



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **AVALIAÇÃO DE SISTEMAS PREDIAIS DE UTILIDADES EM UM PAVILHÃO DE AULAS NUMA UNIVERSIDADE PÚBLICA**

**Júlia Barros Valadão (1); Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá (2)**

(1) Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
e-mail: juliavaladao@yahoo.com.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
e-mail: tibirica@ufv.br

### **RESUMO**

**Proposta:** O processo de construção de um edifício deve ser desenvolvido apoiado em requisitos e critérios de desempenho que visem a diminuir a entropia do sistema. Deve ser coordenado por meio de gestão de projeto, buscando a compatibilização dos subsistemas implantados na edificação. O objetivo deste estudo consistiu na avaliação dos sistemas prediais energia elétrica, de comunicações, proteção contra descargas atmosféricas e adequação ambiental luminotécnica de um pavilhão de aulas. **Método de pesquisa/Abordagens:** Foram selecionados os sistemas prediais de energia elétrica, telefonia, dados, proteção contra descargas atmosféricas e adequação ambiental luminotécnica. Os dados foram coletados por meio de entrevistas, visitas técnicas *in loco* (*walkthrough*) e *as built*. **Resultados:** Concluiu-se que no edifício estudado houve deficiência de gerenciamento no processo projetual – metaprojeto – e a inexistência de memoriais descritivos e de operação, uso e manutenção do prédio, dificultam a realização das atividades preventivas e corretivas dos sistemas analisados, proporcionando um aumento da entropia dos sistemas. Também não houve compatibilização entre os sistemas e a implantação de subsistemas alternativos de energia, de forma a minimizar os impactos causados pelo uso do edifício.

Palavras-chave: sistemas prediais; avaliação pós-ocupação; requisitos e critérios de desempenho.

## **1 INTRODUÇÃO**

A edificação, “entendida como atividade, compreende a completa esfera de interesses (políticos, econômicos, jurídicos, técnicos, científicos, artísticos, sociais, etc.) dirigidos à determinação da ordenação territorial, e tem por objetivo a construção de tudo aquilo que é necessário para permitir o assentamento humano” (MANDOLESI, 1981).

Como sistema conceitual-constutivo para eficiência de desempenho, sua configuração, produção e uso devem resultar de um processo de planejamento, da fase de projeto à entrega do produto final. Nesses termos, inserida num meio – o macrossistema –, para toda edificação deve-se ater às normas definidas pelo poder público para regulamentar a ocupação nesse meio. No seu próprio contexto, a edificação é um sistema que, além de requerer boa integração com o macrossistema, também deve ser bem resolvido quanto às interfaces dos seus subsistemas e componentes. Conduz a isso, a gestão do projeto da edificação, no qual se firmam os requisitos e critérios aos quais o sistema e os subsistemas devem adequar-se para garantia de habitabilidade e segurança dos usuários. Dentre outros, os requisitos e critérios devem prover segurança estrutural, segurança contra incêndio, confortos térmico, acústico e lumínico, durabilidade, manutenção, impacto ambiental etc.

Em especial, durabilidade, manutenção e impacto ambiental são requisitos responsáveis pela retroalimentação dos subsistemas, razão por que necessitam de maior atenção de planejamento desde a fase de projeto, durante a qual deve ser incentivada a adoção de subsistemas que procurem utilizar soluções e recursos materiais alternativos, que minimizem os danos causados ao macrossistema, em face da exploração e utilização dos recursos naturais pelo homem.

Com esse pensamento, desenvolveu-se uma análise dos sistemas prediais de um pavilhão de aulas numa universidade pública.

## **2 OBJETIVO**

O trabalho consiste numa análise dos subsistemas redes elétrica, telecomunicações, dados, adequação ambiental e proteção contra descargas atmosféricas, como parte do sistema pavilhão de aulas, buscando-se melhor compreender as consequências trazidas para a edificação a partir das decisões tomadas em nível de projeto, e que adaptações se mostraram necessárias para melhorar o desempenho do sistema, ainda em fase de projeto para evitar tais reparos.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 O objeto de estudo**

O pavilhão de aulas situa-se na principal avenida da universidade, sendo sua fachada posterior paralela a um córrego e voltada para uma mata. Foi edificado em terreno plano, escolhido devido à facilidade de acesso, ao alinhamento com a via, à insolação, às dimensões necessárias para o edifício e estar próximo dos departamentos mais afastados do primeiro pavilhão de aulas.

Optou-se pela construção de três pavimentos. O partido adotado buscou a semelhança aos antigos colégios e ao prédio de Biologia, o qual possui pátio interno com corredores e salas de aulas voltadas para o mesmo, o que cria um ambiente agradável, aconchegante e oferece conforto visual aos usuários, o que não acontece com o outro pavilhão de aulas existente.

Pela repetição dos espaços destinados às salas de aula, houve a necessidade de modulação do projeto e o uso mais racional dos espaços, o que possibilitou a decisão pelo uso de estrutura metálica. A proposta final do projeto do edifício se deu pelo tempo limitado, custo e garantia de uso dos recursos.

O dimensionamento e detalhamento de todo o projeto foi desenvolvido por uma empresa, que também gerenciou toda a obra, executada em etapas: infraestrutura; superestrutura e fechamentos; instalações e acabamentos.

No presente trabalho, considera-se: como macrossistema o espaço físico do pavilhão de aulas; como sistemas, a infraestrutura, a superestrutura, as alvenarias, as instalações elétricas, as esquadrias etc.; subsistemas, os elementos e os componentes característicos de cada sistema.

### 3.2 Análise dos sistemas

A metodologia utilizada para a análise dos sistemas consistiu em: observações *in loco*, entrevista com o arquiteto responsável pelo projeto arquitetônico, levantamento de arquivos existentes, estudos de projetos arquitetônicos e fotos tiradas durante a execução. A avaliação dos requisitos e critérios de desempenho foi de acordo com o Manual de escopo de serviços para coordenação de projetos (AGESC, 2006) e as normas: NBR 15575 (ABNT, 2008) – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho, NBR 13531 (ABNT, 1995) – Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas, NBR 13532 (ABNT, 1995) – Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura, NBR 5413 (ABNT, 1992) – Iluminância de interiores, que os sistemas devem cumprir para que o uso do local proporcione conforto e segurança aos usuários.

Os requisitos e critérios de análise utilizados foram (NBR 15575 (ABNT, 2008)): segurança estrutural, segurança contra incêndio, segurança de uso e operações, habitabilidade quanto à estanqueidade, conforto térmico, lumínico e acústico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e antropometria, durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental.

Uma dificuldade encontrada na realização do trabalho foi a não localização, na unidade responsável pelos projetos e obras da Instituição, de cópia dos projetos originais dos sistemas prediais de energia elétrica e iluminação, telefonia, dados e SPDA.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Sistema predial de energia elétrica

Todo o sistema predial de energia elétrica encontra-se em bom estado de uso e conservação, e atendem aos requisitos mínimos exigidos pelas Normas Técnicas citadas anteriormente, quanto aos itens de segurança estrutural, habitabilidade, durabilidade e manutenibilidade. Mostra-se eficiente, pois atende adequadamente às atividades desenvolvidas no edifício, não apresentando condições que ofereçam perigo aos usuários, além de ser possível fazer adaptações necessárias para melhorar e adequar o funcionamento do sistema, principalmente quanto aos avanços tecnológicos. A opção por externar as calhas e os eletrodutos (Figura 1) reduziu a possibilidade de aquecimento excessivo da fiação e, conseqüentemente, a origem de curtos-circuitos e focos de incêndio, facilitando a manutenção.

Não foi possível a verificação de como são mantidos os requisitos de durabilidade e manutenibilidade do sistema, só através de análise no local, mas foi possível verificar que o mesmo não oferece risco aos usuários, e que resiste às condições de uso e exposição do sistema, já que fica exposto por toda a área de circulação do edifício.



**Figura 1** – Ramificação do sistema predial de energia elétrica. (a) Subsistema eletrocalhas; (b) subsistema eletrodutos.

O sistema predial de energia elétrica não cumpre os requisitos de desempenho nos itens de segurança contra incêndio, de uso e operações e impacto ambiental. No primeiro, há maior risco de ignição da fiação por estar externo às vedações do edifício, além da resistência ao fogo ser menor, com maior risco de propagação superficial de chamas. No segundo, foi verificada a exposição da fiação em alguns

pontos do edifício, o que não proporciona condições de segurança quanto ao uso e operações (Figura 2). Quanto ao impacto ambiental, o edifício não faz uso de sistemas que utilizem fontes alternativas de energia.



(a) (b)  
**Figura 2** – (a) detalhe para “T” fazendo a ligação entre o equipamento e a instalação elétrica;  
(b) detalhe para a fixação dos equipamentos pendurada nas tubulações (b)

## 4.2 Sistema de telefonia

Há pontos telefônicos instalados nos locais de funcionamento administrativo, na recepção, no depósito de equipamentos, na sala de funcionários e no recinto da xerografia. Há também quatro pontos de telefones públicos, dois em cada parede frontal dos auditórios, em frente à porta de entrada do edifício, porém, só há um aparelho instalado no lado externo do auditório II, para permitir o uso também quando o prédio não estiver em funcionamento.

Todo o sistema de telefonia atende aos requisitos mínimos das NBRs citadas, quanto aos itens segurança estrutural, contra incêndio, de uso e operações, habitabilidade e durabilidade. Mostra-se eficiente, pois atende adequadamente às atividades desenvolvidas no edifício, não apresentando condições que ofereçam perigo aos usuários.

Quanto aos requisitos de manutenibilidade e impacto ambiental do sistema, só foi possível verificar que não oferece risco aos usuários, e que é resistente às condições de uso e exposição.

## 4.3 Sistema de dados

O sistema de dados, assim como o de rede elétrica, foi instalado externamente às vedações verticais. A rede de dados chega à central do edifício e daí é distribuída para todos os pontos de uso no edifício.

Todo o sistema de dados encontra-se em bom estado de uso e conservação e atende aos requisitos mínimos exigidos pelas normas, quanto aos itens segurança estrutural, contra incêndio, de uso e operações, e durabilidade. Mostra-se eficiente, pois atende adequadamente às atividades desenvolvidas no edifício, não apresentando condições que ofereçam perigo aos usuários, além de ser possível fazer adaptações necessárias para melhorar e adequar o funcionamento do sistema, principalmente quanto aos avanços tecnológicos. A opção por calhas e eletrodutos externos facilita a manutenção do sistema (Figura 3a).

Quanto aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade do sistema, só se conseguiu verificar que o sistema não oferece risco aos usuários, e é resistente às condições de uso e exposição, em toda a área de circulação do edifício.

O sistema não cumpre o requisito de habitabilidade quanto a ser acessível aos portadores de necessidades especiais e com mobilidade reduzida (Figura 3b), pois os pontos existentes nos recintos estão localizados a uma altura inferior àquela adequada para estes. Para o acesso aos mesmos é necessário abaixar o corpo.



(a)



(b)

**Figura 3** – (a) Eletrocalhas e ramificação do sistema dados, e (b) detalhe da localização do ponto do sistema dados (baixo para PNE)

#### 4.4 Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA)

Quanto aos requisitos e critérios de desempenho relativos a SPDA, constatou-se que não há o sistema de proteção contra descargas atmosféricas no pavilhão de aulas estudado. Foi apresentado como motivo que este edifício está em área já protegida por outros edifícios mais altos, próximos.

#### 4.5 Adequação ambiental luminotécnica

A adequação ambiental luminotécnica consiste no uso integrado dos sistemas de iluminação natural e iluminação artificial.

##### 4.5.1 Iluminação natural

O sistema de iluminação natural é composto por aberturas que possibilitam a passagem de luz natural, em toda a extensão do edifício, com cobertura elevada e corredores abertos na lateral livre (Figura 4). Nos compartimentos, as aberturas janelas e portas nas vedações verticais. Há, também, em cada sala de aula, um duto de ventilação, que poderia exercer também função de iluminação (Figura 5).

A área de circulação interna voltada para os pátios internos do edifício é bem iluminada, porém os *halls* de circulação perto dos banheiros e bebedouros, voltados para o átrio central coberto com telhas metálicas e onde se localiza a rampa, têm iluminação natural insuficiente, devido à grande extensão da área, a profundidade e a cor escura utilizada para a pintura da parede (baixa refletância). Do lado oposto do átrio, é também uma circulação pouco iluminada e onde se localizam os depósitos e a sala da xerografia. Nesses recintos faz-se necessário o uso de iluminação artificial durante o dia.



(a)



(b)

**Figura 4** – (a) detalhe para a cobertura elevada e (b) detalhe para os vãos de entrada de iluminação natural para o interior do edifício



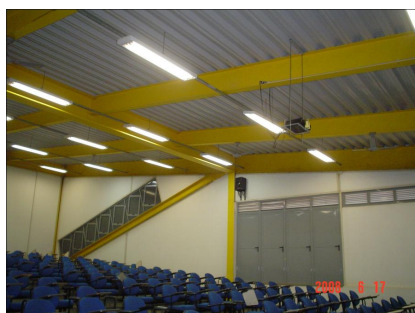
Na face da fachada externa das salas de aula há varandas em toda a extensão, acessadas por meio de portas de PVC pintadas na cor cinza. Somente quando abertas, as salas dispõem de luz natural em quantidade suficiente, uma vez que a faixa horizontal de janelas de baixa altura junto ao teto da varanda (esta funciona como brise horizontal) disponibiliza luz natural suficiente apenas para localização no recinto (Figura 5b).

As varandas localizadas nas extremidades da fachada posterior do edifício inicialmente eram abertas, protegidas por guarda-corpo e destinadas à convivência dos alunos. Posteriormente houve alteração do uso, tornaram-se salas para monitoria, sendo instaladas esquadrias envidraçadas no lugar do guarda-corpo, cujos vidros foram pintados de cinza para diminuir a insolação (uma na fachada leste e outra na oeste); se, por um lado isso reduziu drasticamente a quantidade de iluminação natural, por outro requer iluminação artificial mesmo durante o dia e aumenta a temperatura e a radiação internas (Figura 5c).

A iluminação dos auditórios (Figura 5a) é similar à das salas de aula (Figura 5b). Suas vedações externas contêm esquadrias de PVC, algumas em vidro transparente, posteriormente pintados de cinza. A iluminação externa penetra no recinto somente quando estão abertas. Há pouca passagem de luz pelas esquadrias em PVC, principalmente pelas portas, pois devido ao vento e sua orientação solar, a maior parte fica fechada, ou por causa dos ruídos externos, por baterem com frequência e ou por necessidade de bloquear a passagem da luz solar direta para os recintos (Figuras 5a e 5b).

Portanto, em termos de adequação ambiental, o sistema de iluminação natural não cumpre os requisitos de desempenho nos itens habitabilidade, térmica, lumínica e mesmo acusticamente quanto ao impacto ambiental. O requisito conforto térmico foi especialmente verificado nos recintos destinados a salas de aula e monitoria e nos auditórios. Nestes há desconforto térmico, principalmente em função de as esquadrias e vidros terem sido pintados de cinza (altos ganhos de calor radiante).

O conforto lumínico também foi prejudicado com as pinturas realizadas nas esquadrias, o que ocasionou pouca penetração de luz natural nos recintos e baixa reflexão, devido à cor escura, o que obriga o uso constante de iluminação artificial.



(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 5** – Detalhes das portas em PVC cor cinza que bloqueiam a entrada de luz natural (a) no auditório e (b) nas salas de aula, e detalhes (c) das janelas com vidros pintados diminuindo a passagem de luz natural e (d) do duto de ventilação das salas de aulas não aproveitando a luz da abóbada.

Ainda quanto ao requisito impacto ambiental, uma boa solução adotada foi a implantação da cobertura no átrio central do edifício deslocada das vedações verticais, que promove a entrada de luz natural, diminuindo o uso de iluminação artificial. Uma solução que não foi bem explorada foi os dutos de ventilação das salas de aula, que poderiam também melhorar as condições de iluminação desses locais, se por exemplo recebessem acabamento superficial interno que proporcionasse a reflexão da luz para o interior das salas, a partir da troca da cobertura existente, em concreto, por uma translúcida.

#### 4.5.2 Iluminação artificial

O sistema de iluminação artificial é suprido com energia elétrica da concessionária local e, como o de dados, foi instalado externamente aos fechamentos da edificação.

Os circuitos de iluminação distribuem-se pelos recintos por meio de eletrocalhas e eletrodutos externos até os diversos pontos de luz existentes no edifício. Especificamente nos diversos corredores de circulação verificou-se que foram retiradas algumas unidades, sendo mantidas intercaladas luminárias com e sem lâmpadas. Esse fato gera pelo menos duas hipóteses: a primeira, de superdimensionamento; a segunda, de falta de manutenção adequada do sistema.

A iluminação do átrio entre os auditórios também pode ser melhorada, pois foi feita com eletrodutos como os utilizados nas outras partes da edificação. As luminárias instaladas na estrutura espacial de sustentação da cobertura estão desnecessariamente altas, reduzindo a eficiência do sistema (Figura 6).



**Figura 6** – Sustentação das luminárias do átrio

De forma geral, o sistema de iluminação artificial encontra-se em bom estado de uso e conservação, segundo os critérios de segurança estrutural, contra incêndio, de uso e operações, habitabilidade e durabilidade, não apresentando condições que ofereçam risco aos usuários, além de ser possível fazer adaptações necessárias para melhorar e adequar o funcionamento do sistema.

A iluminação de emergência existente localiza-se nas extremidades, cantos dos corredores do edifício e no átrio central próximo da caixa de escada e rampa de acesso.

Quanto aos requisitos de durabilidade e manutenibilidade, constatou-se que o sistema não oferece risco aos usuários e é resistente às condições de uso e exposição do sistema por todo o edifício, mas as deficiências na limpeza e no reparo e reposição dos seus componentes (Figura 7), principalmente no *hall* de entrada do edifício, entre os auditórios, poderiam ser solucionadas se uma passarela técnica tivesse sido projetada e executada.

Outro item verificado foi a deficiência de compatibilização de sistemas, ainda em fase de projeto, pois, por exemplo, vigas da estrutura precisaram ser perfuradas para permitir passagem de eletrodutos, caracterizando falta de planejamento e coordenação das interfaces desses dois sistemas, denotando necessidades de se mais investimentos na gestão de processos de projeto, como metaprojeto.

Constatou-se, também, deficiência quanto à integração entre os sistemas de iluminação artificial e natural. Isso resulta em cumprimento parcial do requisito impacto ambiental, em que o ideal é a maior utilização dos recursos naturais de energia e a implantação de subsistemas alternativos.



**Figura 7** – Detalhe falta de manutenção: luminárias contorcidas.

#### **4.6 Componentes e subcomponentes utilizados**

A análise efetuada no edifício possibilitou verificar que, de um modo geral, buscou-se uma compatibilização entre os componentes e subcomponentes utilizados para a instalação dos sistemas analisados neste trabalho. Quanto à adoção de eletrocalhas, trata-se de uma solução apropriada para o tipo de edifício, pois facilita a instalação dos sistemas estudados, podendo até mesmo diminuir o tempo gasto com cada um. Economiza também mão-de-obra especializada, já que um mesmo operário pode instalar ou fazer melhor a manutenção dos componentes comuns a todos eles, como eletrocalhas e eletrodutos, e os profissionais especializados ficariam responsáveis somente pela instalação dos componentes que alimentam o sistema, como fios, cabos de rede e luminárias.

### **5 CONCLUSÕES**

No geral, o pavilhão de aulas, há onze anos em contínuo uso, encontra-se em bom estado conservação, com todos os sistemas analisados em boas condições de uso e em funcionamento, além de atender à tipologia de uso proposta – edifício educacional.

Os sistemas analisados no edifício atendem aos requisitos e critérios de desempenho avaliados de acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2008). No entanto, alguns problemas apresentados como falta de manutenção quanto a reparo, reposição e limpeza dos componentes dos sistemas, resultam, principalmente, da falta de gestão do processo de utilização do prédio, o qual existe teoricamente, e não na prática.

Quanto à falta de compatibilização entre sistemas implantados na edificação, ainda em fase de projeto – metaprojeto –, a inexistência de memoriais descritivos e manuais de operação, uso e manutenção do prédio, dificulta a realização das atividades preventivas e corretivas dos mesmos, e proporciona um aumento da entropia dos sistemas.

Outro fator encontrado foi a falta de implantação de subsistemas alternativos de energia, com objetivos de reduzir os impactos ambientais causados pelo uso do edifício. O sistema de ventilação por dutos existentes nas salas de aula, não apresentou o sucesso pretendido, pois não há controle da ventilação, tornando o ambiente muito úmido e frio, principalmente no inverno. Outro ponto, ainda quanto a este sistema, foi o não aproveitamento da incidência de luz natural, para melhorar as condições de iluminação dos recintos e economizar parte da energia elétrica destinada à alimentação do sistema de iluminação artificial, que se faz necessário, durante todo o dia, devido à pouca penetração de luz natural nas salas.



## 6 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531:** Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 13532:** Elaboração de projetos de edificações - Arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 14037:** Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575:** Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho / Partes 1 e 2. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

\_\_\_\_\_. **NBR 5413:** Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

AGESC. Manual de escopo de serviços para coordenação de projetos. 2006.

MANDOLESI, E. **Edificacion**. 1.ed. Barcelona: Ediciones CEAC, 1981.