



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO



São José dos Campos, Brasil, 20 de Setembro de 2015

Mateus Lucas de Noronha

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Relatório Final de Estágio Curricular aceito em 26 de Novembro de 2015 pelos abaixo assinados:

---

Mateus Lucas de Noronha

---

André de Oliveira Guadalupe  
Orientador/Supervisor na Empresa

---

Prof<sup>ª</sup>. Giovanna Ronzani  
Orientador/Supervisor no ITA

---

Prof. Eliseu Lucena Neto  
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

## INFORMAÇÕES GERAIS

Estagiário

Mateus Lucas de Noronha

Curso: Engenharia Civil-Aeronáutica

Empresa/Departamento

QMágico LTDA

Pesquisa e Desenvolvimento

Orientador/Supervisor da Empresa

André de Oliveira Guadalupe

Orientador/Supervisor do ITA

Profª. Giovanna Ronzani

Período

23/02/2015 a 19/06/2015

Total de horas: 510

## **1. INTRODUÇÃO**

Este relatório visa a apresentação das atividades desenvolvidas durante o Estágio Curricular Supervisionado realizado em Pesquisa e Desenvolvimento na empresa, em São José dos Campos, Brasil. As atividades se desenvolveram no período de 23 de fevereiro de 2015 até 19 de junho de 2015 tendo como objetivos o desenvolvimento de pesquisas e produtos para a implementação e manutenção de prédios escolares.

## **2. A EMPRESA**

### **2.1. Histórico**

O QMágico surgiu no ano de 2012 quando um grupo de alunos do quarto ano do ITA, que tinha forte envolvimento em iniciativas ligadas a educação criou uma plataforma para levar educação de alta qualidade e personalizada para alunos no Brasil todo.

No início de 2015, a empresa, inicialmente focada em *software*, incorporou uma consultoria educacional, a AOG educação, e novos serviços foram criados como o apoio no planejamento da infra-estrutura escolar.

### **2.2. Área do programa do estágio**

O estágio foi desenvolvido na área de pesquisa e desenvolvimento e comercial da empresa, visando sempre a concepção de um novo serviço para escolas.

## **3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Estudou-se durante o período de estágio, recomendações para implantação e manutenção de prédios escolares com o objetivo de fornecer serviços de consultoria para instituições de ensino básico.

Elementos da construção e implementação do espaço escolar, como tamanho das salas, densidade e cor, influenciam em grau maior ou menor o comportamento e aprendizado dos alunos. Uma pesquisa do departamento de educação da Austrália (DETYA - Department of Education, Training and Youth Affairs) que coletou dados durante 20 anos, revelou, dentre uma seleção de 27 elementos, 6 que se destacaram como os mais críticos de uma construção em que seu processo de *design*, implementação e manutenção com impacto direto na performance e atitude dos alunos, sendo (i) iluminação, (ii) cor, (iii) qualidade do ar e temperatura, (iv) acústica, (v) dimensão da escola e (vi) mobília.

### **3.1. Iluminação**

Estudos da pesquisa conduzida indicaram que ambientes onde a iluminação foi bem planejada e mantida melhora a performance de alunos do 5º e 6º Ano. Estudos médicos revelaram que a presença de luz natural regula o ritmo circadiano, ou seja, o período de 24 horas no qual se baseia o ciclo biológico de quase todo ser vivo, tornando esse fator vital para a construção.

O *Transfer Center* de Neurociência e aprendizado da Alemanha também investigou, em 2011, os efeitos da iluminação em espaços educativos. O estudo determinou três características do ambiente que estimulam positivamente o sistema biológico dos alunos, os quais são apresentados na sequência.

#### **Temperatura de cor**

Os receptores biológicos do ser humano respondem particularmente forte a luz azul, o que significa que a retina é excitada especialmente por fonte de luz de alta temperatura (quanto mais alta a temperatura mais clara é a tonalidade de cor da luz). A pesquisa indica fontes de 8000 kelvin ou maior para as ambientes de aprendizado.

Lâmpadas de halogênio podem ser utilizadas, apesar de consumir mais que lâmpadas fluorescente ou LED.

#### **Planaridade e direção da luz**

Os fotorreceptores estão dispostos de maneira uniforme na retina e o maior estímulo é atingido ativando todos simultaneamente e isso pode ser atingido com iluminação planar. Além disso, os receptores mais sensíveis estão localizados na parte inferior da retina, assim luz vindo de cima causam as maiores excitações. Na natureza, o céu faz esse papel, já em um ambiente fechado, pode-se usar fonte de luz planas ou superfícies iluminadas.

#### **Iluminação dinâmica ao longo do dia**

O organismo usa os inputs de intensidade de luz ao longo do dia para se autorregular. Dentro de um ambiente fechado, o mesmo efeito deve ser reproduzido para simular a luz natural e configurar as fases de alta atividade e calma do corpo. Na prática, dois controles são importantes ao longo do dia: temperatura da cor e direção da luz (direta ou indireta).

A tabela 1 resume os pontos apresentados sobre iluminação.

**Tabela 1. Recomendações de iluminação**

<b>Iluminação - Recomendações</b>	
<b>Temperatura da cor</b>	Fontes de luz de alta temperatura Atenção para o consumo de lâmpadas de halogênio
<b>Planaridade e direção da luz</b>	Fonte de luz planar
<b>Iluminação dinâmica ao longo do dia</b>	Controle da temperatura da luz Controle da direção da luz

### **3.2. Cor**

Faltam estudos quantitativos nesse campo de estudo, mas especialistas concordam que as cores de um ambiente podem influenciar comportamento, aprendizado e concentração dos estudantes. No geral, o *design* de cores de um ambiente deve:

- Suportar as atividades e foco da construção
- Evitar estimulação acima e abaixo do ideal
- Criar efeitos emocionais e psicológicos positivos

Os efeitos da funcionalidade da cor dentro de um ambiente podem ser divididos nos seguintes pontos abaixo:

#### **Produtividade e eficácia**

Estudo conduzido pela marinha americana, onde foram implementadas esquemas de cores em ambientes de trabalho durante 3 anos, indicaram uma redução de 28% de acidentes nos ambientes planejados com o conceito de *design* de cor em relação ao grupo de controle (Birren, Faber. *The Power of Color*. Carol Publishing Group, New Jersey, 1997). Outro estudo independente semelhante demonstrou um aumento na produtividade de 25% na produtividade dos trabalhadores nos ambientes não monotônicos.

Dentro da sala de aula, cores podem melhorar o tempo de atenção (*span of attention*) dos estudantes. Estudo conduzido em 1983 por Harry Wohlfarth em 4 escolas, demonstrou que espaços

que ofereciam melhores condições de iluminação e cor mostraram o maior impacto em *performance* acadêmica e testes de QI – Quociente de Inteligência.

### **Localização e identidade**

Escolas bem planejadas e atualizadas possuem espaços diferentes de aprendizado e não somente salas de aula padrão. No entanto, esse tipo de estrutura, especialmente para crianças mais novas, apresenta um desafio de localização. A identificação de espaços por cor pode ajudar na localização e identidade de cada ambiente. Além disso, pode-se usar a cor para conduzir a atenção das crianças para o que é considerado mais importante e reduzir a importância de áreas secundárias.

### **Processo de desenvolvimento**

Importante ressaltar que o *design* de cor dos ambientes deve acompanhar o desenvolvimento dos alunos. Crianças mais novas reagem muito bem a fortes contrastes de cor e brilho intenso. Com o passar dos anos, no entanto, cores mais amenas são mais adequadas.

### **Aliviar fadiga**

Astenopia é uma doença dos olhos diagnosticada por dilatação da pupila em ambientes de intensidade de luz estática, redução na habilidade de focar e inabilidade de detectar pequenas diferenças de brilho. Uma prática que evita esse tipo de doença entre os alunos é o tratamento da parede frontal da sala para relaxar a visão. Especialistas recomendam tons de matiz média para essa parede enquanto que as outras devem ter tons neutros.

Gimbel e Pile 1997 mapearam os impactos de cada cor no comportamento dos alunos e geraram a tabela 2 que contém informações sobre o estímulo.

***Tabela 2. Cores e Estímulos***

<b>Cor</b>	<b>Estímulo</b>
Vermelho	Alerta, pulso intenso
Laranja	Movimento, felicidade
Amarelo	Desapego, respiração superficial
Verde	Equilíbrio, julgamento
Turquesa	Calmo
Azul	Relaxante, indução ao sono
Violeta	Meditação
Magenta	Contentamento

Preto	aumenta a resposta emocional
Branco	Forte, decidido

Pode-se relacionar as cores com os respectivos ambientes onde cada uma é adequada. A tabela 3 resume as recomendações.

Tabela 3. Recomendações de cores e espaços

	Base do estudante	Espaços individuais (espaço pensar) para	Espaço de aprendizado em grupo	Incubadora	Espaço de apresentação	Espaço de exibição
<b>Vermelho</b>	N	N	N	S	N	
<b>Laranja</b>	N	N	N	S		
<b>Amarelo</b>	não recomendado					
<b>Verde</b>	S	S	S		S	S
<b>Turquesa</b>	S	S		N		
<b>Azul</b>						
<b>Violeta</b>						
<b>Magenta</b>						
<b>Preto</b>	não recomendado					
<b>Branco</b>	não recomendado					

Tabela 4. Continuação da recomendação de cores e espaços

	Espaço para projetos	Laboratórios especializados	Aprendizado ao ar livre	Espaços de "quebra"	Espaço para reunião de professores	Armazenamento de recursos



<b>Vermelho</b>			S	N	N	
<b>Laranja</b>			S	S	N	
<b>Amarelo</b>	não recomendado					
<b>Verde</b>	S	S		S	S	
<b>Turquesa</b>						S
<b>Azul</b>					S	
<b>Violeta</b>						
<b>Magenta</b>				S		
<b>Preto</b>	não recomendado					
<b>Branco</b>	não recomendado					
Legenda: <b>S</b> -> <b>Sim, recomendado</b> <b>N</b> -> <b>Não, não recomendado</b> <b>Em branco</b> -> <b>Recomendação neutra</b>						
Recomendações gerais: <b>- Espaço de passagens e corredores são uma ótima oportunidade para mostrar a identidade da escola e comunidade</b> <b>- Atenção para adaptar a intensidade e variação de cores ao longo dos anos escolares</b> <b>- As cores também podem identificar lugares e orientação</b>						

### 3.3. Qualidade do ar e temperatura

Pesquisas de opinião conduzidas com alunos pelo departamento de educação da Austrália (DETYA) mostraram que as queixas relativas a desconforto estão correlacionadas a temperaturas superiores a 25°C nos ambientes escolares. O que ocorre é que temperaturas nessa faixa com condições precárias de umidade faz com que o esforço físico para respirar se torne maior e nível de concentração menor. Além disso, tais condições reforçam a abstenção de alunos, dado que criam ambientes favoráveis a doenças e transmissão de bactérias entre alunos.

O fato de crianças respirarem um volume maior de ar em relação ao peso do corpo e a densidade dos ambientes de escola serem maiores que de escritórios são agravantes desse tópico para a estrutura escolar.

Richard Hall descreve em seu manual (School Indoor Air Quality - Best Management Practices Manual, 2005) para controle de qualidade interna do ar de escolas seis pontos principais para planejamento do prédio e entornos, como são apresentados no sub-tópico a seguir.

#### **Entornos e paisagem**

O posicionamento e colocação de árvores, arbustos e gramados deve ser planejado dado que pode oferecer vantagens, mas também desvantagens para o ambiente escolar.

Enquanto a vegetação pode oferecer boas condições de controle de temperatura interna, bloqueio de insolação direta em horários de pico e capturar partículas carregadas pelo ar, também pode ser fonte de contaminantes. Crianças são, muitas vezes, alérgicas ao pólen e a manifestações de fungos. Dessa forma, é necessário que a vegetação não fique perto de entradas de ar ou sistemas de refrigeração.

Além disso, a manutenção deve evitar pesticidas ou outros tipos de químicos.

### **Proteção contra pássaros**

O formato da cobertura e dos sistemas de entrada de ar e refrigeração não podem permitir a criação de ninhos de pássaros. Além do fator alérgico quanto a presença de pássaros, os dejetos gerados são proliferadores de doenças e pode ser potencializado por um sistema de ventilação.

### **Formato e orientação prédio**

Prédios devem ser construídos e orientados de modo a aproveitar os ventos predominantes e evitar o acúmulo de poluentes dentro do ambiente.

A proximidade com outros prédios deve ser verificado de modo a não coincidir exaustão de um com entrada de ar de outro.

### **Controle de admissão de ar**

Quanto maior a admissão de ar mais o prédio estará vulnerável ao clima e ambiente externo. Dependendo da região em questão, pode oferecer vantagens e desvantagens. O controle de umidade por exemplo pode custar caro e ambientes muito úmidos causam desconforto nos usuários. Além disso, em regiões próximas de tráfego intenso e indústrias em geral, deve-se atentar para a entrada de poluentes e ao seu controle no ambiente.

### **Estacionamento e áreas de carga e descarga**

Para estruturas maiores, grandes estacionamento podem acumular uma grande quantidade de poluentes, especialmente pela densidade de carros trafegando em baixa velocidade. O sistema de exaustão deve ser isolado de modo a evitar que parte desse ar seja inserido no ambiente interno do prédio.

As passagens de entrada entre as áreas de estacionamento e prédio devem ser distantes da maior concentração de tráfego.

Medidas educativas podem ser implementadas com o prédio em funcionamento como pedidos para desligar motores e placas para orientação.

### **Impermeabilização do teto**

Problemas relacionados a má impermeabilização da cobertura do prédio são recorrentes e impactam diretamente na qualidade do ar. O telhado da construção deve ser capaz de escoar água da chuva e não permitir infiltrações.

No interior dos ambientes, infiltrações aumentam a umidade do ar, promovem o surgimento de fungos e deterioram o revestimento. Além do desconforto, esses fatores provocam efeitos alérgicos e promovem ambiente favorável ao surgimento de doenças.

A tabela 5 resume os pontos sobre qualidade do ar e temperatura.

***Tabela 5. Qualidade do ar e temperatura***

<b>Qualidade do ar e temperatura</b>	
Entornos e paisagem	Utilizar a vegetação ao redor para controle de temperatura interna Atenção para espécies que são fonte de contaminantes (pólen e fungos)
Proteção contra pássaros	Bloquear entrada de pássaros, especialmente na admissão de ar e sistema de refrigeração em geral
Formato e orientação do prédio	Aproveitamento dos ventos predominantes na região Atenção para a proximidade com a exaustão de outros prédios
Controle de admissão do ar	Atenção para a qualidade do ar externo, principalmente no controle de umidade e poluentes
Estacionamento e áreas de carga e descarga	- Isolamento do sistema de exaustão do estacionamento a fim de evitar a contaminação do ambiente interno
Impermeabilização do teto	- Atenção para o controle de umidade interna

### 3.4. Acústica

A acústica da escola deve estar preparada para isolar ruídos internos e externos, desde interferência entre salas até barulho vindo de rodovias e aeroportos, por exemplo.

Ruídos inadequados tiram a concentração, causam estresse e interrompem atividades entre alunos e professores. Além disso, a consciência de que a escola não está preparada acusticamente reduz a liberdade pedagógica de professores.

A NBR 10152/1987 estabelece normas para valores de conforto e máximo de ruído para alguns ambientes da escola, como pode ser visto na tabela 6.

***Tabela 6. Norma para ruídos***

<b>Ambiente</b>	<b>dB(A)</b>
Bibliotecas, salas de música, salas de desenho	35-45
Salas de aula, Laboratórios	40-50
Circulação	45-55

Um mitigador simples do problema de acústica é o carpete que embora tenha um custo extra de manutenção em função da limpeza para que não prejudique alunos alérgicos não apresenta altos custos de implementação. Outras soluções passam por tetos/telhas acústicas, revestimento interno para paredes entre salas e até defletores de som em ambientes maiores. A tabela 7 resume os pontos de recomendação de acústica.

***Tabela 7. Recomendações para acústica***

<b>Acústica</b>	
Principais desafios	Ruídos externos (rodovias, aeroportos) Isolamento interno entre ambientes de alto ruído e espaços de silêncio
Possíveis soluções	Carpete como mitigador simples e barato Telhas/tetos acústicos Revestimento interno para paredes Defletores de som

### **3.5. Dimensão da escola**

Estudos feitos até o momento não mostram uma correlação clara entre tamanho das escolas e performance dos alunos ou qualquer outro fator que pudesse ser generalizado. Harnisch (1987) calculou uma correlação de 0,13 entre tamanho da escola e desempenho acadêmico.

Estudos qualitativos demonstram que alunos extrovertidos e expansivos adaptam-se melhor a escolas de maior porte. No entanto, outros fatores indiretos podem ser relacionados ao porte da escola.

#### **Qualidade dos Professores**

Jackson (1996) demonstrou que escolas maiores tem melhores professores em comparação a escolas de menor porte. Isso ocorre devido a maior estrutura, plano de carreira, benefícios e marca. A comparação entre os dois grupos de professores baseou-se em currículo e certificados.

#### **Taxa de evasão**

Cotton (1996) estudou a relação entre tamanho da escola e taxa de evasão e concluiu que escolas menores possuem taxa de evasão menor.

Pittman e Haughwout(1987) quantificaram a questão e em um estudo que envolveu 744 escolas públicas americanas, a taxa de evasão em escolas com menos de 667 alunos foi de 6,4% enquanto que em escolas com mais de 2091 alunos, o número é 12,1%.

Algumas hipóteses podem ser levantadas para essa realidade:

- Escolas pequenas são mais próximas da comunidade, por isso o canal de comunicação entre escolas e pais são mais abertos e possíveis problemas podem ser resolvidos antes da evasão.
- O impacto da saída de um aluno dentro de uma escola pequena é muito alto e pode significar uma redução grande na margem do negócio, por isso a maior preocupação com a evasão.

A mesma lógica funciona para frequência diária de alunos. Pesquisadores consistentemente comprovam que a frequência diária média dos alunos é maior em escolas pequenas (Lindsay, 1982; Gregory & Smith, 1987, Cotton, 1996).

#### **Cultura/Vigor Institucional**

Goodlab (1984) demonstrou que a satisfação de professores e alunos tende a ser maior em escolas menores. Isso ocorre porque o fato da escola ser grande tem impacto negativo no vigor institucional.

Meier (1996) publicou pesquisa onde 30% dos alunos tinha sentimento de pertencimento em escolas com mais de 400 alunos e em escolas menores o número subia para 70%. Esse sentimento era causado por:

- Alunos de escolas de pequeno porte geralmente se conhecem e se respeitam
- O anonimato de grandes escolas aumentam a agressividade
- Escolas menores são mais próximas da família dos alunos

Além disso, Edingotn e Gardener (1984) acharam um maior nível de cooperação entre professores e alunos de escolas menores.

### **Problemas de Disciplina**

Haller (1992) encontrou menos incidências de indisciplina por aluno em escolas com tamanho médio de 443 alunos em comparação com escolas com 1200 alunos em média.

Escolas maiores tendem a se preocupar mais com a questão da disciplina e para isso, criam regras institucionais restritas quanto a comportamento. Essa fator está relacionado com a taxa de evasão e satisfação dos alunos.

### **Envolvimento dos pais**

A proximidade da família é essencial na construção do desempenho acadêmico dos alunos. Thomas (1987) achou forte correlação entre laços entre professor e pais e performance dos alunos. Walberg (1992) descobriu que o envolvimento da família tende a ser maior em escolas pequenas. Isso ocorre pois escolas pequenas são menos intimidadoras, mais próximas da comunidade, professores e pais se conhecem pessoalmente e isso facilita a interação.

A tabela 8 resume os pontos sobre dimensão da escola

***Tabela 8. Recomendações acerca a dimensão da escola***

<b>Dimensão da escola</b>	
Qualidade dos professores	Escolas maiores tem, na média, professores melhores

Taxa de evasão	Escolas menores tem taxa de evasão menor
Cultura/Vigor Institucional	Usuários de escolas menores tem maior sentimento de pertencimento ao espaço
Problemas de Disciplina	Escolas maiores possuem mais incidências de indisciplina por aluno
Envolvimento dos pais	Comunidade em geral é mais próxima de escolas menores

### 3.6. Mobiliário

Mobília não adequada ou desconfortável pode causar problemas de postura, baixa concentração e dificuldade de escrita conforme apontado no relatório da UNESCO (UNESCO's Educational Building and Furniture Programme).

A mobília ideal deve atender a quatro critérios:

- Suportar diferentes estratégias de aprendizado
- Eficientes e sustentáveis
- Seguras
- Removam barreiras para concentração e comunicação

## 4. Conclusão

As recomendações estruturadas para a implementação e manutenção de escolas, além do contato com profissionais de diferentes áreas, pedagogos e arquitetos, permitiu ao aluno a experiência de criação de um produto, comunicação com stakeholders e validação com o usuário final.