schools - case studies, ISBN-13 978 0 11 271190 2 - ISBN-10 0 11 271190 1, TSO - The Stationery Office: London, UK

DUTRA, L; TOLEDO, L.M.A. (1993) “Uma Metodologia De Análise Ergonômica Aplicada à Biblioteca Universitária Da UFSC” **In Anais Do 2^o Encontro De Conforto No Ambiente Construído, Março 1993, Florianópolis – Santa Catarina.**

GONÇALVES, J.C. S. & DUARTE, D.H.S. (2006) *Arquitetura Sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino.*

PEREIRA, F.O.R. (1993) “Luz Solar Direta: Tecnologia Para Melhoria Do Ambiente Lumínico E Economia De Energia Na Edificação” **In Anais Do 2^o Encontro De Conforto No Ambiente Construído, Março 1993, Florianópolis – Santa Catarina.**

PEREIRA F.O.R; PEREIRA A.T.C (1995) ”Solar Envelop: A Theoretical Exercise Or A Feasible Proposition” **In IEA World Conference 1995, Outubro 1995, Rio De Janeiro – RJ.**

PETRONE, M. (1993) “Conservação e Utilização Racional de Energia em Edificação: Um Pacto de Responsabilidade” **In Anais Do 2^o Encontro De Conforto No Ambiente Construído, Março 1993, Florianópolis – Santa Catarina.**

RHEINGANTZ, P.A. (2005) – *Arquitetura da Autonomia: bases pedagógicas para a renovação do atelier de projeto de arquitetura*, (Versão revisada) originalmente publicado no livro *Projetar – desafios e conquistas da pesquisa e do ensino de projeto*, organizado por Fernando Lara e Sonia Marques: Rio de Janeiro: Editora Virtual Científica, 2003, p. 108-129, publicada na revista ARQTEXTO/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Ano IV, n.1 (2005) – Porto Alegre: Departamento de Arquitetura: PROPAR 2005, p. 42-67. http://www.fau.ufrj.br/prologar/arq_pdf/diversos/arqtexto6_arquit_autonomia.pdf

SANTOS, M.J.O. (1993) “Ruído No Ambiente Escolar: Causas e Consequências” **In Anais Do 2^o Encontro De Conforto No Ambiente Construído, Março 1993, Florianópolis – Santa Catarina.**

TEIXEIRA, C. (2010) “Casa Popular Econômica Sustentável”

<http://planetasustentavel.abril.com.br/pops/casa-popular-economica-pop1.shtml>