

APLICAÇÃO DE AUTOMAÇÃO EM APO: UM ESTUDO DE CASO

Ruschel, Regina C. (1), Faccin, Renata (2) e Kowaltowski, D.C.C.K. (1)

(1) Departamento de Arquitetura e Construção, FEC-UNICAMP, CP. 6021, 13.084-971
Campinas, SP, telefone 19-3788.2388, fax 19-3788.2411

E-mail: regina@fec.unicamp.br; doris@fec.unicamp.br

(2) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Unimep / Doutoranda na FEC-UNICAMP
telefone 19-4301809 E-mail: rfaccin@unimep.br

RESUMO

O projeto de pesquisa “Melhoria de Conforto Ambiental em Edificações Escolares Estaduais de Campinas” buscou uma realimentação aos projetos arquitetônicos escolares com os dados coletados através de APO sobre o ambiente, objetivando minimizar as lacunas relativas aos aspectos de conforto ambiental. O estudo de caso aqui apresentado refere-se ao processo de automação da análise da APO em questão onde desenvolveu-se a modelagem de dados coletados na APO, a construção de um Banco de Dados e elaborou-se um conjunto de consultas para uma avaliação dinâmica. Esta abordagem demonstrou ser um recurso ágil e facilitador do tratamento de complexidade através da condição de síntese e cruzamento de dados em quantidade, permitindo conclusões seguras e consistentes. Vislumbra-se que o passo seguinte seria a aplicação da APO já a partir de formulários eletrônicos e a inclusão de uma avaliação da modelagem eletrônica prevista na fase de pré-testes. Diminuíra-se assim a margem de erros dos dados no sistema, detectaria-se coleta desnecessária de informação e aceleraria-se o processo de análise das informações, contribuindo-se verdadeiramente para a aproximação do avaliador ao dinamismo do ambiente avaliado.

ABSTRACT

The main objective of the research project “Environmental Comfort Improvements in State Elementary School Buildings in Campinas” was to provide architectural designs feedback from data collected by POE of the school building in order to minimize the design omissions related to environmental comfort. The case study here presented refers to the automation process used for the analysis of the POE in subject where a data model of the collected data was developed, a database was constructed and a set of queries was elaborated to obtain a dynamic evaluation. The approach demonstrated powerful resource treatment of complexity through conditions of synthesis and cross-reference of data in quantity, allowing secure and consistent conclusions. It is conjectured that the next step would be to apply POE with electronic questionnaires right from the start including in the pre-tests phase the evaluation of the problem data model. It is assumed that this would reduce the data error potential in the system, would indicate unnecessary collect data and would accelerate information analysis process, contributing for a true approximation of the evaluator to the environment's dynamics.

1. INTRODUCAO

Atualmente pesquisa-se a integração das áreas de projeto colaborativo mediado pela internet, de computação móvel e da tecnologia da informação. Neste contexto, verificam-se na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) esforços na aproximação do projetista ao executor, ou seja, do escritório à obra. Na avaliação pós-ocupação (APO) esta abordagem deve ser aproveitada aproximando a avaliação da dinâmica do ambiente construído

Uma equipe de pesquisadores do Departamento de Arquitetura e Construção da FEC – UNICAMP tem continuamente se empenhado em trazer avanços tecnológicos da ciência da computação ao estudo do ambiente construído. Inclui-se nesta linha de pesquisa o projeto “Melhoria de Conforto Ambiental em Edificações Escolares Estaduais de Campinas” (KOWALTOWSKI *et al*, 2001) que gerou o sistema computacional SIGAE (Sistema Informatizado de Gerenciamento do Ambiente Escolar) o qual integra duas áreas de estudo: avaliação pós ocupação (BECHTEL, 1990) e *Facility Management* (CONWAY, 1987).

O projeto acima citado, buscou uma realimentação aos projetos arquitetônicos escolares com os dados coletados através de APO sobre o ambiente, objetivando minimizar as lacunas relativas aos aspectos de conforto ambiental. Utilizaram-se dois níveis de automação: primeiro na análise da APO em questão com a utilização de um sistema de informação e segundo no desenvolvimento de uma ferramenta computacional (protótipo SIGAE) para re-aplicação no ambiente avaliado. O estudo de caso aqui apresentado refere-se ao processo de automação utilizado na APO. Será abordada também sua contribuição na aproximação do avaliador ao dinamismo do ambiente avaliado.

A automação obtida na APO caracterizou-se pela extração potente e ágil de informação sobre os dados coletados através do recurso de consulta do sistema de informação utilizado, o Sistema Relacional de Banco de Dados (SRBD) ACCESS. Para tal o conteúdo da APO passou por um processo de modelagem de dados, desta modelagem construiu-se um Banco de Dados e sobre este desenvolveu-se um conjunto de consultas para uma avaliação dinamizada. A seguir apresenta-se este processo.

2. MODELAGEM DOS DADOS DA APO

Apesar da pesquisa de campo ter sido desde o início desenvolvida visando sua inserção num sistema de informação, verificou-se no processo de modelagem dos dados coletados que os questionários da APO foram estruturados para simplificar sua aplicação pelos pesquisadores e facilitar o entendimento pelos entrevistados do problema sendo investigado. Esta abordagem dificultou a modelagem dos dados pois estes estavam agrupados por questionários que coletavam: a opinião de usuários e avaliações técnicas. Este agrupamento de dados não tinha o enfoque da problemática que se deseja modelar que era a necessidade de avaliar ambientes sob o aspecto técnico, de satisfação do usuário e de confrontar ambos, a identificação dos ambientes avaliados estava em segundo plano.

Utilizou-se o Modelo Entidade-Relacionamento (CHEN, 1983) como ferramenta de modelagem de dados para representar o problema de interesse do mundo real (conforto ambiental escolar) de forma abstrata, visando sua sistematização no SRBD ACCESS. O primeiro passo do processo de modelagem dos dados foi a análise dos questionários aplicados para a identificação das entidades participantes na problemática estudada. Os questionários foram analisados visando à identificação do responsável (usuário entrevistado ou pesquisador), ambiente avaliado e informação extraída. Desta análise verificou-se que:

- três ambientes foram avaliados funcionalmente: **escola, sanitários e sala de aula;**
- cinco categorias de usuários emitiram opiniões sobre os ambientes escola e sala de aula: **diretores, funcionários, professores, alunos alfabetizados e não alfabetizados;**
- três tipos diferentes de medições técnicas foram realizadas sobre os ambientes sala de aula e pátio: **acústica, térmica e de iluminação e**
- que **problemas e aspectos positivos e negativos** sobre a escola foram extraídos de questões abertas respondidas pelos usuários.

Identificando-se 14 entidades: escola, sanitários, sala de aula (e pátio), diretor, funcionário, professor,

aluno alfabetizado, aluno não alfabetizado, medição acústica, medição térmica, medição de iluminação, problemas, aspectos positivos e aspectos negativos.

A etapa seguinte do processo de modelagem dos dados foi a definição dos relacionamentos existentes entre as entidades encontradas. Verificou-se que:

- escola tem um relacionamento de 1:2 com sala de aula, já que para cada escola duas salas de aulas foram avaliadas;
- escola tem um relacionamento de 1:3 com sanitários, pois para cada escola três tipos de sanitários foram avaliados (dos alunos, professores e funcionários);
- escola tem um relacionamento de 1:n com opiniões de diretores e funcionários, já que um número variável destes dois tipos de usuários emitiram opinião sobre o ambiente escola;
- sala de aula tem um relacionamento de 1:n com opiniões de professores, alunos alfabetizados e não alfabetizados, já que um número variável destes três tipos de usuários emitiram opinião sobre o ambiente sala de aula;
- sala de aula (e pátio) tem um relacionamento de 1:n com medições de acústica, térmica e de iluminação, já que as salas de aula (e os pátios) sofreram medições técnicas dos três tipos especificados e
- escola tem um relacionamento de 1:n com problemas e aspectos positivos e negativos, já que questões abertas (sobre problemas, preferências e desgostos) foram formuladas sobre o ambiente escola e múltiplos usuários responderam a estas questões.

O esquema Entidade-Relacionamento (ER) da Figura 1 apresenta as entidades e relacionamentos encontrados.

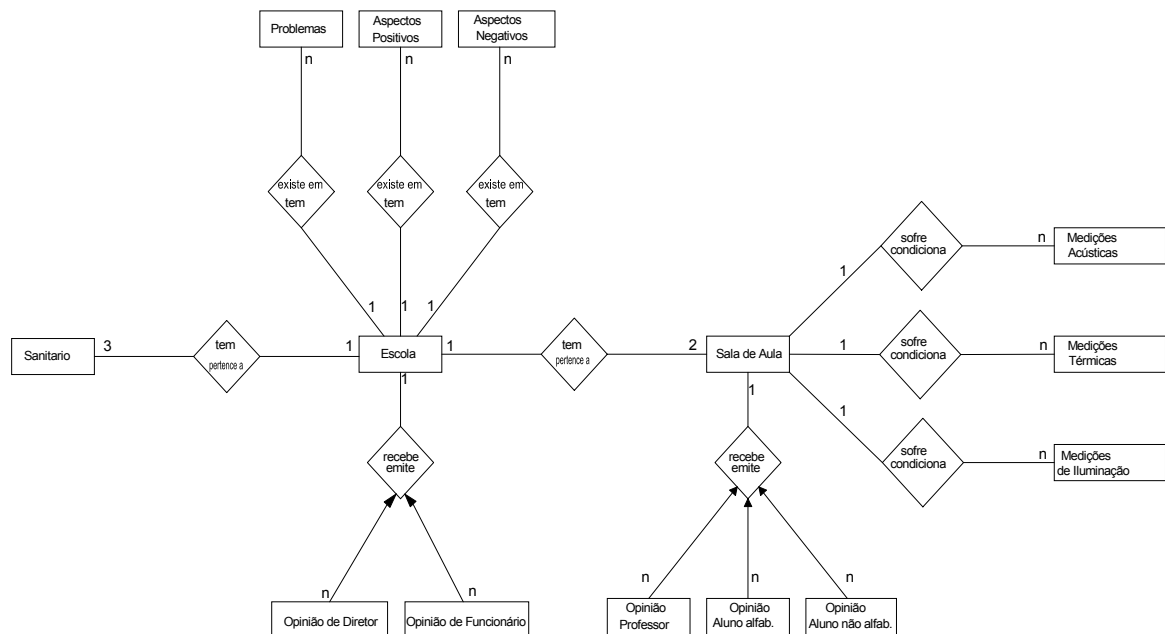


Figura 1: Esquema Entidade-Relacionamento da APO do ambiente escolar.

3. CONSTRUÇÃO DO BANCO DE DADOS DA APO

O SRBD ACCESS foi adotado como sistema gerenciador das informações coletadas, pois prevê segurança e integridade de dados associados a recursos de inserção, atualização e consulta de dados amigáveis e ao mesmo tempo poderosos, com possibilidade de integração com o sistema de CAD mais utilizado no mercado o AutoCAD. Um SRBD armazena os dados em tabelas, que são um conjunto de registros (linhas), compostos por campos (colunas). Para garantir a integridade dos dados cada registro em uma tabela deve ser identificado univocamente por um ou mais campos. Este campo ou conjunto

de campo é denominado chave principal. É possível definir relacionamentos entre tabelas, através da equivalência de chaves entre tabelas. Este recurso permite uma associação complexa dos dados e a extração de múltiplas informações sobre a problemática representada no esquema do banco de dados (MAIER, 1983).

A construção do banco de dados iniciou-se, portanto, pela definição das tabelas. Cada uma das 14 entidades encontradas no processo de modelagem de dados corresponde a uma tabela no banco de dados. A definição das tabelas procedeu-se criando primeiro um nome para cada uma. Na definição do registro de cada tabela especificou-se o nome, tipo de dado e propriedade de cada campo e o conjunto de campos que compunha a chave principal do registro. O tipo de dados de cada campo pode ser no ACCESS: texto, número, data, verdadeiro/falso ou um objeto OLE (por exemplo, uma imagem). A propriedade do campo é especificada por uma regra ou parâmetros que garantem a inserção correta do dado (por exemplo, um texto restrito aos valores: claro ou escuro, um número inteiro restrito ao intervalo de 0 a 4).

Das 14 entidades definidas no processo de modelagem dos dados: 6 (seis) tinham uma relação de 1:1 com os questionários aplicado na APO da escolas pesquisadas, 5 (cinco) equivaliam parcialmente a questionários aplicados e 3 (três) eram compostas por dados extraídos de múltiplos questionário. As Tabelas 1 e 2 resumem a nomenclatura e o processo adotados para a definição das tabelas no banco de dados.

Tabela 1: Tabelas do banco de dados com relação 1:1 com questionários (processo de criação = equivalência com questionário).

Entidade	Tabela	Formulário Eletrônico
1. Escola	q-aval-geral-prédio	f-aval-geral-prédio
2. Sala de aula	q-funcionalidade	f-funcionalidade
3. Sanitário	q-aval-geral-prédio-sanitários	f-aval-geral-prédio-sanitários
4. Medição acústica	q-conf-acútico	f-conf-acútico
5. Medição térmica	q-conf-term/rad-solar	f-conf-term/rad-solar
6. Medição de iluminação	q-conf-visual	f-conf-visual

Tabela 2: Nomenclatura e processo de criação das tabelas do banco de dados da relação parcial com um questionário ou com múltiplos questionários.

Entidade	Tabela Inicial	Formulário Eletrônico	Processo de criação	Tabela Final
7. Opinião de diretor	q-conf-amb-diretor	f-conf-amb-diretor	1º. <i>Equivalência com questionário</i> 2º. <i>Equivalência parcial adquirida através de atualização com consulta subtrativa de campos</i>	er-diretor
8. Opinião de funcionário	q-conf-amb-funcionários	f-conf-amb-funcionários		er-funcionário
9. Opinião de professor	q-conf-amb-professor	f-conf-amb-professor		er-professor
10. Opinião de aluno alfabetizado	q-conf-amb-aluno	f-conf-amb-aluno		er-aluno
11. Opinião de aluno não alfabetizado	q-conf-amb-alunos-não-alfa	f-conf-amb-alunos-não-alfa		er-alunosNãoAlfa
12. Problema			<i>Consulta criadora de tabela</i>	er-problemas
13. Aspectos Positivos				er-aspectopos
14. Aspectos Negativos				er-aspectonet

Para cada uma das tabelas com equivalência total ou parcial a um questionário aplicado na APO das escolas pesquisadas foi criado um formulário eletrônico que simulava o questionário. A inserção dos dados nas tabelas do banco de dados foi feita totalmente através destes formulários eletrônicos. A Tabela 2 também inclui a lista de formulários criados. A Figura 2 apresenta o formulário equivalente ao questionário de Conforto Ambiental para Alunos não alfabetizados. A Tabela 3 sintetiza a quantidade de dados coletados e inseridos no banco de dados, indicando número de registros por tabela.

Figure 2: Formulário eletrônico equivalente ao questionário de Conforto Ambiental para alunos não alfabetizados.

Tabela 2: Quantidade de registro por tabela do banco de dados.

Tabela	Núm. Registros	Descrição
1. Escola	15	15 escolas avaliadas
2. Sala de Aula (ou pátio)	43	□3 ambientes avaliados/escola
3. Sanitário	37	□3 sanitários avaliados/escola
4. Medição Acústica	45	3 ambientes avaliados/escola
5. Medição Térmica	40	□3 ambientes avaliados/escola
6. Medição de Iluminação	43	□3 ambientes avaliados/escola
7. Opinião de Diretor	15	1 diretor investigado/escola
8. Opinião de Funcionário	48	□3 funcionários investigados/escola
9. Opinião de Professor	56	□4 professores investigados/escola
10. Opinião de Aluno Alfabetizado	1414	□94 alunos alfabetizados/escola
11. Opinião de Aluno Não Alfabetizado	358	□24 alunos não alfabetizados/escola
12. Problema	15	1 diretor aponta problemas/escola
13. Aspectos Positivos	1518	□101 usuários apontam aspectos positivos/escola
14. Aspectos Negativos	1518	□101 usuários apontam aspectos negativos/escola

A última etapa da construção do banco de dados incluiu a definição dos relacionamentos entre as tabelas segundo relacionamentos especificados no processo de modelagem dos dados. A Figura 3 apresenta o esquema de relacionamentos resultante no banco de dados.

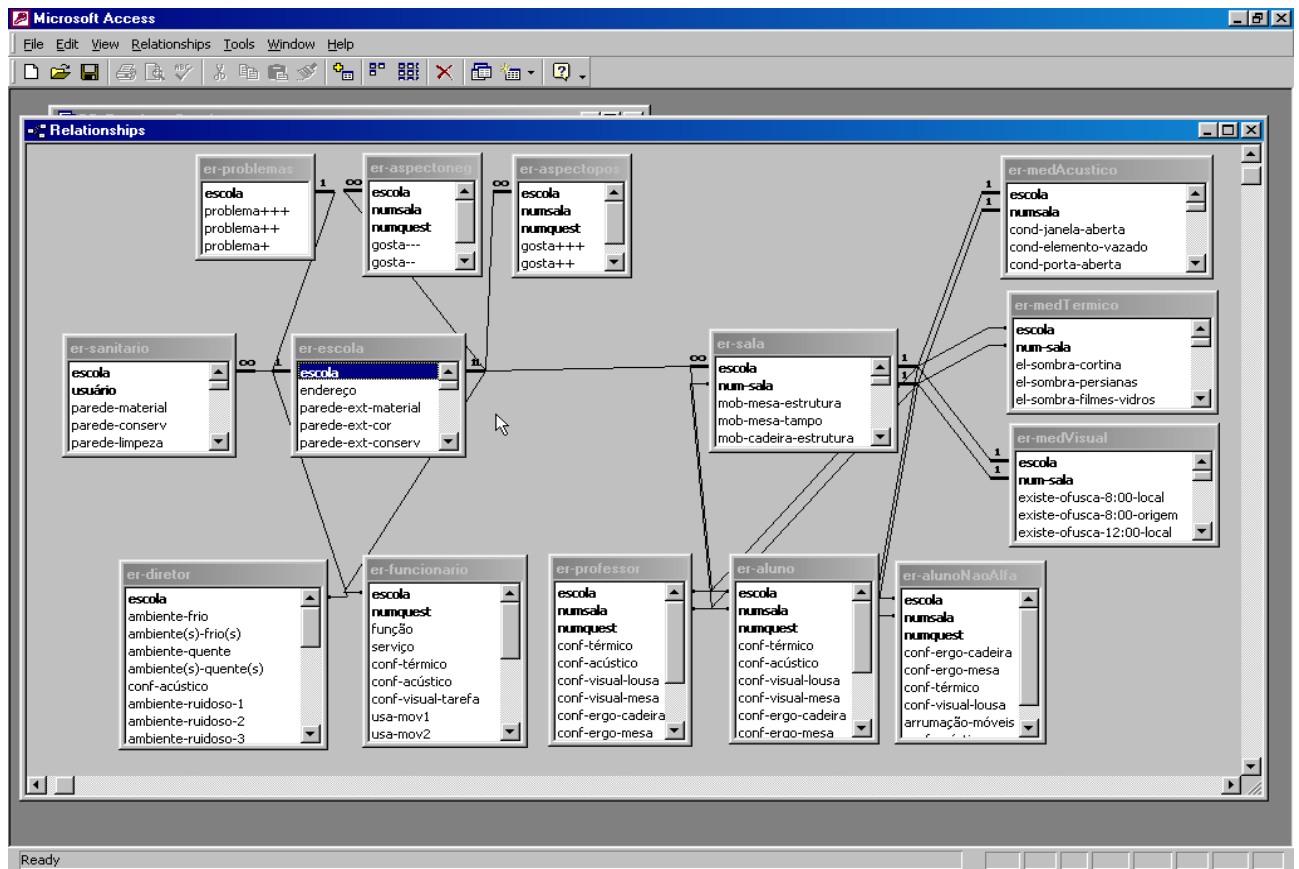


Figura 3: Esquema de relacionamentos do Banco de Dados.

4. DESENVOLVIMENTO DE CONSULTAS

As consultas foram predefinidas de forma a facilitar a extração de informação da APO através do SRBD. As consultas foram baseadas no esquema Entidade-Relacionamento (Figuras 1 e 3). Foi feita a interpretação, tanto da avaliação técnica, quanto da investigação da opinião dos usuários e o cruzamento destas informações. Através do conjunto de consultas criado pode-se obter o diagnóstico do desempenho do edifício relativo ao assunto pesquisado, ou seja, conforto ambiental, opinião dos usuários, dados sobre diversos materiais e outros. Algumas das consultas criadas são descritas a seguir.

4.1. Questões abertas

Perguntou-se para Alunos, Professores e Funcionários: *Cite, por ordem de preferência, três coisas que você mais gosta em sua escola:* A partir desta pergunta, podem-se elaborar múltiplas consultas: O que professores, funcionários e alunos mais gostam em todas escolas avaliadas em primeiro, em segundo e em terceiro e o que professores, funcionários e alunos mais gostam ou menos gostam em cada escola.

O resultado extraído permitiu verificar que não existe diferença entre o que se mais gosta em primeiro, segundo e terceiro lugar entre todas as escolas pesquisadas. Entretanto, existe variação entre escolas. Podem-se verificar preferências entre usuários no que se mais gosta ou menos gosta em todas as escolas pesquisadas.

Perguntou-se para Diretores: *Cite, os maiores problemas em sua escola: (deixou-se espaço para três problemas).* A partir desta pergunta três consultas foram desenvolvidas: o que diretores listaram como o maior, o segundo maior e o terceiro maior problema nas escolas avaliadas.

Pode-se verificar que não existe diferença entre os dois maiores problemas identificados pelos diretores em toda a escola pesquisada e que um terceiro problema não foi apontado. Portanto, conclui-se que bastaria se ter pedido para indicar dois problemas ou que os diretores têm dificuldade em especificar um terceiro problema.

4.2. Conforto acústico

Perguntou-se para Alunos: *Como você está ouvindo a professora em sala de aula?* Também foram feitas avaliações técnicas com instrumentos de precisão. Desenvolveu-se as seguintes consultas:

1. Qual é a opinião de alunos sobre acústica?
2. Compare opinião e cálculos técnicos.
3. Quantos ambientes apresentam Tempo de Reverberação ruim em todas as escolas?
4. Liste o Tempo de Reverberação por ambientes em cada escola.
5. Quantos são os ambientes c/ Nível de Pressão Sonora bom quando a sala cheia as 8:00h.
6. Quantos são os ambientes c/ Nível de Pressão Sonora bom quando a sala vazia as 8:00h.
7. Quais são os ambientes c/ Nível de Pressão Sonora ruim quando a sala cheia as 8:00h.

Pode-se verificar que os alunos têm uma média de opinião positiva errônea com relação a conforto acústico. Nenhuma sala de aula avaliada tem NPS bom quando cheia e com ventilador ligado. No entanto, o sistema permite rapidamente verificar a porcentagem de satisfeitos e essa resposta ajuda na verificação das orientações às mudanças. Outro aspecto positivo do sistema é que através de uma consulta rápida pode-se verificar a procedência do ruído (externo ou interno a sala de aula).

4.3. Sobre conforto térmico

Perguntou-se para Alunos e Professores: *Como você se sente com relação à temperatura neste momento?* Também foram feitas avaliações técnicas com instrumentos de precisão. Desenvolveu-se as seguintes consultas:

1. Qual é a menor velocidade do ar nas salas e pátio?
2. Porcentagem estimada de insatisfeitos.
3. Opinião de alunos sobre conforto térmico. quantidade de alunos insatisfeitos.
4. Opinião de professor sobre conforto térmico.
5. Quantidade de professores insatisfeitos.

Tem-se subsídios para comparar porcentagem estimada de insatisfeitos com porcentagem real de insatisfeitos. Pode-se verificar a opinião média dos usuários alunos e professores com relação ao conforto térmico. Observou-se consistência de opinião entre estes usuários apenas quando o problema de conforto térmico é gritante.

4.4. Conforto visual

Avaliações técnicas permitiram as seguintes consultas:

1. Fator de Uniformidade nos ambientes de todas as escolas as 8:00, 12:00 e 16:00h.
2. Origem e local de ofuscamento as 12:00h.
3. Origem e local de ofuscamento as 16:00h.
4. Origem e local de ofuscamento as 8:00h.

Com o resultado das consultas sobre o fator de uniformidade e locais de ofuscamento nas salas de aula, bem como sua origem em todas as escolas é possível desenvolver uma análise sobre a tipologia dos edifícios e como ela influencia no conforto visual em salas de aula.

4.5. Funcionalidade

Alunos responderam questões quanto a funcionalidade: *O que você acha do espaço da sua sala de aula, da arrumação dos móveis, da quantidade e qualidade do material didático?* As quais geraram as seguintes consultas: Opinião de alunos sobre arrumação dos móveis; ergonomia da cadeira; ergonomia da mesa; qualidade do material didático; quantidade do material didático; tamanho da sala; visibilidade na lousa e visibilidade na mesa.

Notou-se que o grau de exigência dos alunos frente às avaliações técnicas apresenta-se baixo, pois de maneira geral os alunos encontram-se satisfeitos com os aspectos funcionais ao mesmo tempo em que é possível identificar problemas semelhantes em todas as escolas avaliadas.

4.6. Opinião dos usuários em geral

Reuniu-se em duas consultas a opinião de alunos e professores sobre todos os aspectos de conforto avaliados: térmico, acústico, visual, funcional e sobre materiais pedagógicos. Os resultados destas consultas foram exportados para uma planilha de cálculo para melhor facilidade de manipulação com os números. Assim pode-se identificar que os alunos de todas as escolas estão satisfeitos com todos os aspectos de conforto investigados, já os professores de todas as escolas apresentaram-se insatisfeitos com três aspectos: lousa, arrumação dos móveis e disponibilidade de materiais didáticos.

5. CONSIDERAÇÕES

O Banco de dados foi composto por informações extraídas de uma APO visando o gerenciamento de dados referentes ao conforto ambiental escolar. O sistema de consulta demonstrou ser um recurso ágil e que facilita o tratamento de complexidade através da condição de síntese e cruzamento de dados em quantidade. Esta agilidade de se criar múltiplas e diferenciadas perguntas permitem conclusões seguras e consistentes. Deve-se observar que o conjunto de consultas apresentado ainda pode ser ampliado.

Imagina-se que a experiência aqui apresentada pode ser melhorada no sentido de aplicar a APO já a partir dos formulários eletrônicos. Para tal, o questionários devem ser desenvolvidos com ênfase apropriada. Esta melhoria eliminaria a etapa de entrada de dados posterior a APO no sistema, diminuindo a margem de erro nos dados, coleta desnecessária de informação, acelerando o processo de análise das informações e tornando-o cada vez mais preciso.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECHTEL, ROBERT B., MARANS, ROBERT W., MICHELSON, WILLIAM (ED.). *Methods in environmental and behavioral research*. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 1990.
- CHEN, P.P. (ED.): *Entity-Relationship Approach to Information Modeling and Analysis*, North-Holland, Amsterdam, Netherlands. 1983.
- CONWAY, M. & LISTON, L.L. (ED.): *Facility Planning Technology*. Conway Data, Inc., USA. 1987.
- KOWALTOWSKI, D.C.C.K., PINA, S.A.M.G., FÁVERO, E. BORGES, F., LABAKI, L.C., BERTOLI, S.R. e RUSCHEL, R.C. (2001) *Melhoria de Conforto Ambiental em Edificações Escolares Estaduais de Campinas*, 105p. Relatório Científico, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.
- MAIER, D. *The Theory of Relational Databases*. Computer Science Press, Rockville, Maryland. 1983.