Intellectus
REVISTA ACADÊMICA DIGITAL

Volume Especial de Arquitetura e Urbanismo
N.º52 Julho/Setembro 2019

ISSN 1679-8902

4 **EDITORIAL**
CARNEIRO ROSA, Adriana Aparecida

ARTIGOS:

5 **CONSTRUÇÕES E DESCONSTRUÇÕES EM TORNO DO ATELIER DE ENSINO DE ARQUITETURA**
NAKANDAKARE, F.S.

24 **AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA RESIDÊNCIA ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COM O ENERGYPLUS**
TURCZYN, Daniel Teixeira

41 **REFLEXÃO CRÍTICA SOBRE A PRÁTICA DE ENSINAR E APRENDER ARQUITETURA E URBANISMO NA SALA DE AULA**
CARNEIRO ROSA, Adriana Aparecida

57 **VENTILAÇÃO CRUZADA E A EQUAÇÃO DE CONTINUIDADE**
SANTOS, Leonardo Sioufi Fagundes dos Santos

76 **UM ESTUDO DE ANÁLISE GRÁFICA DE PROJETO ARQUITETÔNICO, EM TRABALHOS DE CONCLUSÃO, DA PRIMEIRA TURMA DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFAJ**
CENCI JUNIOR, C.A

92 **ALGUNS QUESTIONAMENTOS E RECOMENDAÇÕES SOBRE O OPEN DESIGN**
FREIRE, Rodrigo Argenton

112 **ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PASSARELA PARA TRAVESSIA DE PEDESTRES NA RODOVIA BR 376, PR, BRASIL**
PESSOA, Giovanna Carolina de Souza

130 **HOSPITAL BERNARDO KLOPFER: DISCUSSÃO SOBRE O MÉTODO DE PESQUISA E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS COMO PROJETO ARQUITETÔNICO**
NOZELA, João Pedro Sartorato

149 **DA CERÂMICA AO LAZER: CENTRO DE CULTURA E SERVIÇOS**
CAMPOS NETO, Dirceu de Oliveira

170 **PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE TRANSPORTE DO TIPO MONOTRILHO NO EIXO CAMPINAS-MOGI GUAÇU**
SILVA, Janini Oliveira Dias da

187 **AS UNIDADES HABITACIONAIS NUM CONTEXTO SUSTENTÁVEL COMO FORMA DE INSERÇÃO URBANA APLICÁVEL A QUALIDADE DE VIDA**
ANDRADE, Juan Carlo

205 **EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE GRANDE PORTE EM SANTA BARBARA D'OESTE E O DESEMPENHO NO PROJETO**
BARROS, Raquel Regina Martini Paula

220 **ESTUDO DO CONFORTO LUMÍNICO E DA CONSERVAÇÃO DO ACERVO EM BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA**
CASALE, Lorenzzo Aroca

238 **DESEMPENHO E INOVAÇÃO NA HABITAÇÃO: REFERENCIAIS PARA O PROJETO E A AVALIAÇÃO EM USO**
BARROS, Raquel Regina Martini Paula

Áreas de publicação:
Ciências Exatas e Tecnológicas
Ciências Sociais Aplicadas
Educação, Cultura e Sociedade
Ciências da Saúde

unifaj
Centro Universitário de Jaguariúna
unimax

Intellectus Revista Acadêmica Digital. Revista científica das seguintes instituições: Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ e Centro Universitário Max Planck - UniMAX.

Eletrônica
Trimestral
Inclui Bibliografia

Editora Chefe:
Prof.ª Dr. ª Ana Maria Girotti Sperandio
Assessora Acadêmica do Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ e Centro Universitário Max Planck - UniMAX.

Equipe Técnica
Janini de Oliveira Dias da Silva
Kaíbe Monteiro de Souza
Maria Virginia Rosa

Equipe de Tecnologia da Informação Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ e Faculdade Max Planck. Equipe de Marketing Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ e Centro Universitário Max Planck - UniMAX.

EDITORIAL

A Revista Intellectus, em seu volume especial de Arquitetura e Urbanismo, publica pesquisas advindas de diferentes pesquisadores, os quais corroboram com temas dos mais diversos, que vêm fortalecer discussões, ampliar conhecimentos e experiências capazes de transformar nossas cidades e, sobretudo, a vida das pessoas.

Estamos em constante busca pela qualidade de vida das unidades habitacionais, que se faz através de estudos antropológicos e históricos de profissionais que se preocupam com o meio e a sociedade. Ao mesmo tempo, ao olharmos como arquitetos e urbanistas, nós nos deparamos com situações críticas onde faz-se necessária a escolha do melhor local para a travessia dos transeuntes, ao transpor rodovias em perímetro urbano.

Ações importantes sinalizam nossas discussões sobre a prática do ensino de arquitetura e urbanismo na sala de aula, seus diferentes métodos de aprendizagem, meios tecnológicos, enfim, de que forma as competências e habilidades são compatíveis com as demandas da sociedade. Uma delas foi o estudo de análise gráfica de projeto arquitetônico da primeira turma de arquitetura e urbanismo do Centro Universitário de Jaguariúna, UniFAJ, dentre os inúmeros trabalhos de conclusão de curso, com enfoque na boa qualidade de material projetual desenhado. Temos convicção de que o atelier de ensino de arquitetura contribui de forma singular para a formação profissional de nossos alunos, de modo que experiências que exploram canteiros e laboratórios, buscaram ações em contato direto com a realidade da profissão, em tempo de constante necessidade de revisão desses espaços.

É com muito orgulho que apresentamos outro ponto relevante deste volume: trata-se de três trabalhos de conclusão de curso de nossos alumnis, tendo em vista suas formações de forma multidisciplinar. O enfoque vem como humanização na saúde, justificado pela pesquisa que comprova o déficit de leitos hospitalares na região Metropolitana de Campinas, a viabilização do sistema de transporte do tipo monotrilho no eixo Campinas-Mogi Guaçu a partir de estudos sobre o processo de industrialização e urbanização dispersa desses municípios, e ainda, a proposta de um centro de lazer, cultura e serviços, resgatando o vínculo da história ao cotidiano, as camadas temporais existentes, de modo a evidenciar antigo e novo.

E aqui chegamos de forma intuitiva para mostrar sobre a importância do conforto ambiental como objeto de estudo recorrente de projetos dos mais diversos, a tratar do desempenho térmico das edificações, de sua eficiência energética, bem como das escolhas de formas e materiais trazidos pelos projetistas. Caro leitor, convidamos vossa senhoria a saborear destes artigos das ciências sociais aplicadas.

Boa leitura!

Profª Me. Adriana Aparecida Carneiro Rosa

CONSTRUÇÕES E DESCONSTRUÇÕES EM TORNO DO ATELIER DE ENSINO DE ARQUITETURA

Constructions and deconstructions around the architectural teaching atelier

NAKANDAKARE, F.S.
Arquiteto e Urbanista, Mestre pelo programa de Arquitetura, Tecnologia e de Cidades da Unicamp

RESUMO: A questão ser e/ou permanecer "moderno" entrou em debate na exposição Encore moderne? Architecture brésilienne 1928-2005, apresentada em Paris e publicada no Brasil por meio de um catálogo que compilou projetos que retratavam um "modernismo em movimento". Em continuidade a esse debate, questionou-se: permaneceria também "moderno" o atelier de ensino de arquitetura? Nesse contexto, o artigo objetiva estudar o atelier e as propostas agregadas a ele nas décadas de 1970 e 1980. Parte-se do conceito definido para esse espaço de ensino pela 'Comissão de Estudo do Atelier' de 1962, revisitado pela crítica perante os canteiros de obra da década de 1970 e o redimensionado segundo a prática proposta pelos laboratórios de habitação da década de 1980. Esse olhar panorâmico quanto ao ensino em atelier acompanhou os debates sobre a contribuição social do arquiteto, de modo que suas críticas se fizeram em constante sintonia com as modificações da profissão. As experiências que exploram canteiro e laboratórios buscaram ações em contato direto com a realidade profissional, demonstrando um intrínseco debate com o atelier e a constante necessidade de uma revisão disciplinar dos espaços de ensino.

Palavras-chaves: Ensino de arquitetura, Arquitetura Modernista, Profissão do Arquiteto

INTRODUÇÃO

A exposição Encore moderne? Architecture brésilienne 1928-2005, apresentada em Paris e publicada por meio de um catálogo no Brasil, foi o elemento base para este artigo. O questionamento levantado por Lauro Cavalcanti e André Correa Lago trata do seguinte debate: como tratar a "tradição" em arquitetura, mantendo-se fiel aos problemas históricos da disciplina, ainda que se apresente um crescente incentivo pela inovação desvinculada com o passado? A mostra se concentrou em dois períodos da arquitetura brasileira: as décadas de 1930 a 1960 (que tornaram a produção do país mundialmente reconhecida) e obras e projetos recentes de jovens arquitetos contemporâneos.

Os projetos expostas na mostra apresentaram semelhanças e distinções no sentido de desempenhar leituras transversais entre a arquitetura produzida

na contemporaneidade com os paradigmáticos projetos da primeira geração de arquitetos modernistas. Ao estabelecer um sentido de continuidade entre as propostas, os curadores apresentaram um "modernismo em movimento" que estaria se delineando nos arquitetos brasileiros mais jovens. Seria esta uma arquitetura múltipla e plural que, sem reverenciar um tempo já passado, sabe nele encontrar riquezas e não fardos. Segundo Cavalcanti:

> *"Ao contrário de alguns países nos quais grupos almejam cristalizar um modernismo nostálgico e formalista, essa nova geração brasileira pratica o que poderíamos chamar de um "modernismo em movimento". Sem ilusões ou desejo de recuperar um passado glorioso, sua releitura serve, apenas, de base inicial para explorar novos contextos e experimentar novas combinações e tecnologias. A partir do pressuposto de que moderna é a arquitetura do período 1930 a 1960, e após examinar alguns dos principais projetos e realizações de jovens arquitetos contemporâneos, o visitante poderia responder à pergunta: encore moderne? "* (CAVALCANTI, 2005)

O moderno, do ponto de vista dos curadores, pode ser delineado sobre as seguintes distinções: em um primeiro caso, o moderno diz respeito a tudo que é atual, de hoje ou de tempos recentes. Nesse sentido, o termo seria um quase sinônimo de "contemporâneo". Já no segundo, o vocábulo moderno se associa com "modernista", associado este ao movimento ocorrido em determinado momento histórico, havendo, deste modo, uma conotação temporal e finita. A questão que permanece é se o modo de realizar a arquitetura permanece "atual", ou seja, capaz de responder às atuais necessidades da sociedade e de se inserir como disciplina sem perder de vista o legado modernista que carrega. Nos momentos em que a produção arquitetônica passa a ser avaliada em desacordo com as necessidades da sociedade, tem se tratado tal problema como uma "crise" disciplinar.

Segundo Colquhoun (2004), o hábito de falar da arquitetura com referência a *crise* remonta ao final do século XVIII. Nesse momento, a tradição clássica começou a perder sua autoridade exclusiva que impulsionou a busca por paradigmas alternativos. Assim, a *crise* que ocorreu no final do século XIX se insere na problemática da constante repetição de modelos do passado que refletiam também antigas formas de pensamento. Com o início do século XX,

novas práticas permitem estabelecer uma estética diferente, proveniente da influência artística fundamentada em preceitos puristas. Segundo Colquhoun:

> *"A principal questão do modernismo, tanto em arte quanto em arquitetura, era que ele representava uma mudança na relação entre o presente e o passado, em vez de ser a continuação de uma relação existente (...) a influência da artística geral sobre a arquitetura moderna foi tão forte quanto, ou mesmo mais forte do que, a tecnologia"* (COLQUHOUN, 2004, p.18)

Uma *crise* na disciplina se rebate diretamente junto ao ensino de arquitetura e urbanismo. Para pesquisadores como Silva (1986), apesar das alterações estéticas na arquitetura e no papel do arquiteto na sociedade, o ensino não se reformulou. Pouco se alterou do método, ou seja, na revisão dos processos e objetivos do ensino em uma permanente revisão crítica da disciplina. Para a autora, o ensino do projeto arquitetônico mantém o modelo que fora adotada pelos arquitetos modernistas, baseados principalmente na École Nationale des Beaux-Arts do século passado, demarcando a repetição de um processo de ensino ultrapassado.

Também para Lara (2009) a questão pouco evoluiu, consistindo assim uma *crise* no ensino de arquitetura e urbanismo como cerne na própria autonomia disciplinar[1]. Segundo o autor, é preciso restabelecer o ensino segundo uma base disciplinar que, sem perder seu teor artístico, conceda um rigor capaz de gerir a prática para além de discursos de um *gênio criador.* Lara ainda expõe que, desde os fundamentos desenvolvidos pela Bauhaus, a disciplina não foi capaz de se reformular perante as mudanças que precederam e, devido a isso, temas como o papel do arquiteto, a autonomia disciplinar e as habilidades específicas da profissão são questões urgentes a retornarem à agenda de debates.

Por meio da aula intitulada "o ensino de arquitetura ou a crise silenciosa", Pirondi (2017) apresenta a questão de uma *crise* como elemento que transcende ao ensino de arquitetura. Para o professor, a crise no ensino de arquitetura se insere em uma crise mundial da educação, proveniente das mudanças radicais

[1] Segundo Durant (1972), no Brasil a autonomia disciplinar da arquitetura em relação a engenharia civil ocorreu conjuntamente à busca por autonomia profissional dos profissionais que passaram a se autoproclamarem arquitetos, e não mais "engenheiros-arquitetos". Dessa forma a profissão, por meio de reformulações no ensino, deixou se ser considerada uma especialização da engenharia civil para se tornar uma profissão autônoma reconhecida pelos poderes públicos.

às quais a sociedade passou no decorrer do século XX. O resultado são problemas no papel da Universidade e a consequente dificuldade das escolas de arquitetura de se reestruturarem no sentido de acompanhar as aceleradas mudanças que a sociedade exige. Seu olhar parte para a necessidade de assimilar ensino e prática dentro de uma ação pedagógica consistente, permitindo a atualização constante do professor e, consequentemente, dos conteúdos ensinados.

Dentre as questões levantadas por tais autores, se nota em comum a necessidade de rever as bases que definem o ensino de arquitetura em função de uma profissão que, além de se transformar, passou a estabelecer diferentes lugares de atuação. Dentre os diferentes problemas que perpetuam a questão, este artigo optou por estudar o atelier de ensino de arquitetura em um olhar pautado pelas experiências ocorridas nas décadas posteriores. Portanto, diante da filiação que assume o modernismo como emblemático, mas sem torná-lo um fardo e a uma possível crise no ensino de arquitetura, questionou-se: permanece moderno o atelier de ensino de arquitetura? Estaríamos estagnados em um modelo de ensino desenhado durante o auge da produção modernista que, apesar das transformações profissionais, pouco se renovou?

Para debater tal aspecto, procurou-se compreender o ensino de arquitetura tomando por base distintos modelos e as condicionantes que o circunscrevem. Sem que estes se tornem fardos a serem rompidos, o estudo apresenta tais experiências como contribuições ao ensino de arquitetura em diálogo com problemas tão diversos da profissão. Foram selecionadas três experiências destacadas pela historiografia e que dialogassem entre si e com os debates a respeito do ensino de arquitetura travadas nas respectivas décadas. Por meio de um olhar panorâmico, conclui-se sobre como tais experiências se dão como contribuições à disciplina arquitetônica.

O ensino de arquitetura moderna no atelier de projeto

No fim da década de 1950 ocorreu por parte dos arquitetos modernistas um crescente distanciamento entre as atividades de projeto e a atuação junto à construção civil. Escritórios de arquitetos como o de Rino Levi, por exemplo,

distinguiram as atividades relativas à profissão, adotando a arquitetura como aquela que trataria do processo de projeto e fiscalização da obra. A construção civil, neste caso, passou a ser realizada sobretudo por parte de empreiteiros, enquanto ao arquiteto caberia a concepção e averiguação das especificações de projeto (SILVA, 2013).

Também são desse período os debates quanto à "função social da arquitetura" nos periódicos especializados, contando com artigos de renomados arquitetos como Vilanova Artigas e Oscar Niemeyer. Endossado pelo Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB), os discursos destes arquitetos apresentavam que o papel da arquitetura se dava em responder às necessidades físicas e sociais na forma de projetos, colaborando com um almejado desenvolvimento pregado pelo governo federal. Porém, para Kopp (1990), apesar de haver por parte dos arquitetos modernistas da década de 1920 a crença que a arte, a arquitetura e a organização urbana deixariam de ser o reflexo da sociedade para se tornar ferramentas da sua reconstrução, o pós-guerra trouxe o entendimento das limitações das propostas arquitetônicas. O discurso social teria se tornado mais um meio de angariar projetos junto ao poder público do que necessariamente um sentido de transformação social.

No Brasil tal questão se dava de modo ambíguo. A aproximação dos arquitetos com o poder público, o otimismo em torno da repercussão internacional da arquitetura modernista brasileira e a inauguração de Brasília concedia ares de renovação. Não seria incabível o entendimento da arquitetura como um elemento transformador, de modo que o interesse dos arquitetos modernistas se transferia para as atividades de projeto e planejamento. Além disso, partia do IAB e das recém-criadas faculdades de arquitetura a iniciativa de conceder uma ampla estrutura para tal: ampliava-se o número de arquitetos e sua inserção nas instâncias de tomada de decisão de projetos públicos. Por outro lado, a arquitetura brasileira se encontrava alvo da crítica internacional, exaltada principalmente na figura de Max Bill, que julgava que a arquitetura brasileira havia se distanciado das necessidades sociais, tornando-se repleta de formalismos desnecessários.

Em um período intenso como este, também foram intensos os debates quanto a reformulação do ensino e profissão do arquiteto. Em 1962, elaborou-se o 'Diagnóstico do atelier de arquitetura', documento desenvolvido pela comissão

composta por Carlos Millan, João A. M. Maitre Jean, Gian Carlo Gasperini e Lúcio Grinover, que compilou as deliberações dos encontros de diretores, professores e alunos das Escolas e Faculdades de Arquitetura e os relatórios quanto às problemáticas do ensino realizado no Seminário de Ensino de Arquitetura (1957). Segundo o Diagnóstico, os arquitetos eram chamados para assumir trabalhos de maior responsabilidade e o ensino de arquitetura urgia em ser revisto. Para os arquitetos modernistas, caberia ao arquiteto o papel de projetar e planejar as cidades que se desenvolviam, de modo que:

> *"Se definiu o arquiteto como 'profissional incumbido de organizar o meio físico em suas relações diretas com o ser humano considerado no conjunto das suas necessidades biológicas, psicológicas e culturais, coordenado para tal fim às aplicações das técnicas correspondentes"* (Diagnóstico do atelier de arquitetura, 1962, p.10)

Ainda segundo o Diagnóstico (1962), seria o atelier o lugar de ensino dos conhecimentos quanto às problemáticas da sociedade e das respectivas técnicas de resolução. Organizado em trabalhos horizontais (disciplinas de construção, física aplicada, resistência e estrutura) e trabalhos verticais (disciplinas de sociologia, economia política, centro de pesquisa e estudos urbanísticos), as atividades em atelier deveriam permanecer presentes em todos os anos do curso, mantendo o projeto como elemento fundamental à formação do arquiteto. Eram objetivos do atelier:

> *"Realizar o aprendizado e domínio dos meios de representação e expressão gráficos; iniciar o aluno, egresso dos cursos médios de caráter geral, no mundo dos valores plásticos e estéticos, desenvolvendo nele, pela experiência, a sensibilidade e a capacidade criadora, aliadas a uma mentalidade de construtor; ser o lugar de estudo, de pesquisa e trabalho do planejamento do meio físico nas suas relações diretas com o homem, onde o aluno entrará em contato com os problemas vivos da arquitetura e do urbanismo, na forma mais próxima daquela em que os terá como profissional"* (Diagnóstico do atelier de ensino, 1962, p.37)

A proposta de criar um profissional que teria como sua atribuição exclusiva o projeto e o planejamento, se isentando da construção civil, foi o primeiro passo rumo ao seu distanciamento do canteiro (SILVA, 2013). Sendo o

ensino pautado nesse modelo de profissional, o atelier passou a simular suas atividades em função das necessidades dos escritórios de arquitetura (figura 1). Para os arquitetos modernistas, o problema do distanciamento do ensino com a prática profissional foi então resolvido com um amplo levantamento das necessidades da profissão que tornaria o atelier um simulador da realidade profissional (DURAND, 1972). Portanto, ao estabelecer o atelier como simulador de um escritório de arquitetura do período, o ensino passou a reproduzir um profissional dimensionado às condicionantes da década de 1950.



Figura 1 - Atelier da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo no centro da cidade (194X)- Fonte: VIDOTTO, 2014

Com a mudança da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, que até então funcionava no centro da cidade, para a Cidade Universitária e a criação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo em São José dos Campos, arquitetos e professores como Hélio Duarte passaram a vincular essa transição como "um marco na abertura do ensino de massas". Com a mudança, houve um aumento das 70 vagas oferecidas pelo curso para 150 vagas (figura 2), obrigando a revisão do ensino e a contratação de novos professores (PRONSATO, 2008). A ampliação do número de escolas e o consequente aumento do número de vagas não foi visto como positivo pela maioria dos professores. Segundo Mayumi Watanabe de Souza Lima:

> *"... tratava-se de uma falsa democratização (...) eliminando o que se chamava de interferência estudantil na administração das escolas, a reforma universitária também*

> *instaurava mecanismos com o objetivo de frear a pressão social, como por exemplo a opção pela dispersão de escolas isoladas pelo interior, evitando assim a concentração de grandes conglomerados estudantis com os possíveis problemas políticos decorrentes disso"* (PRONSATO, 2008, p. 228).



Figura 2 - Atelier de ensino de arquitetura após mudança para a cidade universitária
Fonte: Foto de João Luiz Musa (1985)

Dessa forma, com a expansão do ensino superior adentrando em um ensino de massas, novas transformações na realidade profissional e intensos conflitos políticos, o ensino pautado no atelier desenhado pelo Diagnóstico de 1962, quando implementado, já surgiu de modo defasado. Segundo entrevistas de Durand (1972) a profissionais da época, o modelo de escritório voltado à prática exclusiva de projeto não se sustentava, enquanto a organização da categoria em torno do IAB e das Faculdades de Arquitetura também se mostrava deficiente como representação. A confluência destes elementos veio a impactar o ensino de arquitetura, repercutindo em um confrontamento entre o ensino "formal", pautado no atelier, e o "informal" - que também agregou a si uma instância de resistência política -, realizado nos canteiros experimentais.

Canteiro, crítica e negação do projeto

No ano de 1963, o Congresso da União Internacional de Arquitetos (UIA) em Cuba contou com uma comissão brasileira, da qual fizeram parte professores como Vilanova Artigas e Carlos Fayet. Também assinavam como apoiadores Ícaro de Castro Mello, que vinha participando ativamente das atividades do IAB, e Oscar Niemeyer. O teor do congresso se alinhava com o conflito da guerra-fria vivido internacionalmente, e contou com discursos de figuras emblemáticas como Fidel Castro e Ernesto Che Guevara.

Nota-se nas deliberações do congresso a compreensão das limitações da arquitetura modernista em realizar transformações sociais, apresentando uma linha distinta aos debates sobre a "função social da arquitetura" travados no Brasil da década de 1950. A afirmação do congresso em torno do ensino e profissão do arquiteto se deram principalmente frente a luta por modificações na estrutura econômica-social e de atuar em igualdade com os demais profissionais. As deliberações enfatizaram:

> *"Por lo que atañe a **la Enseñanza de la Arquitectura**, se estableció que 'la planificación, la técnica, la arquitectura, provocan cambios físicos que influenciam pera no transforman la sociedad'. Acentuandose que 'esta transformación sólo es posible medinte una revolución anti-imperialista que provoque un cambio radical de la estructura económica-social. Sobre **el Ejercicio de la Profesión**, quedó estipulado que 'es deber del arquitecto poner sus conocimeientos al servicio de las amplias mayorias de la sociedad y no de una minoria privilegiada, participando creadoramente, al igual que los demás profesionales, en el desarrollo socio-económico de su época".* (Anais do VII Congresso da União Internacional de Arquitetos, 1963)

A proposta do congresso se distinguiu daquela estipulada no Diagnóstico do atelier de arquitetura (1962). Se o Diagnóstico centralizou no arquiteto a tomada de decisões e um otimismo no poder transformador da arquitetura, a deliberação do congresso UIA caracterizou o arquiteto em paridade com os demais profissionais, enfatizando a necessidade de uma revolução anti-imperialista - portanto, avessa ao modelo de organização do trabalho baseado no modelo norte-americano.

Com o Golpe Militar de 1964, perseguições a importantes professores das faculdades de arquitetura vieram a ocorrer. Nomes como Artigas e Demétrio Ribeiro foram afastados dos cargos de docência, além da perseguição a estudantes - sobretudo aqueles que haviam viajado para o congresso. Em meio a um clima conflituoso, seu rebatimento no meio universitário pode ser observado junto à publicação de Artigas "uma falsa crise" (1965). Nele o arquiteto apresentou que o progresso da arquitetura não se interrompia com o golpe, pois considerando as circunstâncias históricas do momento, os países subdesenvolvidos desejavam a industrialização, quaisquer que fossem as suas decorrências. Sua postura ocorreu em defesa do exercício da profissão que, mesmo frente uma situação conflituosa, mantivesse sua atuação contínua.

Um ponto de vista contrário foi defendida por parte dos estudantes recém formados da FAUUSP, respondendo à questão com textos como "Nova Arquitetura", de Sérgio Ferro, e "Uma crise em desenvolvimento", de Rodrigo Lefévre, ambos publicados em edição especial na revista Acrópole (figura 3). Para Lefévre, o golpe estaria excluindo os arquitetos da vida pública, enquanto que muitas das obras produzidas no período eram dotadas de artifícios desconexos dos preceitos que as fundamentaram. Sua vertente defendia que desenho e a prática em atelier não respondiam ao quadro político que se apresentava, demandando por parte dos arquitetos uma tomada de posição perante os conflitos políticos.

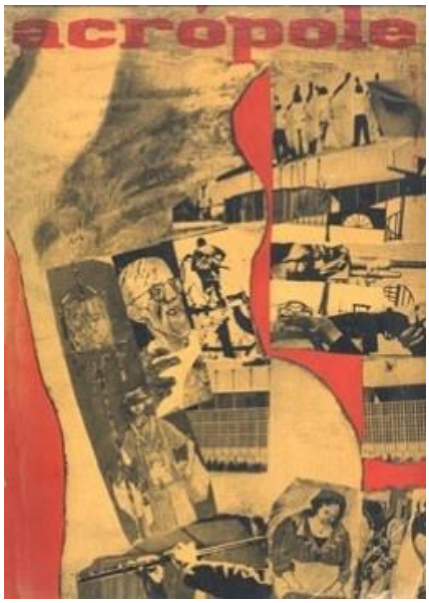


Figura 3 – Capa da especial Acrópole sobre a Arquitetura Nova
Fonte: Revista Acrópole (1965)

Nos fóruns de ensino de 1968 e 1969 da FAUUSP o debate se intensificou, divergindo entre os que defendiam o desenho e a prática profissional, e aqueles que reivindicavam por medidas mais veementes em relação ao quadro político. Foi perante essa reavaliação crítica do papel do arquiteto que o ensino de arquitetura passou a ser criticado na década de 1970. Devido o quadro político, a vertente em defesa do afastamento do atelier ampliou sua repercussão, de modo que se passou a defender a atuação do arquiteto distanciada do projeto e em paridade com os demais operários. Para tais arquitetos, o projeto em si consistia em uma medida de controle e direção. Era necessário, portanto, a extinção de um projeto centralizador do saber, pois somente assim o canteiro poderia se tornar uma prática horizontal. Tal vertente foi apresentada por Paulo Bicca:

> *"A ação de projetar é determinada, em todos os seus momentos, pela intenção de dirigir, através do projeto, os diferentes trabalhos materiais que ocorrem no canteiro e nas usinas. Projetar e dirigir os trabalhos de construção não são práticas independentes uma da outra, supostamente isoladas; estão intimamente ligados, a tal ponto que a existência de uma é determinada pela existência da outra"* (BICCA, 1984, p.92).

No que tange o ensino em proximidade com o canteiro, Rodrigo Lefévre apresentou a proposta do Canteiro-Escola em sua tese “Projeto de um acampamento de obra: uma Utopia” (ARANTES, 2002). Na tese se discutiu a possibilidade de entender a produção da habitação social no canteiro como espaço de formação entre os diversos agentes envolvidos no processo de construção civil. Lefévre defendeu que uma escola dentro do canteiro seria um meio para que o modo de produção da arquitetura fosse um momento de libertação que transformaria o canteiro em um espaço de aprendizado, pesquisa e criação. Tais propostas se alinhavam com as questões apresentadas por Sérgio Ferro (2006), onde o canteiro trataria de quebrar a barreira entre o desenho diplomático e o meio de produção capitalista, muitas vezes geridas pela indústria.

Segundo Lotufo (2014), a partir da crítica ao ensino em atelier e o fomento pelo canteiro emergiram propostas como os “Canteiros experimentais” e também o “Canteiros-Escola”. Em ambas as propostas, o ensino de arquitetura

se daria junto com os trabalhadores de construção civil, sensibilizando o arquiteto por meio da vivência prática com os processos construtivos. O canteiro também permitiria um aprendizado mútuo entre os estudantes e a equipe, diluindo hierarquias no processo de construção e incentivando criação e pesquisa. Tais propostas se perpetuaram pelo país, ainda que a proposta de canteiro por vezes tenha passado a se distanciar do teor político, mantendo como enfoque o ensino da técnica construtiva.

Perante tais experiências, observa-se que a aproximação com a prática proposta em canteiro consiste na tentativa de manter a face política da profissão do arquiteto na década de 1970. O ensino, por sua vez, surge de um debate em torno da profissão que, mesmo se distanciando do projeto, permaneceu atrelado a uma ampla dialética teórica e disciplinar. Como visto no congresso da UIA, já emergia internacionalmente na década de 1960 a necessidade de mudanças na profissão, de modo que o canteiro se revela inscrito em diálogo com uma revisão disciplinar que ocorria internacionalmente em torno das limitações das propostas modernista. Como resultado, a crítica estabelecida nos canteiros de obra passou a ser vista nas décadas posteriores como um extremismo frente aos modos de produção da arquitetura, ainda que, visto as condições que os criaram, seja um dos mais emblemáticos manifestos diante dos debates em torno da profissão.

Os Laboratórios de Habitação e a retomada disciplinar

Os Laboratórios de Habitação se inseriram como uma prática alternativa a esse panorama de embate entre o atelier e o canteiro. Inicialmente desenvolvida em faculdades particulares que continham menor interferência do Estado na formulação de suas propostas de ensino, os laboratórios buscaram incorporar os ideais sociais presentes nos debates promovidos nos canteiros, porém sem se opor ao projeto e ao saber acumulado pela disciplina arquitetônica. Neles, o ensino procurou a retomada do desenho como instância de construção do processo de aprendizado e diálogo com a sociedade. Seria o projeto o meio de refinamento das propostas esboçadas em desenhos, sem perder de vista o horizonte de diálogo com a sociedade. Segundo Zein e Bastos:

> *"A retomada da disciplinaridade - do saber fazer arquitetônico - como foco central na questão da habitação se contrapõe tanto aos procedimentos meramente quantitativos, de reprodução acrítica e nauseante de modelos supostamente mais banais, quanto à atitude de negação do projeto como instrumento de mudança, que permeou as críticas de pensadores ultraradicais dos anos 1960-1970" (ZEIN, BASTOS, 2010, p.315)*

Na década de 1980, ocorreu por parte dos cursos de arquitetura e urbanismo uma revisão das suas propostas de ensino. O atelier tal como proposto pelos arquitetos modernistas passou a ser visto como insuficiente e, por vezes, a metodologia de ensino de projeto acabava por alimentar o "gênio criativo" (COMAS, 1986). Tal demanda criou o fomento por meios alternativos ao ensino de projeto, associando a este uma crescente demanda pela assistência técnica voltada à habitação de interesse social. Com o início da redemocratização, iniciaram-se os movimentos populares para a ocupação de terras de forma organizada e a posterior construção de moradias. A atuação da Cooperativa de Arquitetos, e posteriormente de Laboratórios de Habitação, se estabelecia no contexto em que assistentes sociais, órgãos públicos, universidades e a Igreja Católica, operacionalizavam o atendimento a essas demandas. (PEREIRA, 2006).

Com o intuito de atrelar o ensino com uma realidade prática da profissão, três Faculdades de Arquitetura e Urbanismo instalaram Laboratórios de Habitação: a Faculdade de Belas Artes (Febasp), nomeado de LABHAB (1982); a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Santos, nomeado HABITAFAUS (1983); a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade de Campinas, nomeado L'ABITAT (1986). O quarto laboratório surgiu na sequência do encerramento das atividades do LABHAB da FEBASP, em 1985, na Universidade Estadual de Campinas, instalado com o mesmo nome, o LabHab-Unicamp (1986).

Tais laboratórios procuraram desenvolver uma alternativa ao ensino de projeto que, segundo Pereira (2006), se deu como reflexo de uma retomada dos arquitetos em torno dos problemas da profissão. O Sindicato de Arquitetos do Estado de São Paulo (SASP) iniciou a promoção e divulgação da Cooperativa de Arquitetos, criada por Jon Maitrejean. Juntou-se a ele o arquiteto Joan Villà, que passou a trabalhar na Cooperativa de Arquitetos da Região Metropolitana

de São Paulo, a qual tinha como associado outro arquiteto - Jorge Caron (DUALIBI, 2011). Esses profissionais, além de atuarem nas periferias, eram professores nas escolas de arquitetura e urbanismo. Provavelmente por meio dessa rede de profissionais o conceito dos Laboratórios de Habitação começou a ser transmitido em parte das escolas do Estado. Enquanto a FAU Santos tinha como professores Jon Maitrejean e Jorge Caron, a FEBASP contava com a direção de Caron e Joan Villà em seu corpo docente.

Exemplo emblemático, o Laboratório de Habitação da FEBASP se propôs que a escola inserisse no seu currículo uma série de projetos extra-curriculares, nos quais estavam contidos também um Laboratório de Estruturas, o Centro de Documentação e Pesquisa e o Laboratório de Construção. Em depoimento para Pinto (1989), Jorge Caron apontou que esses espaços criados na estrutura do curso tinham como objetivo aproximar o ensino da pesquisa, prestando serviços à comunidade, com o apoio financeiro de uma entidade particular. Para o mesmo autor, o depoimento de Nabil Bonduki, também professor da FEBASP no período, atestou que o Laboratório de Habitação não buscava reproduzir um escritório, mas que fosse um “espaço de reflexão à formação” (PINTO, 1989, p.157).

O enfoque da produção arquitetônica em laboratórios de pesquisa, ensino e projeto concedeu à arquitetura um caráter experimental e acadêmico. No caso da FEBASP, essa experiência veio a ocorrer por meio do contato com demandas reais de trabalho nas periferias da cidade de São Paulo. Segundo Pinto (1989), nessa experiência, além do trabalho desempenhado em conjunto pelos alunos e professores, era proposto um trabalho com “perspectiva política”. Havia um incentivo para a organização das comunidades onde se desenvolviam os projetos como meio de viabilizar o acesso a recursos do poder público para a implantação das propostas. O contato com a realidade urbana permitiu a formação de uma geração de arquitetos que inseridos nas perspectivas dos problemas urbanos, como Ermínia Maricato e Nabil Bonduki, e próximos aos debates da prática arquitetônica e o crescimento das cidades. Para Pompéia, o laboratório cumprira uma ação excepcional que expandia os conhecimentos para além do atelier:

> *"Descobri que, apesar de o Laboratório de Habitação da Unicamp não ter tido alunos da própria Universidade, cumpria um papel pedagógico fundamental: envolvia alunos de outras universidades, levava-os para fora das salas de aula e, principalmente, formava pessoas que precisavam de instrução para melhorar as suas vidas: gente que mora em situação precária. Ou seja, esse Laboratório, assim como outros de outras Universidades, cumpriu perfeitamente a diretriz estipulada pela LDB: "Formar cidadãos conscientes de seus deveres e direitos" (*POMPÉIA, R., 2006, p.133).



Figura 4 - Estudantes no canteiro de obras produzindo módulo de painel.
Fonte: POMPEIA, 2006.

Contudo, a iniciativa da criação dos primeiros Laboratórios durou poucos anos: na FAU Santos o HABITAFAUS se encerrou em 1984 e, em 1986, por "questões político-trabalhistas" o corpo docente da FEBASP deixou a instituição, com o consequente fechamento do Laboratório de Habitação (DUALIBI, 2011). Segundo Bonduki (1986), "a direção da Faculdade de Belas Artes trancou a sala onde ele funcionava com um cadeado, cuja chave nunca mais foi nos dado acesso". No entanto, para o autor, "o LABHAB acabou, mas esta experiência tem continuidade; tornou-se uma necessidade" (BONDUKI, 1987, p. 15).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como a exposição "Encore moderne? Architecture brésilienne 1928-2005" buscou delinear um recorte específico à arquitetura moderna brasileira para então apresentá-la em sobreposição às experiências contemporâneas, também se faz necessário um processo similar dentro dos

modelos de ensino de arquitetura. O levantamento cronológico que aborda experiências bem-sucedidas relacionadas e seus contextos de atuação permite uma avaliação sucessiva das metodologias adotadas e sua adaptação à um contexto social que constantemente se modifica.

Nesse sentido, o atelier proposto ao ensino da arquitetura moderna aponta para uma adequação às necessidades da profissão por ter se apresentado segundo sucessivos diagnósticos da realidade profissional. Sua vertente se deu alinhada à proposta de legislação profissional defendida pelo IAB que possuiu como ênfase voltar a formação do arquiteto às atividades de projeto e planejamento, se distanciando das atividades de construção civil.

Visto as transformações da realidade profissional do arquiteto e a "crise" instaurada junto a produção da arquitetura moderna da década de 1970, o ensino em atelier e a metodologia desenvolvida para tal passou a ter sua estrutura criticada. Dado o engessamento e a ausência de diálogos no ambiente universitário, pouco coube ao ensino em canteiro senão a total negação do modelo anterior. Contudo, ressalta-se que o canteiro consiste não apenas em uma proposta revolucionário em relação ao modo de produção da arquitetura, mas também como um manifesto em torno de problemas disciplinares que ocorriam internacionalmente.

As experiências dos Laboratórios de Habitação, por sua vez, se mostraram conciliatórias entre os dois modelos: se por um lado propôs a aproximação com as demandas sociais e os modos de produção da arquitetura; por outro estabeleceu uma retomada disciplinar e a revisão metodológica utilizando o projeto como instrumento para resolução de problemas e diálogo. Entretanto, o fomento a esse modelo de ensino se deu à medida que se manteve a demanda do arquiteto em canteiro. No momento em que estas diminuíram, tais espaços de ensino também se enfraqueceram, ainda que o ensino proposto se mostrasse como uma proposta ativa à interação do estudante com a prática profissional.

Outras experiências poderiam ser aqui listadas, porém o que fundamentalmente se procurou instigar com estes três modelos foi: o atelier permanece moderno? As três vertentes citadas, por mais distintas que se revelem, estabeleceram um diálogo crítico e disciplinar. Permaneceram estas atreladas à proposta do atelier, que em sua negação ou somatória, permitem um

olhar crítico frente aos seus sucessos, limitações e diálogos com a prática profissional.

Ainda que as ferramentas do ensino de arquitetura se transformem, com a inclusão ou não de tecnologias emergentes, a questão proposta possui em seu âmago a pergunta quanto a que tipo de profissional se procura formar. A necessidade de se manter a profissão atualizada em um mundo em constante transformação, garantindo seu campo de atuação, consiste em um desafio às entidades de representação da categoria como o Conselho de Arquitetos e Urbanistas (CAU) e a Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (ABEA). Diante de uma nova expansão do ensino superior e o crescente aumento do número de profissionais da área, tais entidades possuem em suas mãos uma difícil missão: atualizar o ensino de arquitetura e suas dinâmicas, garantindo aos profissionais um campo de atuação condizente com as necessidades da profissão em cursos de arquitetura que emergem nas mais distintas realidades.

Em dado momento, questiona-se que exista apenas um profissional arquiteto e urbanista, mas sim múltiplos profissionais provenientes de múltiplas realidades. Porém persiste o elemento dúbio de que, se por um lado, uma formação generalista que abranja distintas realidades dificulta garantir qualidade mínima ao ensino, por outro, o engessamento em um Currículo Mínimo padronizado cria um vácuo entre a teoria arquitetônica e os problemas locais. Em vista dessa problemática, reforça-se a urgência de reanimar o debate em torno da profissão do arquiteto, concedendo um olhar atento às experiências e continuidades estabelecidas, bem como à consolidação de experiências frutíferas ao ensino da profissão.

Bibliografia

ACRÓPOLE, nº 319, Julho de 1965.

ANAIS do VII Congresso da União Internacional de Arquitetos, 1963 in DORFMAN, Cesar. Havana 63. Porto Alegre, editora Movimento, 2013.

ARANTES, Pedro Fiori, Arquitetura Nova: Sérgio Ferro, Flávio Império e Rodrigo Lefèvre, de Artigas aos mutirões. São Paulo: Editora 34, 2002.

BICCA, P. **Arquiteto a máscara e a face.** São Paulo: Projeto Editores Associados, 1984.

BONDUKI, N. Construindo Territórios de Utopia. **Dissertação de Mestrado**, FAU/USP, São Paulo, 1987

CAVALCANTI, Lauro; LAGO, André Correa do. Ainda moderno? Arquitetura Moderna Contemporânea. **Arquitextos, Portal Vitruvius**, Novembro de 2005.

COLQUHOUN, Alan. Modernidade e tradição clássica: ensaios sobre arquitetura 1980-1987, tradução Christiane Brito. São Paulo, **Cosac & Nayfy**, 2004.

COMAS, Carlos Eduardo (org.). Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação. **São Paulo: Projeto**, 1986.

DUALIBI, Jackson. Arquiteto Joan Villa - A construção de pre-fabricados ceramicos. Disponivel em: http://www.belasartes.br/revistabelasartes/downloads/artigos/6/a-construcao-de-pre-fabricados-ceramicos.pdf. Acesso em 24/05/2017.

DURAND, J. C. G. A Profissão de Arquiteto (estudo sociológico). Dissertação de Mestrado, **Faculdade de Filosofia,** Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1972.

KOPP, Anatole. “Quando o Moderno Não Era Um Estilo e Sim Uma Causa” São Paulo: Nobel – **Editora da Universidade de São Paulo**, 1990.

LARA, Luiz Fernando. Disciplina ou (in)disciplina: eis a questão**. MDC revista de arquitetura e urbanismo**. 2009.

LOTUFO, T. M. Um novo ensino para outra prática. Rural Studio e Canteiro Experimental, contribuições para o ensino de arquitetura no Brasil. **Dissertação de Mestrado.** FAUUSP, 2014. 158p.

MILLAN, C. B. O Ateliê na Formação do Arquiteto. São Paulo: **Setor de Publicações FAUUSP**, 1962. 45p.

PEREIRA, Olivia de Campos Maia. Assessorias Técnicas: trajetórias e destinos entre o mercado e o Estado In: **Oculum Ensaios no 06,** 2006. PUC Campinas, pp. 88-99.

PINTO, Gelson Almeida. A prática do projeto no ensino de arquitetura: investigação sobre algumas experiências - São Paulo - 1958/1985. v.1. Dissertação de Mestrado. **Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Arquitetura e Planejamento**, 1989.

PIRONDI, Ciro. O ensino da arquitetura ou a crise silenciosa. **Revista Prumo**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 6, jan. 2017.

PRONSATO, S. A. D. Para quem e com quem: ensino de Arquitetura e Urbanismo. **Tese de Doutorado. FAUUSP**, 2008.

POMPÉIA, R.A. Os Laboratórios de Habitação no ensino da arquitetura: uma contribuição ao processo de formação do arquiteto. **Tese de Doutorado, FAU/ USP**, 2006.

SANCHES, Débora; ALVIM, Angélica A. Tanus Benatti. Assessorias Técnicas e movimentos de moradia na produção de habitação social na área central de Sao Paulo. In: **VI Projetar: Salvador**, 2006.

SILVA, Elvan. Sobre a renovação do conceito In Comas, Carlos Eduardo (org.). Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação. **São Paulo: Projeto**, 1986.

SILVA, Joana Mello de Carvalho e Silva. De arquitetos-construtores a arquitetos liberais: a constituição do campo arquitetônico pela experiência de de Jacques Pilon (1930-1960) in Memória, trabalho e Arquitetura / João Marcos Lopes e José Lira, orgs. - São Paulo: **Editora da Universidade de São Paulo**, 2013.

VIDOTTO, T. C. A indissociável relação entre o ensino e a profissão na constituição do arquiteto e urbanista moderno no Estado de São Paulo: 1948 - 1962. **Dissertação Mestrado em Arquitetura e Urbanismo** – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Unicamp, Campinas, 2014.

ZEIN, Ruth Verde; BASTOS, Maria Alice Junqueira. Brasil: arquiteturas após 1950. São Paulo: **Perspectiva,** 2010.

SOBRE O AUTOR:

Fernando Shigueo Nakandakare é arquiteto e urbanista formado pela Universidade Estadual de Campinas. Premiado com o prêmio Joaquim Guedes por seu Trabalho Final de Graduação, foi encaminhado como representante do curso para o Concurso Ópera Prima. Durante a graduação realizou uma série de outros concursos, no qual foi premiado com a menção honrosa no concurso da Bienal Internacional Iberoamericana e no concurso Irradiar Coimbra. Possuiu formação complementar pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e Extensão Universitária como formador em incubadoras tecnológicas pela Universidade de Campinas. Atuou com projetos dentro do campus universitário pelo Escritório Modelo da Unicamp (Emod), e de extensão universitária pelo Escritório Modelo de Arquitetura e Urbanismo (Emau) e pela Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP). Mestre pelo Programa de Arquitetura, Tecnologia e Cidades na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Fundamentos de Arquitetura e Urbanismo, desenvolve pesquisas nos seguintes temas: ensino de arquitetura e urbanismo, arquitetura brasileira, arquitetura modernista e laboratórios de habitação.

Email: fenakan1@gmail.com

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA RESIDÊNCIA ATRAVÉS DE SIMULAÇÕES COM O ENERGYPLUS

Thermal performance evaluation of a residence through EnergyPlus simulations

TURCZYN, Daniel Teixeira
Universidade Estadual de Campinas

NEVES, Letícia de Oliveira
Universidade Estadual de Campinas

RESUMO: O desempenho térmico das edificações está diretamente associado aos fatores geográficos e climáticos do local de inserção e das escolhas de formas e materiais feitas pelos projetistas. Uma das formas de avaliar o conforto térmico dos usuários de uma edificação é através do modelo adaptativo para ambientes naturalmente ventilados presente na ASHRAE55, no qual é possível definir os limites máximos e mínimos da zona de conforto e averiguar as condições da temperatura operativa interna do ambiente. Um dos modos de conseguir as temperaturas operativas internas é através de simulações computacionais no programa EnergyPlus. A partir da averiguação do desempenho térmico de uma edificação é possível estudar comparativamente soluções alternativas de projeto e de escolha de materiais, buscando soluções que aumentem o período de conforto sem a necessidade da utilização de sistemas elétricos. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho térmico dos ambientes de estar e social de uma residência unifamiliar localizada no município de Campinas, bem como das alternativas de projeto e de materiais construtivos propostos para a redução do período de desconforto. A avaliação desenvolvida apontou o total de 2.574 graus-hora de desconforto no ano para o período de ocupação (14-22h). Foram realizadas vinte e quatro simulações alternativas para esses ambientes, alterando as camadas e os materiais construtivos que conformam a cobertura, o piso, os vidros, as paredes internas e os elementos de proteção solar, bem como três simulações que mesclaram essas alterações. Os resultados apontam que é possível reduzir a carga de desconforto de diversas maneiras, desde soluções baratas e simples, como pintar a telha de branco e diminuir a espessura da laje de piso, até soluções com materiais mais específicos e custosos, como o uso de vidros insulados.

Palavras-chaves: Desempenho Térmico; Eficiência Energética; EnergyPlus

Abstract: The building thermal performance is directly associated with the geographical and climatic factors of the place and the choices made by designers. A method of evaluate the thermal comfort of a building occupancy is through the adaptive model for naturally conditioned spaces present in ASHRAE55. It enables the definition of the maximum and minimum limits of the comfort zone and to verify the conditions of the internal operating temperature of the environment. One way to achieve internal operating temperatures is through computer simulations in the EnergyPlus software. The investigation of the building thermal performance makes possible the study of alternatives of design and materials, seeking solutions that increase the period of comfort without the use of electrical systems. The aim of this work is to evaluate the thermal

performance of the living and social environments of a single-family dwelling located in the city of Campinas, as well as the alternatives of design and construction materials proposed to reduce the period of discomfort. The evaluation developed indicated a total of 2,574 discomfort degree hours in the year for the period of occupation (14-22h). Twenty-four alternative simulations were performed for these spaces, changing the layers and construction materials that make up the roof, floor, windows, internal walls and sun protection elements, as well as three simulations that blended these alternatives. The results show that it is possible to reduce the discomfort load in different ways, from cheap and simple solutions such as white tile painting and thinning of the floor slab, to solutions with more specific and expensive materials such as the use of glass insulated.

Key-words: Thermal Performance, Energy Efficiency; EnergyPlus

1. INTRODUÇÃO

O desempenho térmico de uma edificação depende de diferentes fatores, desde as características que são intrínsecas do local - como a localização geográfica, as características climáticas, a forma urbana etc. – até as características formais e materiais do projeto, que dependem da escolha de um projetista – como o posicionamento da edificação no terreno, os materiais que compõem as vedações opacas externas (piso, paredes e cobertura) e internas (paredes e portas), os vidros que integram as vedações transparentes (janelas), os sistemas de proteções solares etc. Mudar um ou alguns desse fatores pode acarretar na alteração do desempenho térmico dessa edificação, diminuindo ou aumentando o período de desconforto.

Avaliar o desempenho térmico de uma edificação consiste na verificação da resposta térmica desta quando em contato com o meio externo, verificando se o ambiente construído interno apresenta condições térmicas suficientes para o conforto das pessoas. Um dos modos de fazer essa avaliação é através do modelo adaptativo para ambientes naturalmente ventilados, proposto por DeDear e Brager (2002) e incorporado na ASHRAE55 de 2004. O modelo define uma equação que determina a temperatura de neutralidade do mês e, a partir dela, é possível definir os limites máximos e mínimos de conforto. Para Pereira e Assis (2010) o modelo adaptativo é um modo simplificado de fazer essa averiguação, apresentando uma temperatura de conforto térmico em função da temperatura média mensal registrada, e aponta que é um modelo exploratório eficiente para as etapas iniciais do projeto arquitetônico, nas quais o projetista

possui poucos dados e precisa de informações objetivas para direcionar suas estratégias de projeto.

Com o auxílio de ferramentas de simulação termoenergética é possível verificar quais períodos do ano ou quais horas dos dias apresentam condições críticas ao conforto, ou seja, que estão fora do limite de conforto aceitável. Um dos dados possíveis de conseguir com as simulações computacionais é a temperatura operativa interna do ambiente, pois a partir dela é possível averiguar se o ambiente está dentro ou fora da zona de conforto delimitada através do modelo adaptativo supracitado. Se a temperatura operativa interna for superior ao limite máximo de conforto, soma-se os graus-hora de resfriamento, se for inferior ao limite mínimo de conforto, soma-se os graus-hora de aquecimento. A soma dos graus-hora de resfriamento e de aquecimento resulta na quantidade de graus-hora de desconforto do ambiente.

A partir dessa averiguação é possível estudar diferentes alternativas de projeto, buscando as soluções que resultem na menor quantidade de graus-hora de desconforto e, consequentemente, no menor consumo de energia com o uso de sistemas ativos de condicionamento de ar. As alternativas passíveis de serem estudadas estão relacionadas com os diferentes fatores que determinam o desempenho térmico da edificação, por exemplo, é possível mudar a orientação do prédio, a composição das camadas da cobertura, os materiais de vedação, os tipos de vidros etc., e quantificar quanto cada alteração reduz a carga de desconforto do ambiente.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho térmico dos ambientes de estar e social de uma residência unifamiliar localizada no município de Campinas (SP), bem como das alternativas de projeto e de materiais construtivos propostos para a redução do período de desconforto.

3. MÉTODO

3.1 Objeto de Estudo

O objeto de estudo do trabalho foi o ambiente de estar e social de uma residência unifamiliar térrea localizada no município de Campinas, no estado de

São Paulo, com latitude de -22,82º, longitude de -47,06º e altitude de 640,0m[2]. A residência tem área construída de 330m² e a área analisada tem 105,0m² com um pé direito de 3,0m (Figura 5). A maior face do ambiente analisado é voltada para o exterior e tem orientação para o oeste, com um percentual de abertura da fachada (PAF) de 82%, já a face sul é voltada para o quintal da residência, com um PAF de 95%, ou seja, o ambiente possui grandes aberturas para o exterior, sendo a maior delas para uma orientação solar desfavorável. As janelas voltadas para o oeste possuem um brise diferenciado que mescla elementos verticais (ângulo β) e elementos de sombreamentos paralelos ao vidro, chamados aqui de sombreamento frontal. Como o brise e o beiral da fachada oeste não estão presentes em toda a sua extensão a face foi dividida em três partes, para facilitar a simulação dos brises (Figura 6).

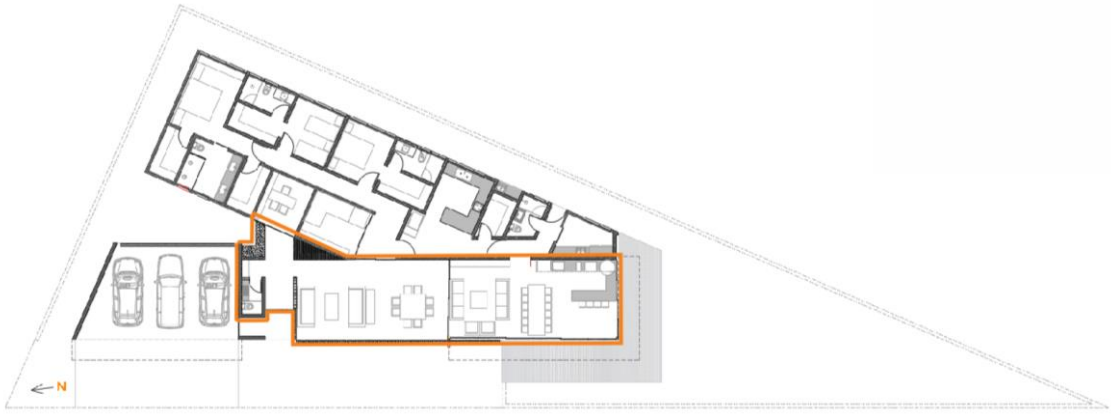


Figura 5- Planta sem escala da residência, com a demarcação em laranja dos ambientes estudados. Fonte: produzido pelos autores.

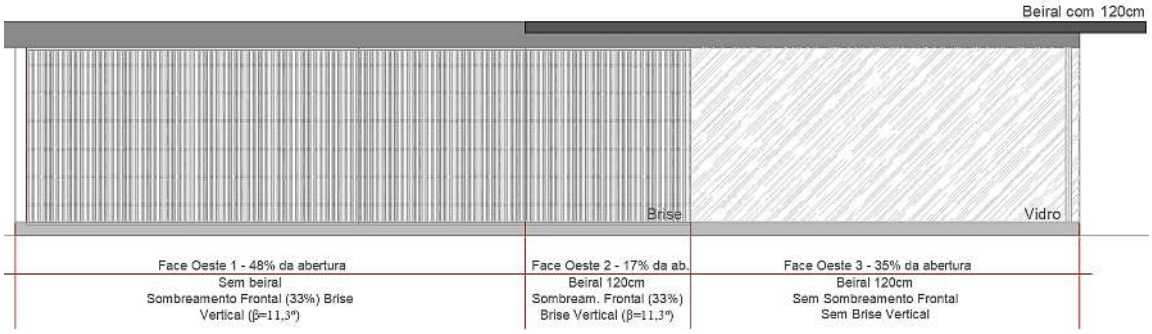


Figura 6- Desenho esquemático da parte da fachada oeste que tem as aberturas e brises, mostrando a divisão feita para facilitar a análise dos sistemas de proteção solar. Fonte: produzido pelos autores.

[2] Os dados geográficos de Campinas foram retirados do arquivo EPW disponibilizado pelo Labeee da UFSC, disponível em http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/inmet2016, acessado dia 26/09/2018.

3.2 Simulação Computacional

As simulações computacionais para a análise do desempenho térmico do objeto de estudo foram realizadas no software EnergyPlus 8.9. As zonas térmicas foram modeladas no plugin Euclid para Sketchup e depois importadas no EnergyPlus. A residência foi dividida em 15 zonas térmicas, sendo que o ambiente estudado foi modelado como uma zona térmica única (Figura 7). Foram desenhados brises equivalentes e admitiu-se que as paredes externas e janelas estão desobstruídas do entorno.

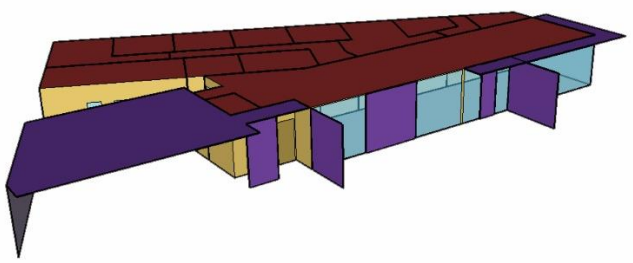


Figura 7- Zonas térmicas e brises modelados no Sketchup, através do plugin Euclid.
Fonte: produzido pelos autores.

Para a simulação da ventilação natural no EnergyPlus foi utilizado o grupo 'Airflow Network' e foi definida a área efetiva de abertura das janelas em 50% no período de ocupação do ambiente. As condições de utilização do ambiente e de ganhos térmicos foram configuradas segundo as indicações da Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (CB3E, 2018). A ocupação foi configurada para duas pessoas das 14-18h e para quatro pessoas das 19-22h, com uma taxa metabólica definida em 108W. A iluminação artificial foi configurada para funcionar das 16-22h com geração de 5W/m² de calor e os equipamentos elétricos das 14-22h com potência total de 120W. Para o cálculo de troca de calor com o solo foi utilizado o processador Slab, no grupo 'Ground Heat Transfer'. Para os estudos realizados nesse trabalho foram pedidos como 'Outputs' no EnergyPlus apenas as variáveis 'Zone Operative Temperature' e 'Site Outdoor Air Drybulb Temperature'.

3.3 Características dos materiais construtivos analisados

As composições construtivas utilizadas nas simulações são descritas nos tópicos dos resultados, junto com sua transmitância térmica e capacidade térmica. As transmitâncias térmicas dos componentes construtivos foram retiradas do EnergyPlus, através do grupo 'Output: Table: Summary Reports' e a capacidade térmica foi calculada conforme as instruções presentes na NBR 15220-2/2005, cuja fórmula está representada abaixo. As propriedades térmicas dos materiais foram retiradas da mesma norma e estão representadas na Tabela 1.

Fórmula para cálculo da capacidade térmica: $Ct = e.c.\rho$

Ct = Capacidade térmica total
e = espessura da camada [m]
c = calor específico do material da camada [J/kg.K]
ρ = densidade de massa aparente do material da camada [kg/m³]

Tabela 1- Propriedades Térmicas dos Materiais Utilizados nas Composições Construtivas.

Material	Condutividade [λ] (W/m.K)	Densidade [ρ] (kg/m³)	Calor Específico [c] (J/kg.K)	Emissividade [ε]	Absortividade [α]
Argamassa Pintada de Branco	1,15	2000	1000	0,9	0,2
Placa de Gesso Acartonado	0,35	875	840	0,9	0,2
Alumínio Telha	201	2700	920	0,5	0,4
EPS	0,04	25	1420	0,9	0,5
Lã de Rocha	0,045	110	750	0,9	0,5
Concreto	1,75	2200	1000	0,9	0,7
Piso de Madeira	0,15	600	1340	0,9	0,7
Cerâmica	0,9	1600	920	0,9	0,7

Fonte: NBR 15220-2/2005.

3.4 Modelo Adaptativo para Ambientes Naturalmente Ventilados

Foi utilizado o modelo adaptativo para ambientes naturalmente ventilados, proposto por DeDear e Brager (2002) e incorporado na ASHRAE55 de 2004. A equação para a determinação da temperatura de neutralidade proposta por esses autores está apresentada abaixo. Foi adotado o limite de conforto para 80% da população, somando e subtraindo 3,5º na temperatura neutra para encontrar os limites máximos e mínimos de conforto, para cada mês do ano.

$$Tn = 0{,}31.(Tmme) + 17{,}8$$

Tn = Temperatura neutra [ºC]
Tmme = Temperatura média mensal externa [ºC]

4. RESULTADOS

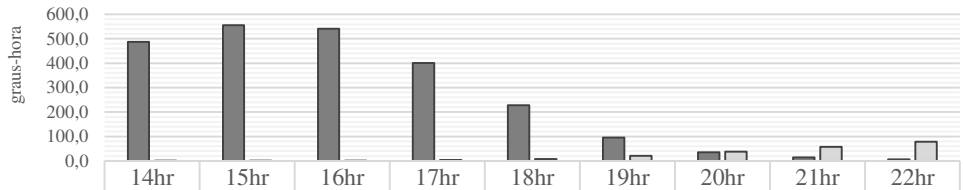
4.1 Graus-hora de Resfriamento e Aquecimento do Projeto Original

A simulação inicial do projeto teve como intuito encontrar a quantidade de graus-hora de resfriamento e aquecimento para a zona térmica da sala de estar, para o período de ocupação (14-22h). Os resultados das simulações demonstraram uma quantidade anual de 2.364,8 graus-hora de resfriamento e de 209,3 graus-hora de aquecimento, totalizando 2.574,1 graus-hora de desconforto. Esses dados apontam que a quantidade de graus-hora de resfriamento é mais de onze vezes superior à quantidade de graus-hora de aquecimento, evidenciando que o maior problema de desconforto é por calor. A Figura 8 representa a quantidade de graus-hora de resfriamento e aquecimento por mês, evidenciando que o mês de outubro é o que possui mais graus-horas de resfriamento, totalizando 27,4%, e o mês de julho o que mais possui graus-hora de aquecimento, totalizando 49,2%. A Figura 9 representa a distribuição anual dos graus-hora por hora do dia, com o período das 14-19h concentrando a maior carga de graus-hora de resfriamento, totalizando 97,6%, e o período das 20-22h concentrando a maior carga de graus-hora de aquecimento, totalizando 83,3%.



	Jan	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Resfriamento	193,8	86,2	310,9	235,1	21,4	0,0	0,9	58,7	123,7	647,0	302,3	384,7
Aquecimento	2,2	0,1	0,0	0,0	36,3	5,1	102,9	11,9	46,6	0,0	4,2	0,0

Figura 8- Distribuição dos graus-hora de desconforto por mês. Fonte: Simulações no EnergyPlus.



	14hr	15hr	16hr	17hr	18hr	19hr	20hr	21hr	22hr
Resfriamento	487,5	555,3	540,7	401,3	228,4	95,8	35,8	14,2	5,8
Aqeucimento	0,9	1,2	1,0	3,2	8,2	20,5	38,0	57,4	78,9

Figura 9- Distribuição dos graus-hora anuais de desconforto por hora do dia. Fonte: Simulações no EnergyPlus.

4.2 Cobertura

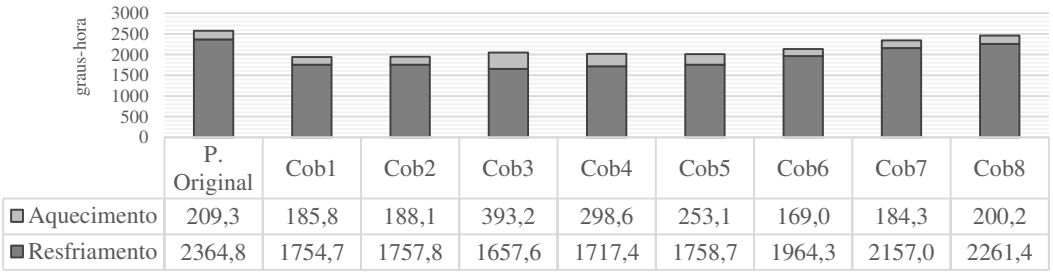
Foram feitas oito simulações modificando os materiais e as camadas que compõem a cobertura (Tabela 2). Todas as simulações apresentaram redução do total de graus-hora de desconforto em comparação com o projeto original. A simulação 'Cob1' é a que demonstrou melhor eficiência térmica, com redução de 25,8% nos graus-hora de resfriamento e de 11,2% nos de aquecimento. Entretanto, observando os valores de resfriamento e aquecimento separadamente, a 'Cob3' é a solução que apresenta a maior redução dos graus-hora de resfriamento (29,9%) e a 'Cob6' é a que apresenta a maior redução de graus-hora de aquecimento (19,3%) (Figura 10). Nota-se que a 'Cob1' e 'Cob6' possuem o menor valor de transmitância térmica e o maior valor de capacidade térmica, já a 'Cob3' possui o maior valor de transmitância térmica e o menor de capacidade térmica, evidenciando que, ao analisar separadamente, a diminuição dos graus-hora de resfriamento do projeto está mais associada a sistemas de cobertura com transmitância térmica mais alta e capacidade térmica mais baixa, sendo o contrário para a diminuição dos graus-hora de aquecimento e dos graus-hora de resfriamento e aquecimento somados.

Tabela 2- Descrição dos materiais utilizados em cada simulação de cobertura.

Simulação	Composição	Diferença do Projeto Original	U (W/m².K)	C (kJ/m².K)
P. Original	Telha Sanduíche (ε=0,5 α=0,4) + Câmara Ar (ε>0,8) + Lã de Rocha (4cm) + Forro de Gesso (1,25cm)	Original	0,74	15,1
Cob1	Telha Sanduíche (ε=0,9 α=0,2) + Câmara Ar (ε<0,2) + Lã de Rocha (20cm) + Forro de Gesso (1,25cm)	Telha Pintada de Branca / Lã de Rocha 20cm / Câmara Ar ε<0,2	0,19	28,3
Cob2	Telha Sanduíche (ε=0,9 α=0,2) + Câmara Ar (ε>0,8) + Lã de Rocha (20cm) + Forro de Gesso (1.25cm)	Telha Pintada de Branca / Lã de Rocha 20cm	0,20	28,3

Cob3	Telha Sanduíche (ε=0,9 α=0,2) + Câmara Ar (ε>0,8) + Forro de Gesso (1,25cm)	Telha Pintada de Branca / Sem Lã de Rocha	2,18	11,8
Cob4	Telha Sanduíche (ε=0,9 α=0,2) + Câmara Ar (ε<0,2) + Forro de Gesso (1.25cm)	Telha Pintada de Branca / Sem Lã de Rocha / Câmara Ar ε<0,2	1,17	11,8
Cob5	Telha Sanduíche (ε=0,9 α=0,2) + Câmara Ar (ε>0,8) + Lã de Rocha (4cm) + Forro de Gesso (1,25cm)	Telha Pintada de Branca	0,74	15,1
Cob6	Telha Sanduíche (ε=0,5 α=0,4) + Câmara Ar (ε>0,8) + Lã de Rocha (20cm) + Forro de Gesso (1,25cm)	Lã de Rocha 20cm	0,20	28,3
Cob7	Telha Sanduíche (ε=0,5 α=0,4) + Câmara Ar (ε>0,8) + Lã de Rocha (10cm) + Forro de Gesso (1,25cm)	Lã de Rocha 10cm	0,37	20,0
Cob8	Telha Sanduíche (ε=0,5 α=0,4) + Câmara Ar (ε<0,2) + Lã de Rocha (4cm) + Forro de Gesso (1,25cm)	Câmara Ar ε<0,2	0,57	15,1

Fonte: Simulações no EnergyPlus e NBR 15220-2/2005.



	P. Original	Cob1	Cob2	Cob3	Cob4	Cob5	Cob6	Cob7	Cob8
Aquecimento	209,3	185,8	188,1	393,2	298,6	253,1	169,0	184,3	200,2
Resfriamento	2364,8	1754,7	1757,8	1657,6	1717,4	1758,7	1964,3	2157,0	2261,4

Figura 10- Quantificação dos graus-hora de resfriamento e aquecimento por simulação de cobertura. Fonte: Simulações no EnergyPlus.

4.3 Piso

Foram realizadas três simulações modificando os materiais e as camadas que compõem o piso (Tabela 3). Todas as simulações apresentaram redução do total de graus-hora de desconforto em comparação com o projeto original, sendo a simulação ‘Piso1’ a que teve a maior redução (Figura 11). As simulações ‘Piso1’ e ‘Piso2’ demonstraram uma redução nos graus-hora de resfriamento, 39,3% e 20,5% respectivamente, entretanto apresentaram um aumento nos graus-hora de aquecimento, 17,5% e 6,2%, o que pode ser explicado pela ausência do piso de madeira e o consequente aumento da transmitância térmica do piso, favorecendo a troca de calor com o solo, que é mais frio.

Tabela 3- Descrição das composições utilizados em cada simulação de piso.

Simulação	Composição	Diferença do Projeto Original	U (W/m².K)	C (kJ/m².K)
P. Original	Laje de concreto (20,0cm) + Piso de madeira (2,5cm)	Original	2,22	460,1
Piso1	Laje de concreto (10,0cm)	Redução de 10,0 cm de laje de concreto e sem piso de madeira	3,52	220,0
Piso2	Laje de concreto (20,0cm)	Sem piso de madeira	3,52	440,0
Piso3	Laje de concreto (10,0cm) + Piso de madeira (2,5cm)	Redução de 10,0 cm de laje de concreto	2,54	240,1

Fonte: Simulações no EnergyPlus e NBR 15220-2/2005.

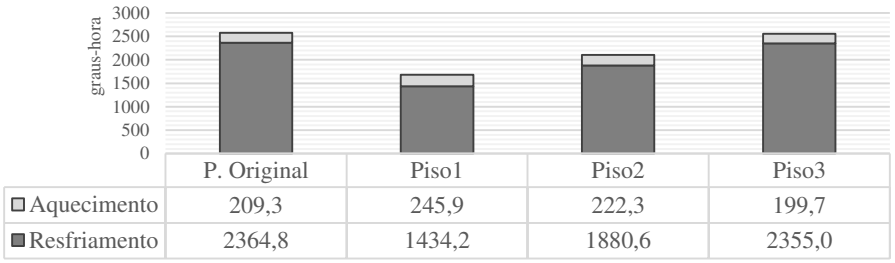


Figura 11- Quantificação dos graus-hora de resfriamento e aquecimento por simulação de piso. Fonte: Simulações no EnergyPlus.

4.4 Vidros

Foram realizadas três simulações modificando os tipos dos vidros utilizados (Tabela 4). Todas as simulações apresentaram redução do total de graus-hora de desconforto em comparação com o projeto original. A simulação 'Vidro1' apresentou a maior redução, tanto dos graus-hora de resfriamento (42,0%) como dos graus-hora de aquecimento (15,4%) (Figura 12). As simulações 'Vidro2' e 'Vidro3' demonstraram uma redução nos graus-hora de resfriamento, 15,8% e 11,3% respectivamente, mas apresentaram um aumento nos graus-hora de aquecimento, 22,1% e 18,6%. Nota-se que a diminuição do fator solar e da transmissão da luz visível favorecem a diminuição dos graus-hora de resfriamento, mas quando essa redução não é acompanhada pela redução da transmitância térmica os graus-hora de aquecimento aumentaram, pois diminui-se o ganho de calor por radiação solar, mas mantem-se a mesma transmissão de calor por condução e convecção.

Tabela 4- Descrição das composições utilizadas em cada simulação de vidro.

Simulação	Composição	U (W/m².K)	Fator Solar	T. Luz Visível
P. Original	Temperado incolor 8mm	5,60	0,87	0,83
Vidro1	Insulado (Incolor 6 mm com controle solar face 2 + ar 12 mm + incolor 6 mm)	1,60	0,50	0,28
Vidro2	Laminado (Incolor 4 mm com controle solar na face 2 + incolor 4 mm)	5,60	0,51	0,34
Vidro3	Verde 8mm	5,60	0,60	0,73

Fonte: Simulações no EnergyPlus e NBR 15220-2/2005.

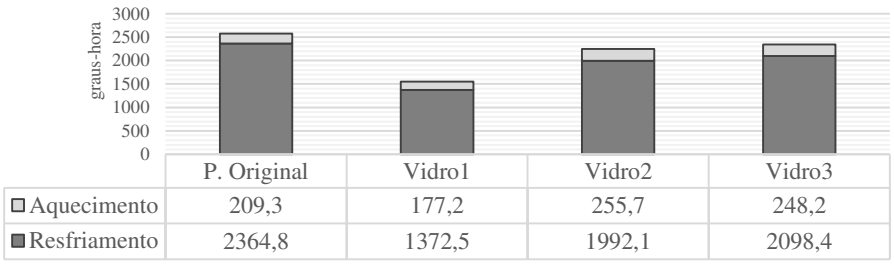


Figura 12- Quantificação dos graus-hora de resfriamento e aquecimento por simulação de vidro. Fonte: Simulações no EnergyPlus.

4.5 Paredes Internas

Foi realizada uma simulação para as paredes internas do projeto, utilizando paredes duplas (Tabela 5). A simulação demonstrou que houve um pequeno aumento do total de graus-hora de desconforto em comparação ao projeto original, aproximadamente 2% (Figura 13). Analisando os valores de resfriamento e aquecimento separadamente, observa-se que houve um aumento de 2,6% da quantidade de graus-hora de resfriamento e uma redução de 5,5% de graus-hora de aquecimento, já que a diminuição da transmitância térmica e o aumento da capacidade térmica das paredes internas resultaram em uma menor e mais lenta troca de calor entre os ambientes, retendo mais calor dentro da sala.

Tabela 5- Descrição das composições utilizadas na simulação de paredes internas.

Simulação	Composição	Diferença do Projeto Original	U (W/m².K)	C (kJ/m².K)
P. Original	Bloco de Cerâmica (14x19x29cm) + Argamassa (2,5 + 2,5cm ε=009 α=0,2)	Original	2,01	148,8
Parede Dupla	2 x Bloco de Cerâmica (14x19x29cm) + Argamassa (2,5 + 2,5cm ε=0,9 α=0,2)	Parede Dupla	1,25	197,6

Fonte: Simulações no EnergyPlus e NBR 15220-2/2005.

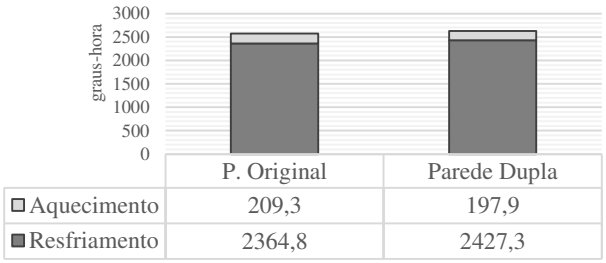


Figura 13- Quantificação dos graus-hora de resfriamento e aquecimento para a simulação de paredes internas. Fonte: Simulações no EnergyPlus.

4.6 Proteções Solares

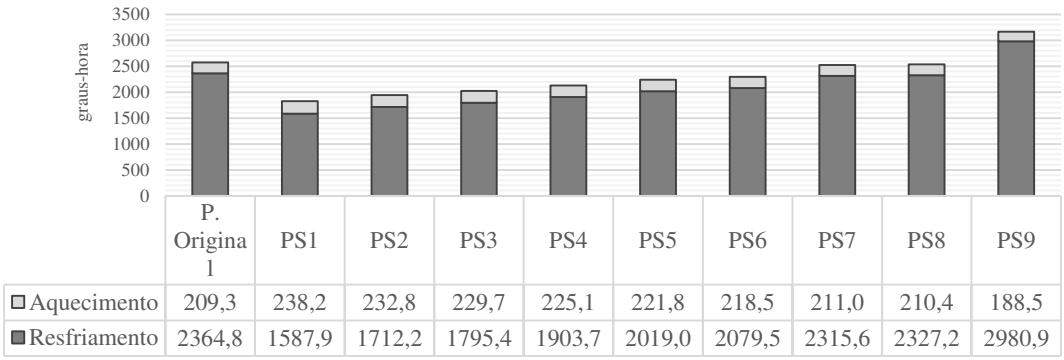
Foram realizadas nove simulações com as proteções solares do projeto, variando o ângulo[3] alfa dos beirais, o ângulo beta dos brises verticais, a quantidade de área sombreada por elemento frontal à janela e inserindo um brise vertical do lado direito da janela da face sul (Tabela 6). A simulação 'PS9' foi feita sem nenhuma proteção solar, apenas como base de comparação, evidenciando que sem os sombreamentos haveria um acréscimo de 23,1% de graus-hora de desconforto. As demais simulações demonstram que quanto mais sombreadas as janelas, ou seja, quanto melhor dimensionados os sistemas de proteção, menor a quantidade de graus-hora de resfriamento e maior a de aquecimento, devido à menor quantidade de radiação transmitida para dentro do ambiente. Exemplificando, temos a simulação 'PS1', com o maior sombreamento, que reduziu em 32,9% a quantidade de graus-hora de resfriamento e aumentou em 13,8% a de aquecimento, e a simulação 'PS8', que reduziu apenas 1,6% a quantidade de graus-hora de resfriamento e aumentou apenas 0,5% a de aquecimento (Figura 14). A divisão das faces está exemplificada na Figura 6.

[3] Foram utilizados os ângulos internos.

Tabela 6- Descrição das composições utilizadas nas simulações de proteção solar.

Simulação	Face Oeste 1 (48% da abertura)	Face Oeste 2 (17% da abertura)	Face Oeste 3 (35% da abertura)	Face Sul (100% da abertura)
P. Original	Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11,3°)	Beiral 120cm (α=21.8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11,3°)	Beiral 120cm (α=21,8°)	Beiral 120cm (α=21,8°)
PS1	Beiral 180cm (α=31,1°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11,3°)	Beiral 180cm (α=31,1°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11,3°)	Beiral 180cm (α=31,1°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11,3°)	Beiral 120cm (α=21,8°) Brise Vertical (βd=28,8°)
PS2	Beiral 120cm (α=21,8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11,3°)	Beiral 120cm (α=21,8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11,3°)	Beiral 120cm (α=21,8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11,3°)	Beiral 120cm (α=21,8°) Brise Vertical (βd=28.8°)
PS3	Beiral 240cm (α=38.8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 240cm (α=38.8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 240cm (α=38.8°)	Beiral 120cm (α=21.8°)
PS4	Beiral 180cm (α=31.1°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 180cm (α=31.1°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 180cm (α=31.1°)	Beiral 120cm (α=21.8°)
PS5	Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 120cm (α=21.8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 120cm (α=21.8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 120cm (α=21.8°)
PS6	Beiral 120cm (α=21.8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 120cm (α=21.8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 120cm (α=21.8°)	Beiral 120cm (α=21.8°)
PS7	Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=24°)	Beiral 120cm (α=21.8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=24°)	Beiral 120cm (α=21.8°)	Beiral 120cm (α=21.8°)
PS8	Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 120cm (α=21.8°) Somb. Frontal (33%) Brise Vertical (β=11.3°)	Beiral 120cm (α=21.8°)	Beiral 120cm (α=21.8°) Brise Vertical (βd=28.8°)
PS9	Sem sombreamento	Sem sombreamento	Sem sombreamento	Sem sombreamento

Fonte: Simulações no EnergyPlus e NBR 15220-2/2005.



	P. Original	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7	PS8	PS9
Aquecimento	209,3	238,2	232,8	229,7	225,1	221,8	218,5	211,0	210,4	188,5
Resfriamento	2364,8	1587,9	1712,2	1795,4	1903,7	2019,0	2079,5	2315,6	2327,2	2980,9

Figura 14- Quantificação dos graus-hora de resfriamento e aquecimento por simulação de proteção solar. Fonte: Simulações no EnergyPlus.

4.7 Composições

Esse tópico busca relacionar algumas das simulações feitas nos tópicos anteriores de forma conjunta. Foram realizadas três simulações, a 'C1' reuniu as alterações que demonstraram mais redução de graus-hora de resfriamento, a 'C3' buscou modificar o mínimo possível o projeto original e a 'C2' é uma situação intermediária (Tabela 7). A primeira simulação foi a única que diminuiu os graus-hora de resfriamento e aquecimento conjuntamente, 89,2% e 18,3% respectivamente. As outras duas simulações tiveram a redução apenas dos graus-hora de resfriamento, 'C2' com 74,2% e 'C3' com 48,4%, mas o aumento dos graus-hora de aquecimento, 'C2' com 10,3% e 'C3' com 26,9% (Figura 15). A diminuição dos graus-hora de aquecimento na primeira simulação ocorre principalmente por conta do uso do vidro insulado.

Tabela 7- Descrição dos elementos utilizados nas simulações de composições.

Simulação	Composição
P. Original	[Telha Termoacústica Alumínio + Câmara de Ar ε>0,8 + Lã de Rocha 4cm] + [Piso Concreto 20cm + Piso de Madeira de 2,5cm] + [Beiral de 120cm nas Faces Oeste 2 e 3 com α=31,1°] + [Sombreamento Frontal nas Faces Oeste 1 e 2 com β=11.3°] + [Vidro Temperado]
C1	[Telha Termoacústica Pintada de Branco + Câmara de Ar ε<0,2 + Lã de Rocha 20cm] + [Piso Concreto 10cm] + [Beiral de 180cm nas Faces Oeste 1, 2 e 3 com α=31,1°] + [Sombreamento Frontal nas Faces Oeste 1, 2 e 3 com β=11,3°] + [Brise Vertical Sul com βd=28,8°] + [Vidro Insulado]
C2	[Telha Termoacústica Pintada de Branco + Câmara de Ar ε<0,2 + Lã de Rocha 20cm] + [Piso Concreto 10cm] + [Beiral de 120cm nas Faces Oeste 1, 2 e 3 com α=31,1°] + [Sombreamento Frontal nas Faces Oeste 1, 2 e 3 com β=11,3°] + [Brise Vertical Sul com βd=28,8°] + [Vidro Laminado]
C3	[Telha Termoacústica Pintada de Branco + Câmara de Ar ε>0,8 + Lã de Rocha 4cm] + [Piso Concreto 10cm + Piso de Madeira de 2,5cm] + [Beiral de 120cm nas Faces Oeste 1, 2 e 3 com α=31,1°] + [Sombreamento Frontal nas Faces Oeste 1, 2 e com β=11,3°] + [Vidro Temperado]

Fonte: Simulações no EnergyPlus e NBR 15220-2/2005.

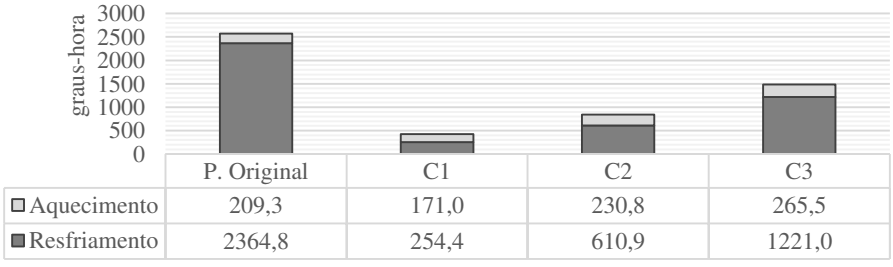


Figura 15- Quantificação dos graus-hora de resfriamento e aquecimento por simulação de composição. Fonte: Simulações no EnergyPlus.

5. CONCLUSÕES

A utilização do modelo adaptativo para ambientes naturalmente ventilados da ASHRAE55 em paralelo com as simulações desenvolvidas no Energy Plus demonstrou ser um método útil e de fácil aplicação tanto para a análise da eficiência térmica do projeto, como para balizar o estudo e a escolha de materiais de construção e de estratégias passivas de conforto. A aplicação desse método no projeto estudado apontou a quantidade de graus-hora de desconforto na situação original do projeto e permitiu que fossem feitas comparações com as simulações alternativas, demonstrando quantitativamente o aumento ou a redução de graus-hora de resfriamento e aquecimento.

As simulações realizadas nesse trabalho foram tematizadas com o intuito de entender como cada alteração modificaria a quantidade de graus-hora de desconforto do projeto original. O primeiro tema foi cobertura e as simulações demonstraram que pequenas alterações nos materiais já trariam mais conforto ao projeto, por exemplo, ao pintar as telhas de branco (baixar a absortância) houve uma redução de 21,8% dos graus-hora de desconforto e, se somado com a colocação de um material com alta emissividade na câmara de ar e com o aumento de 4cm para 20cm na espessura da lã de rocha, atingiria 24,6% de redução na carga de desconforto. Outro dado interessante dessa temática foi que ao olhar apenas para a redução dos graus-hora de resfriamento observa-se que sistemas de cobertura com maior transmitância térmica e menor capacidade térmica tiveram maior redução na quantidade de graus-hora, como por exemplo, a cobertura pintada de branco, sem lã de rocha e sem material com alta emissividade na câmara de ar reduziu 29,9% da carga de resfriamento, entretanto não demonstrou ser eficaz para a carga de aquecimento, aumentando em 87,9%.

No estudo dos pisos as simulações demonstraram que o aumento da transmitância térmica favorece consideravelmente a diminuição dos graus-hora de resfriamento, pois facilita a troca de calor do ambiente com o solo. A retirada do piso de madeira, que tem uma resistência térmica alta, e a diminuição de 50% da espessura da laje de concreto trouxe uma redução de 34,7% na carga de resfriamento, uma redução expressiva com a utilização de menos material de construção. Entretanto, com o aumento da transmitância térmica do piso há também o aumento da carga de aquecimento do ambiente, sendo necessário

uma ponderação no uso dessa estratégia. No tópico dos vidros as simulações apontaram que apenas com a substituição dos vidros originais para os insulados a carga de desconforto reduziria em 39,8%, uma redução expressiva alterando apenas um componente construtivo. Vale ressaltar que a diminuição do fator solar e da transmissão da luz visível dos vidros quando não acompanhada pela redução da transmitância térmica, como o caso dos vidros verdes e laminados, a carga de aquecimento tende a aumentar.

No estudo das paredes internas a simulação demonstrou que quando utilizadas paredes duplas a carga de desconforto aumentou em 2%, ou seja, não foi uma estratégia eficaz para o aumento do período de conforto do ambiente. No tópico de proteções solares as simulações apontaram uma relação inversa entre o graus-hora de resfriamento e de aquecimento, ou seja, quanto melhor dimensionados os brises e beirais, menor a carga de resfriamento e maior a carga de aquecimento do ambiente, sendo necessário fazer uma ponderação conforme necessidades do projeto.

No tópico de composições as simulações demonstraram que podemos atingir bons resultados na diminuição dos graus-hora de desconforto com poucas modificações nos materiais e nas composições construtivas do projeto original. A simulação que menos alterou o projeto conseguiu reduzir em 42,2% a carga de desconforto, apenas pintando a telha de branco, diminuindo a laje de concreto do piso para 10cm e estendendo o beiral e o brise original para toda a face oeste, ou seja, soluções com baixo custo que aumentariam consideravelmente o período de conforto do ambiente. A solução que mais alterou o projeto e contou com materiais mais custosos, como o vidro insulado, conseguiu reduzir expressivos 83,5% da carga de desconforto, mostrando que é possível reduzir drasticamente o período de desconforto do ambiente sem a utilização de sistemas ativos, como o ar condicionado por exemplo, mesmo em uma situação com orientação desfavorável, como o ambiente aqui estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHARE. **Standard 55**: Thermal Environment Conditions for Human Occupancy. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações (CB3E). **Instrução normativa INMETRO para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. Florianopolis, 2018.

DEDEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: revisions to ASHAE Standard 55. **Energy and Buildings**, v.34, n.6, p.549-561, jul. 2002.

PEREIRA, I. M.; ASSIS, E. S. Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n.1, p.31-51, jan./mar. 2010.

SOBRE OS AUTORES

Daniel Teixeira Turczyn - danieltturczyn@gmail.com
Arquiteto urbanista, doutor em Arquitetura, Tecnologia e Cidade pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atua como projetista, professor e pesquisador, com enfoque nos temas: projetos de arquitetura e urbanismo, morfologia e paisagem urbana, desenho e planejamento urbano, tecnologias e projetos sustentáveis e práticas de ensinagem em arquitetura e urbanismo. Integrante do grupo de pesquisa FLUXUS (Laboratório de Redes Técnicas e Sustentabilidade Socioambiental) da UNICAMP.

Letícia de Oliveira Neves - leticia@fec.unicamp.br
Arquiteta urbanista e professora doutora do Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atua principalmente nos seguintes temas: arquitetura bioclimática, eficiência energética, conforto térmico e ventilação natural. Membro da diretoria do Chapter Brasil da ASHRAE e do IBPSA Brasil. Integrante do grupo de pesquisa do LaCAF (Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada) da UNICAMP.

REFLEXÃO CRÍTICA SOBRE A PRÁTICA DE ENSINAR E APRENDER ARQUITETURA E URBANISMO NA SALA DE AULA

Critical Reflection on the Practice of Teaching and Learning Architecture and Urbanism in the Classroom

CARNEIRO ROSA, Adriana Aparecida
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

Resumo: Embora a experiência ensine que na sala de aula sempre há novos desafios, a nova realidade do ensino no mundo contemporâneo expõe evoluções cada vez mais dinâmicas e preponderantes. O surgimento de diferentes metodologias tem mostrado resultados muito interessantes de forma que as competências e habilidades dos educandos sejam compatíveis com as demandas da sociedade, a qual está cada vez mais exigente de forma a se envolver com a produção de espaços mais selecionados pelo público que busca a profissão de arquiteto e urbanista. A reflexão crítica sobre a prática de ensinar e aprender arquitetura e urbanismo na sala de aula se dá através do alinhar e do discutir alguns saberes fundamentais a prática educativa, bem como àquela educativo-crítica da qual toda estruturação deve trazer conteúdos obrigatórios, sobretudo conteúdos cuja compreensão se faz da produção do saber, de criar possibilidades de que ensinar e apender estão diretamente ligadas a sua construção e produção. Todo o público estudantil requer algo tecnológico, onde a tecnologia impõe a revisão de etapas da educação, contudo isso não muda o caráter do papel do arquiteto e urbanista. O que é uma boa arquitetura e um bom urbanismo? As respostas estão em muitos lugares, em diferentes culturas, em variadas épocas, contudo a promoção de boas práticas no ensino de arquitetura e urbanismo ajuda a criatividade dos discentes a se desenvolver, e essa é a principal razão do ensino-aprendizagem, trazer para junto de si os saberes trabalhados de forma gradativa. O levantamento de respostas a muitos questionamentos se deu em forma de relatos e questionários respondidos pelos alunos e ex-alunos do curso de arquitetura e urbanismo da UniFAJ, no qual contribuiu para uma reflexão crítica do ato de ensinar e aprender arquitetura e urbanismo.

Palavras-chave: Educação, Arquitetura e Urbanismo, Ensino.

Abstract: Although experience teaches that there are always new challenges in the classroom, the new reality of teaching in the contemporary world exposes ever more dynamic and prevailing evolutions. The emergence of different methodologies has shown very interesting results so that the skills and abilities of the students are compatible with the demands of society, which is increasingly demanding in order to get involved with the production of spaces more selected by the seeking public the profession of architect and urbanistic. The critical reflection on the practice of teaching and learning architecture and urbanism in the classroom is through aligning and discussing some fundamental knowledge of educational practice, as well as the educational-critical one in which all structuring must bring mandatory content, especially content whose understanding is made of the production of knowledge, of creating possibilities

that teaching and learning are directly linked to its construction and production. All the student public requires something technological, where technology imposes the review of stages of education, yet this does not change the character of the role of the architect and urbanist. What is good architecture and good urban planning? The answers are in many places, in different cultures, at different times, but the promotion of good practices in the teaching of architecture and urbanism helps the creativity of the students to develop, and this is the main reason teaching-learning, bringing together of themselves the knowledge worked in a gradual way. The survey of answers to many questions came in the form of reports and questionnaires answered by the students and alumni of the course of architecture and urbanism of the UniFAJ, in which he contributed to a critical reflection of the act of teaching and learning architecture and urbanism.

.

Keywords: Education, Architecture and Urban, Teaching.

INTRODUÇÃO

Uma história, conduzida segundo alguns critérios modernos e contemporâneos traz à sala de aula inúmeras interpretações sobre arquitetura e urbanismo desde as primeiras concepções gregas e romanas, do tratado de Vitrúvio, bem como as mais variadas mostras de arquitetura e urbanismo espalhadas pelo mundo.

Segundo Zevi (2009), a maior dificuldade que se encontra ao compilar uma história da crítica arquitetônica, na maioria dos fatos, consiste em uma grande parte das mais geniais instituições sobre arquitetura estar espalhadas em livros de filosofia, estética geral, poemas, romances, contos e páginas de arquitetos. São poucos os autênticos críticos de arquitetura que, baseiam-se geralmente nos problemas de composição, “expressão de uma ideia impessoal e universal”, “expressão individual”, entre o formal e o pitoresco (ZEVI, 2009).

A prática de ensinar e aprender arquitetura e urbanismo na sala de aula vai de encontro com as inúmeras interpretações sobre a arte e a estética, na secular batalha entre o grego e o gótico, entre o gosto clássico e o românico, o moderno e o contemporâneo, sobretudo entre o estático e o móvel.

A nova realidade impõe grandes desafios, tampouco ao exercício e ao ensino de arquitetura e urbanismo. Entender as inovações das demandas de mercado, bem como, da sociedade de forma geral, faz com que tanto os docentes quanto os discentes, busquem se envolverem com a produção de espaços mais equilibrados ambientalmente e economicamente viáveis. Para isso o ato de ensinar deve transbordar o gosto pela arquitetura e pelo urbanismo de

maneira a buscar o equilíbrio entre a teoria e a prática, rumo este que tem sido constante nas discussões de ensino e formação.

É importante ressaltar que a profissão do arquiteto e urbanista vai além do planejamento, sobretudo é complexo pensar que tem a incumbência de conformar os espaços para a melhor qualidade de vida das pessoas. Essa profissão envolve diversas áreas do conhecimento e em sala de aula, torna-se importante trabalhar a capacidade de observação, desde as disciplinas de embasamento do curso, assim como a imaginação e criação, quando não a invenção de soluções para problemas arquitetônicos e urbanísticos, os quais buscam representar a construção de edifícios, sobretudo da paisagem da cidade.

Antes de ensinar, o docente precisa estar em constante formação. Segundo Freire (1996), o importante é alinhar e discutir alguns saberes à prática educativo-crítica, os quais devem ser conteúdos obrigatórios à organização programática da formação do docente. É preciso, sobretudo, desde o princípio que o docente tenha ciência e assuma sua postura também como sujeito na produção do saber, se convença definitivamente que existem critérios importantes e preponderantes. Ensinar não é *transferir conhecimentos*, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção (FREIRE, 1996).

O Art. 6º (Lei nº 13.415/2017) diz que o art. 61 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, passa a vigorar com as seguintes alterações:

“Art. 61. IV- profissionais com notório saber reconhecido pelos respectivos sistemas de ensino, para ministrar conteúdos de áreas afins à sua formação ou experiência profissional, atestados por titulação específica ou prática de ensino em unidades educacionais da rede pública ou privada ou das corporações privadas em que tenham atuado, exclusivamente para atender ao inciso V do caput do art. 36;

V - Profissionais graduados que tenham feito complementação pedagógica, conforme disposto pelo Conselho Nacional de Educação”.

O aprimoramento profissional do professor está diretamente ligado às práticas de ensino e aprendizagem. O arquiteto e urbanista em sala de aula, segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB – Lei nº 9.394/1996, alterada pela Lei nº 13.415/2017), estabeleceu regras para o funcionamento de cursos de arquitetura e urbanismo em todo o território

nacional, para todas as Instituições de Ensino, públicas e privadas, conforme incisos IV e V do art. 61, supracitado.

Para tanto, cabe ao Professor/arquiteto e urbanista criar possibilidades para que o aluno tenha capacidades de expressar sua compreensão espacial, estabelecer princípios para conhecer diversos problemas que envolva seu projeto e ao mesmo tempo classifique uma hierarquia para a solução desses problemas.

Dessa forma pergunta-se aos alunos e alumni do curso de arquitetura e urbanismo, do Centro Universitário de Jaguariúna: “Por que você escolheu cursar arquitetura e urbanismo? ” Além desse questionamento, outras perguntas formam feitas de modo a instigá-los na identificação com o curso, suas diferentes áreas e o que se espera de contribuição como profissional do século XXI. São muitas as respostas e deduções, entretanto torna-se fundamental mostrar ao aluno que o curso de graduação já cria uma base para que seu egresso possa atuar em todas as áreas da arquitetura e do urbanismo.

De maneira concomitante, no curso ocorrem as pesquisas de iniciação científica, bem como os projetos de extensão, onde os alunos podem levar conhecimentos vitalícios que corroboram para sua formação. Contudo, a especialização é desejada para a capacitação profissional.

A HISTÓRIA DO ENSINO DE ARQUITETURA E URBANISMO

A criação do ensino de Arquitetura no Brasil, teve como pioneiro o Curso de Arquitetura da Academia Imperial de Belas Artes do Rio de Janeiro, onde tal curso fora o único do Brasil por mais de cem anos, conforme a figura 1. Segundo Salvatori (2008), em 1826, foi estabelecido o referido curso de arquitetura o qual era uma instituição pública que recebia estudantes de origem modesta desde sua criação. Iniciou-se o ensino oficial de artes e ofícios industriais, principalmente depois da acolhida da chamada "Missão Francesa", em 1816 (SALVATORI, 2008).

Figura 16: História e contexto – Ensino de AU no Brasil



Fonte: Seminário Internacional do CAU/SP (2019).

Foram criadas a figura do professor catedrático e uma estrutura de ensino que se manteve por um tempo, sendo os primeiros professores contratados provenientes da França e mundialmente conhecidos por suas obras.

Com o passar do tempo, em São Paulo, na década de 1920, surgiu um movimento pela criação de uma cadeira de urbanismo, inserida no curso de arquitetura, e na década seguinte o ilustre arquiteto Lúcio Costa diligenciou emplacar uma reforma curricular na Escola de Belas Artes, com a intenção de incluir as disciplinas de Urbanismo e Arquitetura Paisagística, contudo não obteve sucesso. Ainda em 1922, conforme mostra a figura 2, surge o Semana de Arte Moderna em São Paulo que muito contribuiu para o ensino de arquitetura. E em 1928, nasce o Curso de Arquitetura da Academia de Belas Artes, em São Paulo, e dois anos depois, em 1930 são implantadas a Escola de Belas Artes e a Escola de Arquitetura, em Minas Gerais.

Figura 2: AU no Brasil



Fonte: Seminário Internacional do CAU/SP (2019).

Somente em 1933, o Decreto 23.569 regulamenta a profissão de Engenheiro, Arquiteto e Agrônomo. No final da década de 50 e início de 60, ocorrem diversos Encontros nacionais de arquitetura e urbanismo, onde em 1962, em São Paulo, é aprovado o Currículo Mínimo para cursos de arquitetura e urbanismo – AU pelo Conselho Federal de Educação. Segundo Seminário Internacional do CAU/SP[4] (2019), somente em 1962 o Curso Tronco inicia na Universidade de Brasília – UnB, de acordo com a figura 3.

Figura 3: Início do Curso trono



Fonte: Seminário Internacional do CAU/SP (2019).

[4] Seminário Internacional Qualidade de Ensino e Mobilidade Profissional – Conselho de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo – CAU/SP, 27, 28 e 29 de maio de 2019. Auditório da Belas Artes, Campus 3, São Paulo – SP.

De acordo com Del Rio (1990), a década de 60 via surgir as primeiras críticas e protestos generalizados sobre a qualidade do ambiente urbano que vinha sendo produzido, pela própria população afetada com a falta de qualidade dos espaços urbanos. Com isso, novas disciplinas e campos de conhecimento viriam a ser abertos, contribuindo pelo surgimento de novas profissões. Foi a partir destas atitudes críticas, dos novos valores surgidos e da necessidade de novas categorias de análise e de novos instrumentos para o controle do desenvolvimento urbano, que segundo Del Rio (1990), o Desenho Urbano se consolidaria enquanto campo de conhecimento e, para muitos, profissão específica.

A relevância do urbanismo só começou a ser efetivamente reconhecida quando a Reforma do Ensino Superior, aprovada pelo Conselho Federal de Educação, em 1962, unificou os cursos de arquitetura e urbanismo, dando origem ao modelo que vigora até os dias de hoje.

Com o intuito de melhorar a qualidade do ensino de arquitetura e urbanismo no Brasil, em 1973 nasce a Associação Brasileira de Escolas de Arquitetura (ABEA) e a partir de 1985, passou a ser Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo (ABEA). A saber, o incentivo à abertura de novos cursos, notadamente no ensino privado, induzido pela política expansionista adotada pelo Governo Federal através do Ministério da Educação – MEC a partir dos anos 1990, conforme aponta a figura 4, teve como consequência o crescimento no número de cursos de arquitetura e urbanismo em todo o país, de acordo com Monteiro (2013).

Figura 4: Crescimento dos cursos de arquitetura e urbanismo no Brasil e as DCNs



Fonte: Seminário Internacional do CAU/SP (2019).

A história da profissão no Brasil está relacionada tanto com a evolução do pensamento arquitetônico e à mudança da visão filosófica do mundo, como com o crescimento das populações urbanas, o surgimento de novas classes sociais e à progressiva globalização da economia, de acordo com Salvatori (2008).

Para Monteiro (2013), mudanças na prática profissional produzem impacto na prática acadêmica da mesma maneira que mudanças na prática acadêmica geram impacto na prática profissional. A mesma autora ainda ressalta, por isso o novo cenário mundial e nacional não pode passar em branco na área de ensino de arquitetura e urbanismo.

MÉTODOS ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIOS

A análise da pesquisa ocorre através de duas formas: questionários impressos, respondidos por alunos do primeiro semestre do curso e questionários via *Google Forms*, respondido por alunos veteranos e alumnis. O motivo da pesquisa impressa para os alunos ingressantes é para acompanhar mais de perto o entendimento de cada um a respeito do que se trata o curso de arquitetura e urbanismo, uma vez que no questionário teve uma pequena diferença entre as perguntas, questionando o significado de arquitetura e urbanismo para estes alunos, enquanto que para os veteranos e egressos foi questionado a área de afinidade do curso. Essa intenção ocorreu como forma de

não causar desconforto de seus participantes, por se tratar de alunos ingressantes, os quais têm ainda pouco repertório.

O questionário feito pelo *Google Forms* contém seis perguntas sobre o por quê da escolha do curso, a área que mais se identifica (este questionamento não consta aos ingressantes), o perfil do Arquiteto e Urbanista do século XXI, o significado de CAU, o trinômio vitruviano, bem como a contribuição que se espera, depois de formado, para com a sociedade.

O questionário foi enviado aos veteranos e egressos via *e-mail* e ainda reforçado através de *WhatsApp*, contendo o *link* para acesso. A participação se deu com aproximadamente 50% dos convites enviados. A pesquisa busca conhecer o perfil dos alunos e alumnis do curso de arquitetura e urbanismo da UniFAJ.

O que os alunos esperam do curso de arquitetura e urbanismo

Num percentual de 70% os alunos procuram arquitetura e urbanismo pelo gosto do desenho, da arte, da criatividade e da estética, enquanto que 40% entende que há importância de sua colaboração com a sociedade. E ainda constata-se que a grande maioria está mais voltada à área de arquitetura, salvas algumas exceções para o urbanismo.

Busca-se habilidades necessárias para conceber diferentes projetos e as práticas projetuais, o domínio de técnicas e metodologias de pesquisa, os conhecimentos especializados para o emprego adequado e econômico dos materiais de construção e das técnicas e sistemas construtivos, no que se converte a qualidade de vida dos habitantes, cuja proposta está em primeiro lugar do ponto de vista de condutas e atitudes onde está atendido por meio do conjunto de disciplinas que conforma a grade curricular, bem como pelas atividades extraclasse propostas pelo curso, como visitas técnicas, viagens de estudo, palestras, seminários e projetos de extensão.

Ensino e Profissão

Segundo Maragno (2012), existe uma duplicidade na definição da formação do arquiteto e urbanista pelo olhar do profissional liberal e na visão do

Professor e pesquisador. Contudo na manutenção antagônica de dois mundos afeitos a prática, o acadêmico e o profissional, a resposta ainda parece estar no velho Vitrúvius quando trata da educação do arquiteto:

> *Prática é o exercício contínuo e regular de atividades em que trabalhos concretos são feitos com quaisquer materiais necessários e de acordo com os projetos devidamente representados. Teoria, por outro lado, é a habilidade de demonstrar e explicar aquela hábil produção feita segundo os princípios das proporções. Segue-se, portanto, que aqueles arquitetos que se esforçaram em adquirir habilidades práticas ou manuais sem uma adequada preparação teórica nunca se tornaram capazes de atingir posições de autoridade correspondente a seus esforços, enquanto aqueles que se apoiaram apenas em teorias e na erudição estiveram obviamente caçando sombras sem atinar com a substância de seu ofício. Mas aqueles que conseguiram um completo domínio da teoria e da prática, como homens guarnecidos por todos os lados rapidamente atingiram seus objetivos e detiveram consigo a autoridade de seu ofício*. (VITRUVIUS, 1960).

Mas, para Segawa (1999), o debate pós-moderno não foi capaz de explicar, por si só, os rumos que a arquitetura brasileira tomou desde então. Nos dias atuais, o mercado traz um novo olhar e uma necessidade de qualificação profissional, sobretudo fatos como a interiorização da economia e das escolas de arquitetura já trouxeram maior diversidade ao campo e à emergência de regionalismos. Um exemplo disso são as arquiteturas desvinculadas dos modelos anteriores, conforme reforça Segawa (1999). O mesmo autor observa que, nos grandes centros, abrandou-se a busca de uma identidade nacional para a arquitetura.

Muito condiz com a forma de se pensar a arquitetura mais visível atendia a padrões de eficiência tecnológica e imagem empresarial, muitas vezes definidos em âmbito internacional. Quando a exigência dos grupos multinacionais que se instalavam no país trouxera consigo um outro padrão de qualidade. O panorama dos anos 80 se completava com o trabalho de alguns arquitetos ainda das primeiras gerações modernas, gerações estas que faziam da teoria à prática e do plano à ação, que continuavam ativos e fiéis à suas origens.

Pesquisa de Iniciação Científica e Projetos de Extensão

Durante o curso de arquitetura e urbanismo, além das aulas teóricas e práticas, os alunos interessados que desejam se aprofundar mais em pesquisa podem participar de Pesquisa de Iniciação Científica – PIC, assim como aqueles interessados em buscar e conhecer novas experiências têm também a opção dos Projetos de Extensão, os quais caracterizam-se por Aulas Magnas, Ciclos de Estudos, Visitas Técnicas, Viagens Didática, Palestras, enfim, são opções que os alunos têm de se aprofundar seu conhecimento e buscar novos horizontes.

Todo ano a UniFAJ participa com seus alunos de PIC do Congresso Nacional de Iniciação Científica – CONIC. E uma experiência sensacional é poder expressar o sentimento de pertencimento de alunos participantes desse evento de forma ímpar, onde os mesmos podem levar prêmios vitalícios, conforme relato da alumni Karen Leal do Nascimento, participante do CONIC em 2018:

> *"'Rio Mogi Guaçu: Uma Cartilha para o Futuro' é o título do meu projeto e foi maravilhoso poder abrir as minhas ideias e estudos em um Congresso tão sério como o CONIC, que nos proporciona sair com uma bagagem tão grande. Nele eu apresentei um pedacinho da minha cidade sintetizando seu contexto histórico e o processo de desenvolvimento urbano, a fim de conscientizar a população a agir a favor do recurso importante que ela possui, o Rio Mogi Guaçu. Em contrapartida, conheci pesquisas que exploram outras várias áreas de estudo apresentadas por pessoas de diferentes lugares do Brasil. O slogan do evento dizia 'Pesquisa muda o mundo' e nós pesquisadores nunca saímos do mesmo modo em que entramos. É uma troca enriquecedora entre estudantes, pesquisadores e professores, onde no final todos saem ganhando prêmios vitalícios: experiência e conhecimento. "*

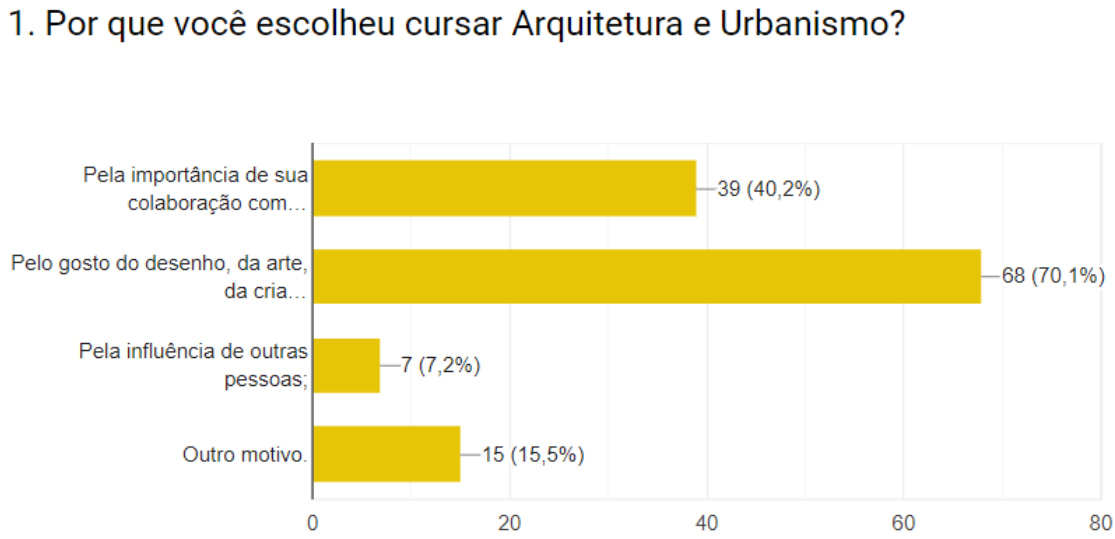
É sempre muito bom ter relatos como este, onde percebe-se que houve aproveitamento escolar, sobretudo algo que enriqueça cada vez mais o repertório dos alunos participantes. Para tanto, o curso de arquitetura e urbanismo traz reflexões críticas do modo de ensinar e aprender não só em sala de aula como ainda em ambientes vastos, onde através da pesquisa e projetos de extensão há quem vai além, em busca pelo saber.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir são apresentados os resultados e a análise dos questionários online respondidos pelos alunos e alumnis do curso de arquitetura e urbanismo da UniFAJ.

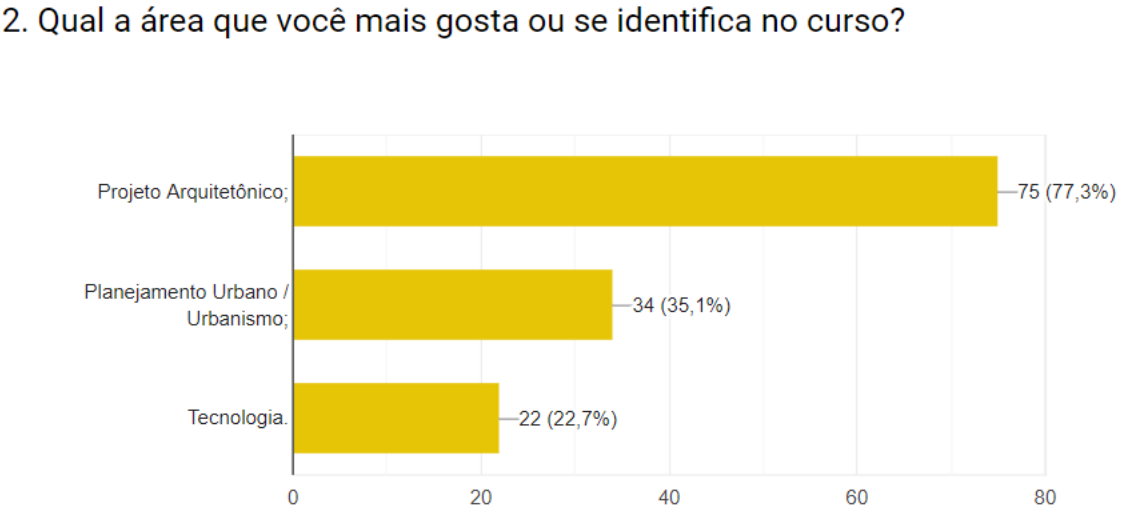
Quando questionados sobre o porquê da escolha pelo curso de arquitetura e urbanismo, 40% dos alunos responderam: “Pela importância de sua colaboração com a sociedade”, enquanto que 70% responderam: “Pelo gosto do desenho, da arte, da criatividade e da estética”. Esses índices estão apresentados no Gráfico 1, e demonstram a grande afinidade da maioria dos alunos pela arte e afins.

Gráfico 1: Motivo de escolha pelo curso de arquitetura e urbanismo



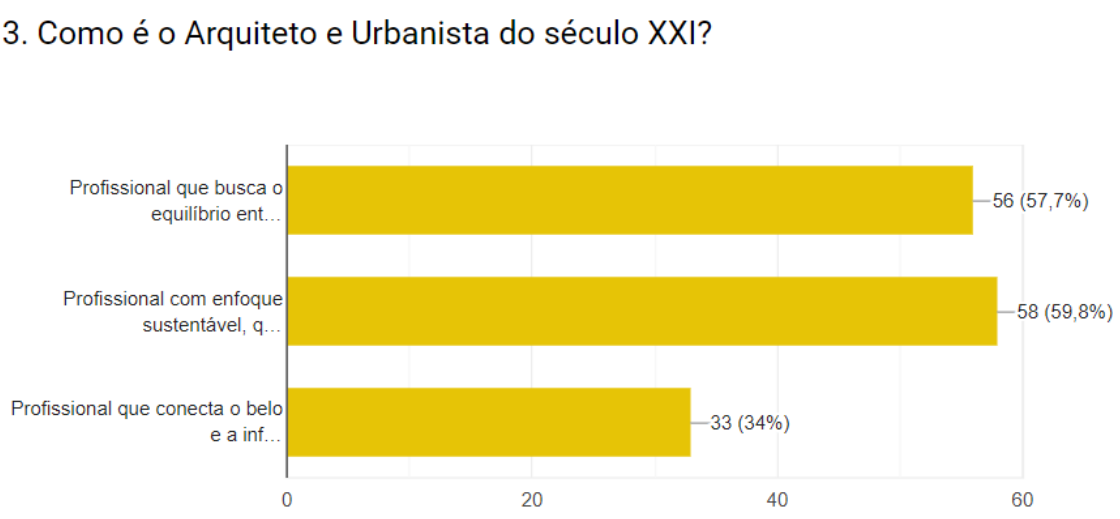
Da mesma forma buscou-se saber qual a área de maior aptidão entre os alunos e aulmni. Entende-se que a área de Projeto Arquitetônico é a que a maioria dos alunos mais se identificam, conforme Gráfico 2.

Gráfico 2: Área de maior aptidão do Curso de arquitetura e urbanismo



É importante observar os dados do Gráfico 3 sobre o que os alunos pensam sobre o arquiteto e urbanista do século XXI. Dessa forma, percebem-se situações muito próximas como “Profissional que busca o equilíbrio entre o mundo e o ser humano” e ainda “Profissional com enfoque sustentável, que se preocupa com o meio ambiente”, enquanto que em menor escala, a opção “Profissional que conecta o belo e a informação tecnológica”.

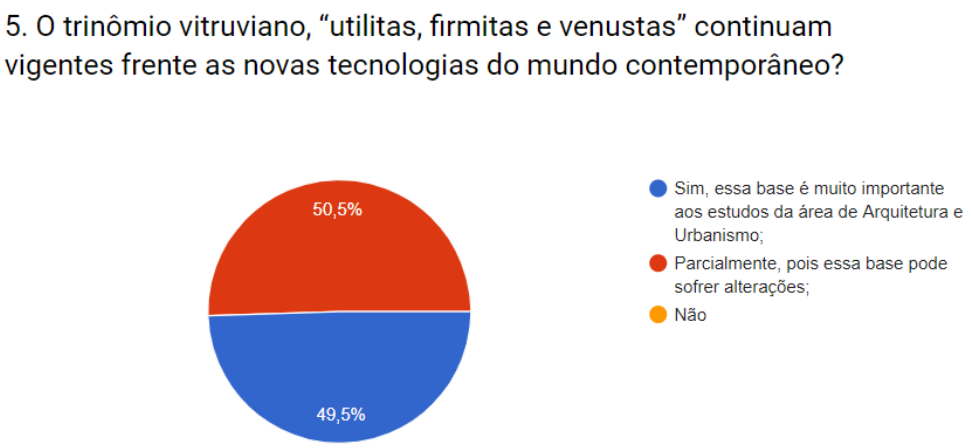
Gráfico 3: Contribuição do Arquiteto e Urbanista



Comparando as respostas dos alunos ingressantes com as dos veteranos e alumni, percebe-se que entre os novos alunos, existe um montante onde ainda não conhecem o significado de CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo). Enquanto que no grupo dos veteranos, de 100% dos entrevistados constatou-se uma média de 1% o desconhecimento do termo.

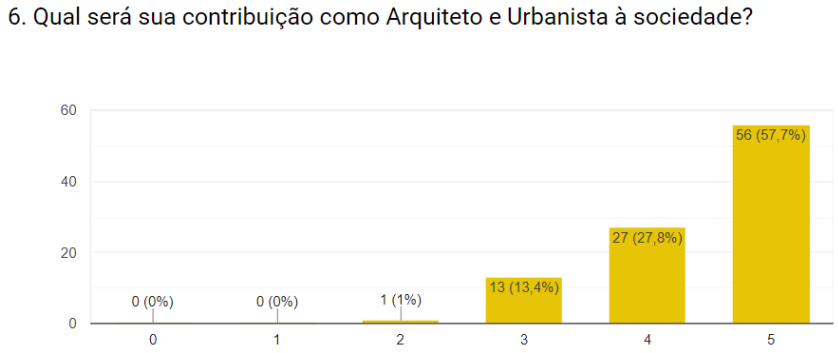
Foi interessante recapitular a teoria de Vitruvius, onde opiniões contraditórias mantiveram quase que com o mesmo peso, de acordo com a Figura 5. É importante ressaltar que são visões de alunos de diferentes semestres.

Figura 5: Trinômio Vitruviano



E por fim, surge a pergunta: “Qual será sua contribuição como arquiteto e urbanista à sociedade”, conforme Gráfico 4.

Gráfico 3: Contribuição do Arquiteto e Urbanista



Surpreendentemente mais de 50% pensam em contribuir como arquitetos e urbanistas em benefício da população em geral.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias da informação desencadearam mudanças profundas na sociedade, sobretudo no ensino de Arquitetura e Urbanismo. Além do fator

educacional, aspectos sociais, ambientais e culturais, de acesso as tecnologias e de infraestrutura tecnológica podem explicar processos de mudança em cursos de graduação e pós-graduação. Na busca pelo ensino de qualidade, é importante que todos tenham acesso a tecnologia do ambiente escolar.

Os alunos transferem um papel importante ao longo do curso, o que expressa seus interesses em busca de um mundo com maiores contribuições dos arquitetos e urbanistas. Toda prática deve ser embasada pela teoria, de maneira que durante os ensinamentos passados aos alunos, o próprio docente transfere um pouco de sua experiência profissional e acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Aos alunos e *alumnis* do curso de arquitetura e urbanismo do Centro Universitário de Jaguariúna, que prontamente responderam ao questionário.

À aluna do quinto semestre do curso de arquitetura e urbanismo, Sabrina Menezes Rodrigues, que com muita destreza organizou o questionário via *GoogleForms* e ainda colaborou na formatação de maneira especial, sempre pronta às solicitações de ajuda.

À *alumni* Karen Leal do Nascimento, participante do CONIC, que ao receber o convite para expressar um pouco de sua experiência, demonstrou interesse e boa vontade. É importante ressaltar que depoimentos colaboram para expressar a realidade que cabe aquele que busca crescer com seriedade profissional.

À Prof Me. Arq. Urb. Andrea Arruda Vilella, Conselheira Federal Representante das Instituições de Ensino Superior no CAU/BR, que prontamente disponibilizou seu material apresentado durante o Fórum de Coordenadores no evento oferecido pelo CAU/SP, no Seminário Internacional Qualidade de Ensino e Mobilidade Profissional, na última semana de maio de 2019, em São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017 Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Dispõe sobre as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 16 fev. 2017. Disponível em: *http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm*. Acesso em: 05 mai.2019.

COSTA, L. **Considerações sobre arte contemporânea (1940). In: Lúcio Costa, Registro de uma vivência**. São Paulo: Empresa das Artes, 1995. 608p.il. Disponível em: *http://www.iabsp.org.br/oqueearquitetura.asp*. Acesso em: 02/03/2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia, saberes necessários à prática educativa**. 25ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996 54 p.

SANTOS, M. **Pensando o espaço do homem**. 5 ed. São Paulo: EdUSP, 2012 91 p.

SEGAWA, H. **Arquiteturas no Brasil: 1900-1990**. São Paulo, EDUSP, 1999 224 p.

SEMINÁRIO INTERNACIONAL QUALIDADE DE ENSINO E MOBILIDADE PROFISSIONAL – **Conselho de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo** – CAU/SP, 27, 28 e 29 de maio de 2019. Auditório da Belas Artes, Campus 3, São Paulo – SP, 2019.

VIGOTSKS, L. S. **A formação social da mente**. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. 182 p.

VITRUVIUS. **The ten books on architecture**. New York, Dover: 1960.

ZEVI, B. **Saber ver a Arquitetura**. 6ª ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009 286 p.

VENTILAÇÃO CRUZADA E A EQUAÇÃO DE CONTINUIDADE

Cross ventilation and the continuity equation

SANTOS, Leonardo Sioufi Fagundes dos Santos
Universidade Federal de São Paulo, campus de Diadema

NETO, Maria de Fatima Ferreira
Universidade Paulista
Apoio Acústico Ltda.

RESUMO: Neste trabalho, a ventilação em ambientes internos é estudada no contexto da Mecânica dos Fluidos, um ramo da Física. Através da equação da continuidade para fluidos incompressíveis, este trabalho define um fator de ventilação: a velocidade de saída do ar é a de entrada multiplicada pelo fator de ventilação. As aplicações do fator de ventilação são ilustradas em ambientes com duas aberturas e no interior deles. O fator de ventilação também é usado em estimativas em ambientes com mais de duas aberturas. O trabalho também discute a situação onde o vento é amortecido pelo atrito ou acelerado por exaustores. O trabalho abre perspectiva para a aplicação do fator de ventilação em projetos residenciais. O principal resultado é que se a área de entrada é maior do que a de saída, o ar sai do ambiente mais veloz do que entrou; se a área de entrada é menor do que a de saída, a situação é inversa.

Palavras-chave: Ventilação cruzada; equação da continuidade; fator de ventilação.

ABSTRACT: In this work, ventilation in indoor environments is studied in the context of the Fluid Mechanics, a branch of Physics. Through the continuity equation for incompressible fluids, this work defines a ventilation factor: the air output velocity is the input velocity multiplied by the ventilation factor. Ventilation factor applications are illustrated in environments with two openings and within them. The ventilation factor is also used in estimate in environments with more than two openings. The paper also discusses the situation where the wind is damped by friction or accelerated by exhaust fans. The work opens perspective for the application of the ventilation factor in residential projects. The main result is that if the entrance area is larger than the exit area, the air leaves the environment faster than it entered; if the input area is smaller than the output area, the situation is reversed.

Keywords: Cross ventilation; continuity equation; ventilation factor.

INTRODUÇÃO

O entendimento da ventilação no interior de ambientes residenciais é fundamental na Arquitetura e na Engenharia Civil. Manuais de ventilação são parte integrante da formação de arquitetos e engenheiros civis (BITTENCOURT, 2010). Além disso, as pesquisas sobre ventilação figuram entra as mais

importantes da atualidade (ABDELATIA, 2010; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014; RITTER, 2014).

Um entendimento mais profundo da ventilação exige noções elementares de Física. Levando-se em conta a definição de vento como “o ar em movimento”, o ramo da Física necessário ao estudo da ventilação é a Mecânica dos Fluidos.

O conceito de fluido na Física é muito complexo e apela para a noção de “tensão de cisalhamento” (FIFE, 2000; BRUNETTI, 2008; MACDOUGH, 2009; BRAITHWAITE, 2011). A caracterização do ar como um fluido foge dos objetivos deste trabalho, mas é necessário abordar a questão da compressibilidade. Os fluidos podem ser compressíveis ou incompressíveis. “Fluidos compressíveis” são aqueles que podem ser comprimidos ou expandidos significativamente. O aquecimento ou o resfriamento de um fluido compressível provocam respectivamente uma expansão ou uma compressão em larga escala. Os gases são fluidos compressíveis. O ar é uma mistura de gases, logo, ele também é um fluido compressível. Os “fluidos incompressíveis” são os não compressíveis. Líquidos são fluidos incompressíveis. A expansão ou compressão de um líquido devido a variações de temperatura é de difícil percepção.

Fluidos compressíveis sem trocas térmicas significativas e com velocidades inferiores a 100m/s têm densidade aproximadamente uniforme (OLIVEIRA Jr., 2017; NAKAYAMA; BOUCHER, 1999). Apenas os furacões chegam a velocidades superiores a 33m/s (CPTEC, 2012). Então, nos ventos cotidianos, o ar pode ser tratado como se fosse um fluido incompressível. O tratamento do ar como se um fluido incompressível é fundamental em vários problemas de Mecânica dos Fluidos (BOUCHER, 1999; FIFE, 2000; NAKAYAMA; BRUNETTI, 2008).

O objetivo deste trabalho é a determinação ou apenas uma estimativa da relação entre as velocidades do vento em locais distintos no interior de um ambiente. Em particular, o presente artigo fornece uma previsão de velocidade de saída do ar de um ambiente a partir da velocidade de entrada. Especificando o objetivo ainda mais, esta pesquisa define um “fator de ventilação”, um número multiplicado pela velocidade do vento de entrada em um ambiente resultando na de saída.

A justificativa desta pesquisa não é apenas técnica, mas humana. Além de ser determinante no conforto térmico (RITTER, 2014; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014), a ventilação é uma questão de saúde pública porque um ambiente com ar viciado é insalubre (WHO, 2000). Há ainda um aspecto ambiental e econômico no estudo da ventilação porque um ambiente bem ventilado pode dispensar total ou parcialmente o uso de ventiladores e ares-condicionados com um correspondente decréscimo no consumo de energia.

As seções deste artigo seguem os seguintes passos: apresenta-se a equação da continuidade, uma relação fundamental no estudo da ventilação; a partir desta equação, este trabalho define o fator de ventilação; exemplos de aplicações do fator de ventilação são dados no estudo das velocidades de entrada e de saída de um ambiente com duas aberturas; outras aplicações são estendidas para a velocidade do vento no interior do próprio ambiente; na sequência, há uma generalização do fator de ventilação para ambientes com mais de duas aberturas, onde neste último caso, as velocidades de saída são apenas estimadas; coloca-se uma breve descrição da relação do fator de ventilação com o amortecimento ou aceleração do vento interno; o trabalho termina com as considerações finais.

Equação da continuidade para fluidos incompressíveis (ECFI)

O fluxo de um fluido é o volume que passa por determinada área dividido pelo tempo consumido. Por exemplo, se 0,005m^3 de água[5] passam pela seção transversal de uma tubulação em um segundo, o fluxo é 0,005m^3/s (ver fig.1).

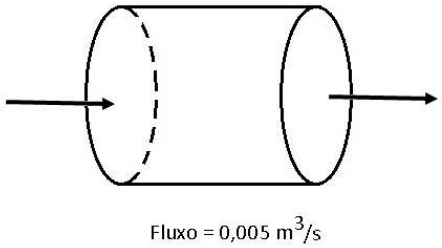


Figura 1 – Fluxo de um fluido passando por uma tubulação.

[5] O volume 0,005 m^3 pode parecer pequeno, mas levando-se em conta que 1m^3 é equivalente à 1000 litros, então 0,005m^3 = 0,005 x 1.000L = 5L

O fluxo pode ser reescrito como a área multiplicada pela velocidade. Como exemplo, se a água tem velocidade 0,5m/s e a área da tubulação é de $0,01m^2$, o fluxo vale 0,5m/s x $0,01m^2 = 0,005m^3/s$ (ver fig.2).

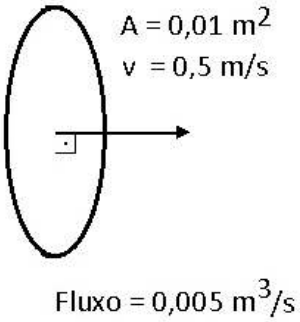


Figura 2 – Fluxo de um fluido com velocidade v = 0,5m/s, passando por área $A = 0,01m^2$.

Neste ponto, é possível deduzir a equação da continuidade para fluidos incompressíveis. Considerando um tubo com uma entrada e uma saída com áreas respectivamente de A_{entra} e A_{sai}, o fluido entra com velocidade v_{entra} e sai com v_{sai}. O fluxo na entrada é $A_{entra}v_{entra}$, enquanto na saída, $A_{sai}v_{sai}$ (ver fig.3).

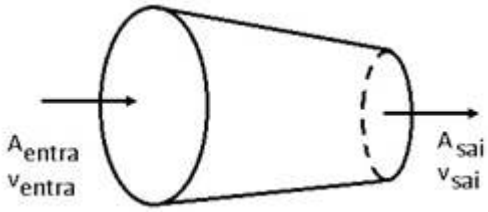


Figura 3 – Fluxo de um fluido entrando em uma área A_{entra}, com velocidade v_{entra} e saindo com área A_{sai} e velocidade v_{sai}. Na entrada e na saída os fluxos são iguais e $A_{entra} > A_{sai}$.

Como o fluido não se comprime ou expande, a mesma quantidade de fluido que entrou no tubo deve ser a mesma que saiu. Consequentemente, o fluxo de entrada deve ser igual ao fluxo de saída.

$$A_{entra}v_{entra} = A_{sai}v_{sai} \qquad (1)$$

A equação (1) é denominada “equação da continuidade para fluidos incompressíveis”. De agora em diante no texto, a referência à equação será feita através da sigla ECFI.

Caso o fluido seja compressível, é possível que entre mais fluido no tubo do que saia. Por exemplo, se o tubo sofre um rápido aquecimento, o fluido em seu interior se expande, provocando mais saída do que entrada. Caso o tubo se resfrie, o fluido se comprime e há mais entrada do que saída. Então, o fluxo de entrada e saída não é o mesmo e a equação ECFI não pode ser aplicada para fluidos compressíveis. Há uma equação da continuidade para fluidos compressíveis, mas ela não será usada neste trabalho.

Fator de ventilação (F_v)

O ar pode ser tratado como um fluido incompressível na ventilação dos ambientes residenciais. Cômodos de uma residência com apenas uma entrada e uma saída de ar não são tubos, mas as aberturas comportam-se como as seções transversais de um cano. Por exemplo, uma sala com uma porta e uma janela pode ter uma circulação de ar da primeira abertura para a segunda. Então, a ECFI pode ser aplicada no estudo da ventilação no interior das residências desde que as áreas A_{entra} e A_{sai} e as velocidades v_{entra} e v_{sai} estejam associadas às respectivas aberturas.

Para facilitar a aplicação da ECFI nos cômodos com duas aberturas, é possível isolar a velocidade de saída v_{sai} na equação (1).

$$v_{sai} = \left(\frac{A_{entra}}{A_{sai}}\right) v_{entra} \qquad (2)$$

Na equação (2), a velocidade de saída do fluido v_{sai} é o fator A_{entra}/A_{sai} multiplicado pela de entrada v_{entra}. O fator de ventilação, representado como F_v, devido à ECFI pode ser definido como

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} \qquad (3)$$

A velocidade de saída pode ser reescrita simplesmente como a velocidade de entrada multiplicada por F_v.

$$v_{sai} = F_v \, v_{entra} \quad (4)$$

Se a área de entrada é maior do que a de saída ($A_{entra} > A_{sai}$) na expressão (3), o F_v é maior do que 1 (ver fig. 3). Se $F_v > 1$ na expressão (4), o vento de saída é mais veloz do que o de entrada. Para uma área de saída maior do que a de entrada ($A_{entra} < A_{sai}$), o F_v é menor do que 1 e a velocidade de saída em (4) é menor do que na entrada (ver fig.4).

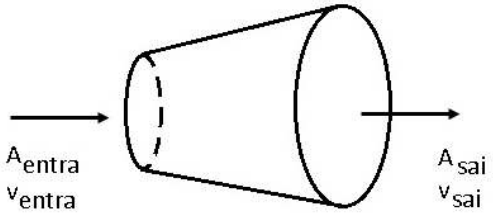


Figura 4 - Fluxo de um fluido entrando em uma área A_{entra}, com velocidade v_{entra} e saindo com área A_{sai} e velocidade v_{sai}. Na entrada e na saída os fluxos são iguais e $A_{entra} < A_{sai}$.

Se as áreas de entrada e de saída são as mesmas ($A_{entra} = A_{sai}$), $F_v = 1$ e a velocidade de entrada e de saída são iguais na expressão (4) (ver fig. 5).

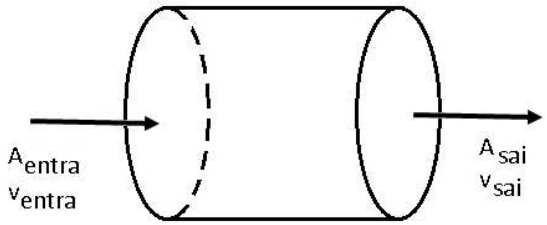


Figura 5 – Fluxo de um fluido entrando e saindo em seções transversais com áreas iguais.

Seguem abaixo alguns exemplos da aplicação do F_v.

Ventilação em ambientes com duas aberturas

Em geral, quartos, salas e escritórios possuem pelo menos duas aberturas. Uma das aberturas é uma porta. A segunda abertura pode ser uma janela ou outra porta. Um cômodo com apenas uma porta e sem janelas não será abordado neste trabalho.

Por exemplo, uma sala pode ter uma porta com altura 2m e largura 1m. A área da porta é de 2m x 1m = $2m^2$. A janela da sala pode medir 1m de largura por 0,5m de altura, uma área correspondente de 1m x 0,5m = $0,5m^2$ (ver fig.6).

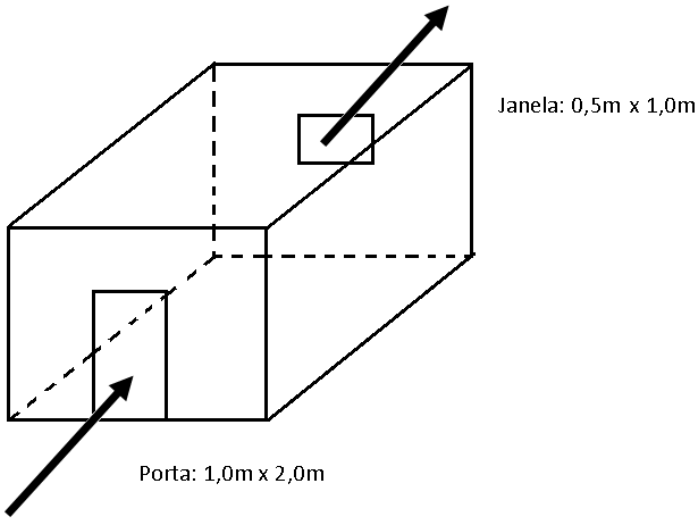


Figura 6 – Fluxo de fluido passando por uma sala.

Considerando que o vento entra pela porta (A_{entra} = $2m^2$) e sai pela janela (A_{sai} = $0,5m^2$), o F_v da equação (3) fica:

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} = \frac{2m^2}{0,5m^2} = 4$$

Então o vento na janela é 4 vezes mais rápido do que na porta. Por exemplo, se a velocidade do vento na porta é de 2m/s, na janela será de 2m/s x 4 = 8m/s.

O F_v inverte-se com a troca do sentido de velocidade do vento. Por exemplo, na mesma sala, se o vento flui da janela para a porta, as áreas de entrada e de saída ficam respectivamente A_{entra} = $0,5m^2$ e A_{sai} = $2m^2$ (ver fig.7).

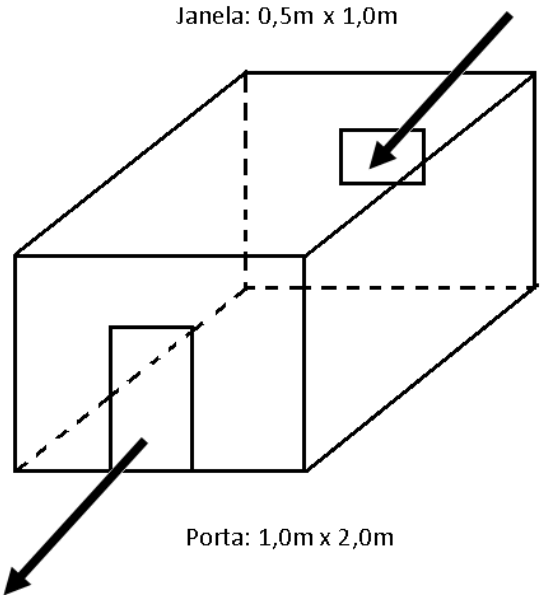


Figura 7 – Fluxo de fluido entrando e saindo em uma sala.

O fator de ventilação F_v fica:

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} = \frac{0{,}5m^2}{2m^2} = 0{,}25$$

Se a velocidade do vento na janela é 8m/s, o ar correrá na porta com 8m/s x 0,25 = 2m/s. O vento simplesmente mudou de sentido, mas os valores da velocidade do vento na porta e na janela não se alteraram.

Caso a velocidade de entrada na janela seja de 2m/s, o vento na porta atingirá 2m/s x 0,25 = 0,5m/s. Assim, se o vento entra com 2m/s respectivamente pela porta ou pela janela, a saída para outra abertura poderá ser de 8m/s (saída pela janela) ou 0,5m/s (saída pela porta).

Ventilação no interior onde há duas aberturas

A análise da velocidade do vento no interior de um ambiente é muito mais complicada do que nas aberturas. A velocidade do vento em uma janela ou porta é razoavelmente uniforme, enquanto no interior a situação é heterogênea. Além disso, fica mais difícil determinar a área que o ar atravessa em seu movimento. Para contornar esse problema, é interessante associar uma velocidade média da ventilação no interior do ambiente. Além disso, é necessário levar em conta as posições relativas das aberturas.

Aberturas frontais

Em primeiro lugar, é interessante fazer uma estimativa da velocidade média do vento para um ambiente em uma sala com aberturas em lados opostos. Neste caso, uma porta ficaria de um lado e a outra abertura (outra porta ou uma janela) na parede frontal (ver fig.8).

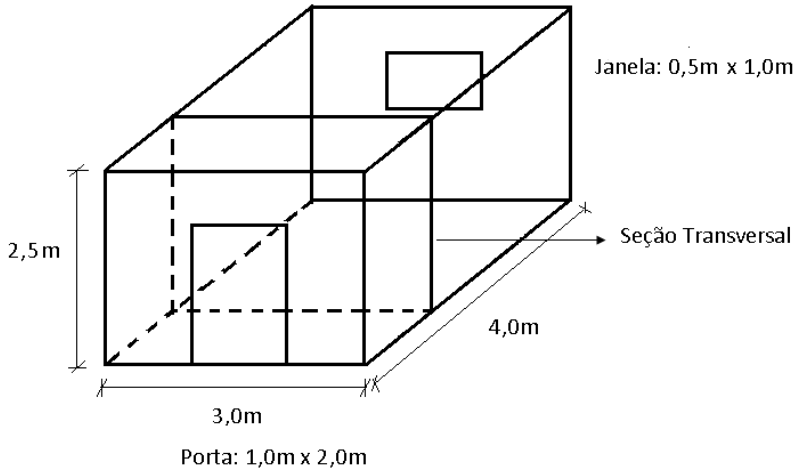


Figura 8 – Sala com aberturas frontais.

Na situação real, o vento faz vórtices e curvas no interior da sala. Mas é possível aproximar o vento por um fluxo uniforme que atravessa a sala de uma parede para a outra. A área por onde o ar passa corresponde à seção transversal da sala, que é equivalente a própria área das paredes onde estão as aberturas (ver fig.8). Com as áreas das aberturas de ar e a da seção transversal da sala, é possível calcular o F_v com a expressão (3).

Por exemplo, considera-se uma sala com altura 2,5m, 3m de comprimento e 4m de largura (ver fig.8). Em uma das paredes com comprimento 3m, há uma porta. Na outra parede com comprimento 3m, existe uma janela (ver fig.8). Então a área da seção transversal é dada pelo comprimento vezes a altura da sala, 2,5m x 3m = 7,5m^2 (ver fig.8).

Na sala descrita no parágrafo acima, há uma porta com área 2m^2. Se o vento entra pela porta, as áreas de entrada e de saída são A_{entra} = 2m^2 e A_{sai} = 7,5m^2. O fator de ventilação é dado por:

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} = \frac{2m^2}{7{,}5m^2} = \frac{4}{15} \approx 0{,}267$$

Se o vento entra pela porta com 2m/s, o ar passará pela sala com velocidade média de 2m/s x (4/15) = (8/15)m/s. O valor aproximado fica 2m/s x 0,267 = 0,534m/s.

O vento pode sair por uma janela com área 0,5m^2. Neste caso, as áreas de entrada e de saída correspondem respectivamente à seção transversal da sala e a janela, A_{entra} = 7,5m^2 e A_{sai} = 0,5m^2. O F_v (3) vale:

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} = \frac{7{,}5m^2}{0{,}5m^2} = 15$$

Se o vento passa pela sala com (8/15)m/s, ele sai pela janela com (8/15)m/s x 15 = 8m/s. Esse resultado é consistente com a seção anterior, onde um vento que entra por uma porta de 2m^2 com 2m/s sai por uma janela de 0,5m^2 com 8m/s. Caso o valor da velocidade do vento na sala seja aproximado por 0,534m/s, a velocidade na janela será de 0,534m/s x 15 = 8,01m/s.

Outro exemplo é a mesma sala com uma porta e uma janela com as mesmas áreas, mas colocadas nas paredes de largura 4m (ver fig.9).

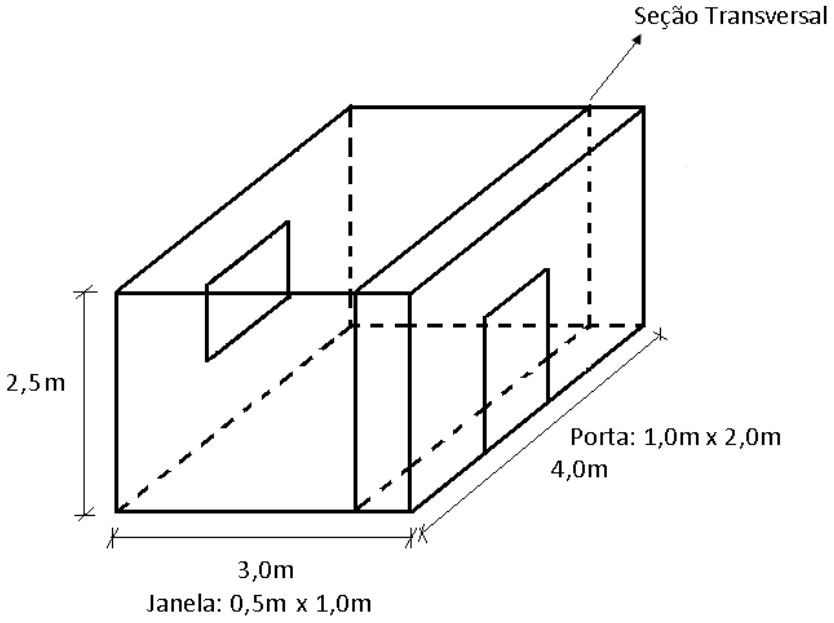


Figura 9 – Sala com aberturas frontais.

Neste caso, a área da seção transversal fica 4m x 2,5m = 10m^2. Se o vento entra pela porta (A_{entra} = 2m^2), o fator de ventilação fica:

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} = \frac{2m^2}{10m^2} = 0{,}2$$

Caso o vento entre pela porta com velocidade 2m/s, a velocidade na sala será de 2m/s x 0,2 = 0,4m/s.

Estes exemplos são suficientes para ilustrar a estimativa da velocidade média do vento na sala. O ar poderia fluir da janela para a sala e os cálculos seriam análogas.

Aberturas ortogonais

As aberturas de um ambiente podem estar dispostas em paredes perpendiculares. Neste caso, a seção transversal atravessada pelo vento fica na diagonal do ambiente.

Por exemplo, na sala exemplificada na seção anterior, a diagonal da sala é dada pelo teorema de Pitágoras como

$$d = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5m$$

Como a diagonal é 5m e a altura, 2,5m, a área fica 5m x 2,5m = 12,5m^2 (ver fig. 10).

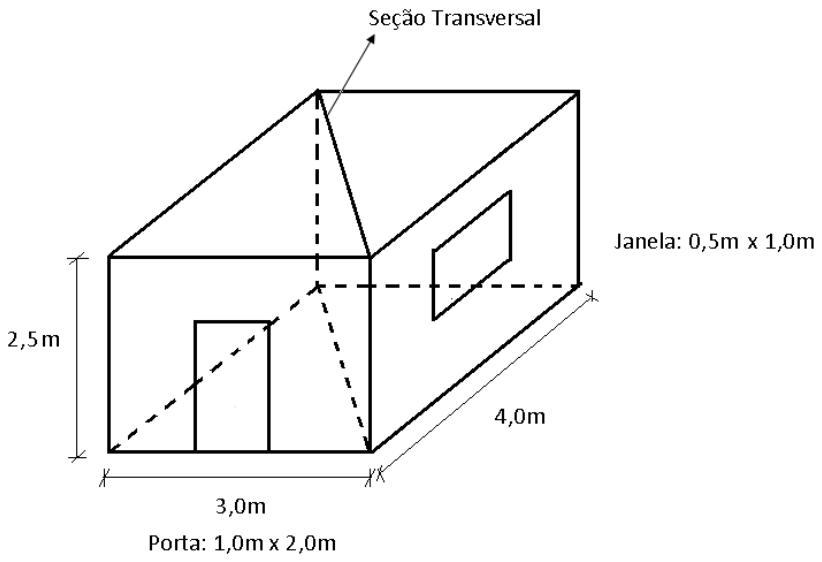


Figura 10 – Sala com as aberturas ortogonais.

Se a porta com área de 2m^2 e a janela de 0,5m^2 estão respectivamente nas paredes de largura 3m e comprimento 4m, a área por onde passa o vento é de 12,5 m^2. Quando o vento entra pela janela, o F_v é de:

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} = \frac{0{,}5m^2}{12{,}5m^2} = 0{,}04$$

Se o vento entra pela janela com velocidade de 8m/s, a ventilação na sala é de 8m/s x 0,04 = 0,32m/s.
Caso o vento saia pela porta de área 2m^2, o fator de ventilação fica:

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} = \frac{12{,}5m^2}{2m^2} = 6{,}25$$

Um vento que passa pela sala com velocidade média de 0,32m/s sairá pela porta com 0,32m/s x 6,25 = 2m/s. Novamente os resultados novos são consistentes com os dados já obtidos.

Ambiente com várias saídas de ar

Quando o ambiente tem três ou mais saídas de ar, a expressão (3) e o F_v perdem o significado porque não há mais uma única entrada ou saída de ar. Ainda assim, o fluxo de ar que entra deve ser igual àquele que sai.

Se o ar entra por duas aberturas (a) e (b) e sai por duas outras (c) e (d) (ver fig. 11), o fluxo de entrada é $A_av_a+A_bv_b$, enquanto o de saída vale $A_cv_c + A_dv_d$.

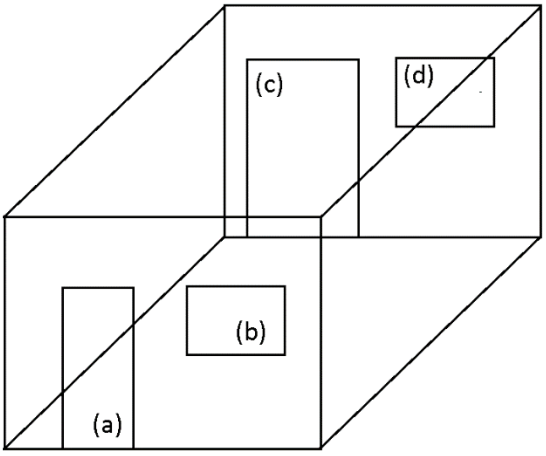


Figura 11 – Ambiente com duas entradas, (a) e (b), e duas saídas, (c) e (d).

Como o fluxo de entrada deve ser igual ao de saída, a ECFI fica:

$$A_a v_a + A_b v_b = A_c v_c + A_d v_d \quad (5)$$

Por exemplo, se o ar entra por duas aberturas com áreas de $A_a = 0{,}5m^2$ e $A_b = 1m^2$ e sai por outras duas outras com áreas $A_c = 2m^2$ e $A_d = 1{,}4m^2$ e as velocidades correspondentes às duas entradas e a uma das saídas são de $v_a = 2m/s$, $v_b = 2{,}2m/s$ e $v_c = 0{,}9m/s$, a velocidade de saída pela quarta abertura é dada pela equação (5).

$$0{,}5 \times 2 + 1 \times 2{,}2 = 2 \times 0{,}9 + 1{,}4 \times v_d$$
$$1 + 2{,}2 = 1{,}8 + 1{,}4 \times v_d$$
$$3{,}2 - 1{,}8 = 1{,}4 \times v_d$$
$$1{,}4 = 1{,}4 \times v_d$$
$$v_d = 1m/s$$

Quando as aberturas de entrada do vento são muito próximas entre si, é possível fazer uma aproximação onde a velocidade do ar é a mesma em todas elas. O mesmo pode ser dito em relação às aberturas de saída do ar. Neste caso, o F_v volta a ter significado, mas agora como estimativa. Reescrevendo na equação (5) as velocidades de entrada e de saída como uniformes ($v_a = v_b = v_{entra}$ e $v_c = v_d = v_{sai}$), chega-se à:

$A_a v_{entra} + A_b v_{entra} = A_c v_{sai} + A_d v_{sai}$

$$(A_a + A_b) v_{entra} = (A_c + A_d) v_{sai} \quad (6)$$

A área total de entrada do ar é $A_{entra} = A_a + A_b$, enquanto a área total de saída, $A_{sai} = A_c + A_d$. Substituindo $A_{entra} = A_a + A_b$ e $A_{sai} = A_c + A_d$ na relação acima:

$$A_{entra}\, v_{entra} = A_{sai} v_{sai} \quad (7)$$

A relação acima coincide com a equação (1). Logo, é possível chegar na relação (2) e definir o F_V (3).

No exemplo anterior, as velocidades de entrada eram bem próximas entre si, $v_a = 2m/s$ e $v_b = 2{,}2m/s$. Arredondando a velocidade de entrada nas janelas pela média, $v_{entra} = 2{,}1m/s$ e calculando as áreas de entrada e saída, $A_{entra} = A_a + A_b = 0{,}5 + 1 = 1{,}5m^2$ e $A_{sai} = A_c + A_d = 2+1{,}4 = 3{,}4m^2$, chega-se ao F_v :

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} = \frac{1{,}5m^2}{3{,}4m^2} = \frac{15}{34} \approx 0{,}44$$

Assim, se o vento de entrada é 2,1m/s, o de saída fica 2,1m/s x (15/34) ≈ 0,93m/s. O valor do vento de saída nos cálculos exatos foram $v_c = 0{,}9m/s$ e $v_d = 1m/s$, o que indica uma boa estimativa para as velocidades de saída.

Se as velocidades nas entradas são próximas, mas as de saída são diferentes, a estimativa dada pelo fator de ventilação não é muito útil. Tomando o mesmo ambiente do exemplo desta seção ($A_a = 0{,}5m^2$, $A_b = 1m^2$, $A_c = 2m^2$ e $A_d = 1{,}4m^2$) com as mesmas velocidades de entrada ($v_a = 2m/s$ e $v_b = 2{,}2m/s$), mas com uma das velocidades de saída como $v_c = 0{,}1m/s$, a relação (5) fica:

$$0{,}5 \times 2 + 1 \times 2{,}2 = 2 \times 0{,}1 + 1{,}4 \times v_d$$
$$1 + 2{,}2 = 0{,}2 + 1{,}4 \times v_d$$
$$3{,}2 - 0{,}2 = 1{,}4 \times v_d$$
$$3 = 1{,}4 \times v_d$$

$$v_d = \frac{3}{1,4} \approx 2,14\text{m/s}$$

A velocidade de saída estimada é de 0,9m/s, um valor intermediário entre $v_c = 0,1$m/s e $v_d = 2,34$m/s. No entanto, a estimativa de 0,9m/s não é próxima da velocidade do vento em nenhuma das saídas. A estimativa é ruim.

Em geral, a expressão (6) pressupõe que as velocidades de entrada e de saída sejam próximas. Sem a expressão (6) não se chega em (7) e o F_v para ambientes com mais de duas aberturas não tem sentido. Assim, o F_v não tem significado ou estima mal as velocidades de saída caso as velocidades de entrada ou de saída sejam muito diferentes.

Amortecimento e aceleração do vento devido a fatores internos ao ambiente

Em uma sala vazia, o ar sofre atrito apenas com as paredes. Já em uma sala com móveis ou divisórias, o vento sofrerá atrito com outros corpos, reduzindo sua velocidade. Consequentemente, a velocidade de saída diminui. Uma queda na velocidade de saída corresponde a um decréscimo no fluxo $A_{sai}v_{sai}$. Pela ECFI (1), a velocidade de entrada deverá diminuir também. Assim, obstáculos a passagem do vento na sala não alteram o F_v porque este só depende das áreas de entrada e de saída, mas as velocidades correspondentes mudam.

Anteriormente, na seção “Ventilação em ambientes com duas aberturas”, foi dado um exemplo onde $F_v = 4$, $v_{entra} = 2$m/s e $v_{sai} = 8$m/s. Se na sala com obstáculos a velocidade do vento diminui 30% (o equivalente a uma multiplicação por 0,7), as velocidades de entrada e saída serão respectivamente $v_{entra} = 2\text{m/s} \times 0,7 = 1,4$m/s e $v_{sai} = 8\text{m/s} \times 0,7 = 5,6$m/s (ver fig.12).

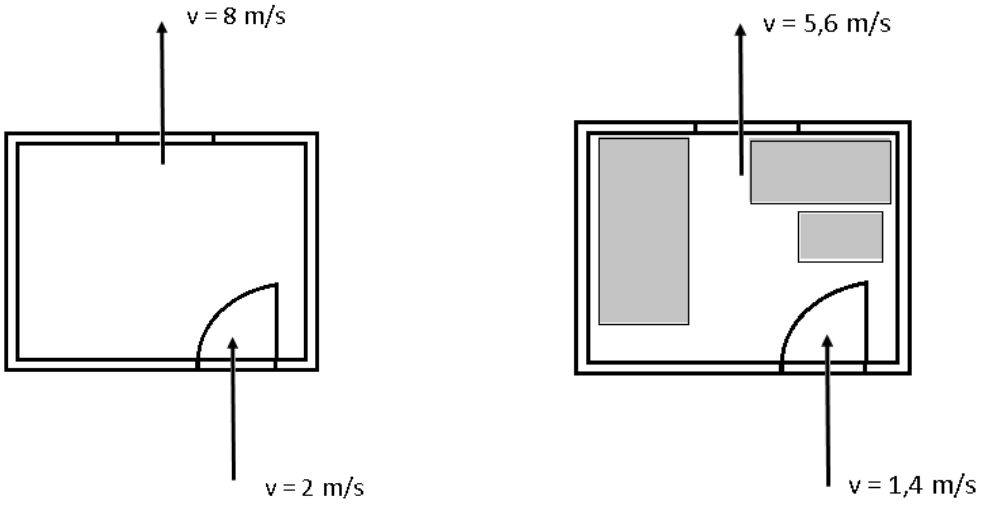


Figura 12 - Duas salas em análise: a da esquerda encontra-se vazia e a da direita com mobiliário.

É interessante mostrar que o F_v continua prevendo a velocidade de saída a partir da entrada.

$$v_{sai} = F_v\ v_{entra} = 4 \times 1{,}4m/s = 5{,}6m/s$$

Há uma série de pesquisas sobre a redução da velocidade do vento em ambientes devido aos obstáculos, posições das janelas, divisórias, etc. (BITTENCOURT; CANDIDA, 2010; LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014.). É importante salientar que os fatores de redução devem ser aplicados nas velocidades de entrada e de saída. Caso contrário, a equação da continuidade (1) é violada e o modelo não se adequa a aproximação do ar como fluido incompressível.

A mesma conclusão também vale para a ventilação no interior do ambiente. No exemplo da seção “aberturas frontais”, a velocidade no interior do ambiente com as entradas em lados opostos nas paredes de largura 4m era de 0,4m/s. Caso a velocidade do vento na sala sofra a redução devido aos móveis, o resultado será 0,4m/s x 0,7 = 0,28m/s.

Outra causa de amortecimento do vento é a diminuição da área de entrada ou de saída. Por exemplo, se A_{entra} = 1,5m^2 e A_{sai} = 0,01m^2, a expressão (3) resulta em:

$$F_v = \frac{A_{entra}}{A_{sai}} = \frac{1{,}5\text{m}^2}{0{,}01\text{m}^2} = 150$$

Se o vento entra no ambiente com 2m/s, ele sai com 150 x 2m/s = 300m/s. A velocidade de saída corresponde a um furacão. Não se deveria nem usar a ECFI nesta situação porque o ar não se comporta como um fluído incompressível nesta velocidade. No entanto, é impossível que o vento entre com 2m/s por uma área de 1,5m^2 e saia por um minúsculo buraco de 0,01m^2 sem sofrer atrito. O que ocorre em um caso desses é um amortecimento no vento de entrada e de saída devido ao estreitamento da segunda abertura.

Assim como o vento pode ser amortecido por obstáculos, o exaustor pode ter efeito inverso. De acordo com a equação (1), se a velocidade de saída aumenta, a correspondente de entrada também deve aumentar. Retomando o exemplo da seção “Ventilação no interior onde há duas aberturas”, F_v = 4 e as velocidades de entrada e saída são 2m/s e 8m/s respectivamente. Caso o exaustor aumente a velocidade de saída para 10m/s, a velocidade de entrada também deve aumentar (um aumento de 1,25), a velocidade de entrada deverá aumentar para 2m/s x 1,25 = 2,5m/s. Analogamente ao caso do amortecimento do vento, é interessante mostrar como o F_v relaciona as velocidades de entrada e saída.

$$v_{sai} = F_v\, v_{entra} = 4 \text{ x } 2{,}5\text{m/s} = 10\text{m/s}$$

Considerações Finais

O fator de velocidade F_v é uma relação muito simples entre as velocidades do vento na entrada e na saída em um ambiente fechado. Apesar da simplicidade, o F_v permite prever ou estimar as velocidades do vento no interior de ambientes e em situações onde há pelo menos duas aberturas.

Uma generalização de resultados é que a inversão de sentido do vento inverte F_v. Em outras palavras, se F_v = f, a inversão do vento faz com que F_v =

1/f. Em um exemplo já citado, o vento da porta para a janela era associado à $F_v = 4$, enquanto o movimento inverso correspondia à $F_v = 1/4$.

Uma das utilidades da previsão da velocidade do vento é a colocação de mesas e varais de roupa em ambientes residenciais. É interessante colocar mesas longe das aberturas com maior velocidade do vento para evitar que alimentos esfriem rapidamente ou folhas de trabalho sejam espalhadas. Já os varais devem ser colocados próximos aos locais com um vento mais rápido para o favorecimento da secagem das roupas. Os cálculos são bastante simples e a utilidade é ampla.

Este trabalho representa um passo importante na previsão e na estimativa da ventilação em ambientes residenciais. No entanto, ele é apenas uma contribuição para um vasto problema. A única informação dada pelo F_v é a velocidade de saída a partir daquela de entrada. No entanto, o F_v não prevê a direção do vento, logo, não é possível saber por qual das aberturas o vento entrará. A entrada do vento dependerá de fatores externos ao ambiente como o relevo do entorno, a proximidade do mar e de rios, clima, etc. Além disso, o F_v não inclui os efeitos das correntes de convecção, vórtices e atritos tão importantes na ventilação ambiente.

Com uma simples equação da Mecânica dos Fluidos já se chegou à previsão da velocidade do vento de saída. Assim, um estudo mais profundo e rigoroso da Mecânica dos Fluidos abre perspectivas para um entendimento muito mais detalhado e preciso da ventilação em ambientes residenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELATIA, Belal; MARENNE, Christian; SEMIDOR, Catherine. Daylighting strategy for sustainable schools: Case study of prototype classrooms in Libya. **Journal of Sustainable Development.** V. 3, No. 3; September 2010.

BITTENCOURT Leonardo; CANDIDA, Christina. **Ventilação natural em edificações**. Rio de Janeiro: Procel Edifica. 2010. 98 p.

BRAITHWAITE, Jonathan. **An introduction to hydrodynamics.** Bonn, 2011. Disponível em: http://elibrary.bsu.az/books_400/N_224.pdf. Acesso em 09 mai 2019.

BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos Fluidos**. 2ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008. 428p.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTIOS - CPTEC. **Ciclone extratropical provoca ventos intensos no Sul**. 2012. Disponível em: https://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/22557. Acesso em 15 mai 2019.

FIFE, Paul. **A Gentle Introduction to the Physics and Mathematics of Incompressible Flow Course Notes**. Fall 2000. Disponível em: http://www.math.utah.edu/~fife/gentleb.pdf. Acesso em: 10 mai 2019.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar R**. Eficiência Energética na Arquitetura**. 3ed. PROCEL/ELETROBRÁS. 2014. 382 p. Disponível em: www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf Acesso em: 15 mai 2019.

MACDOUGH, James M. **Lectures in elementary Fluid Dynamics:** Physics, Mathematics and Applications. Lexington, 2009. Disponível em: http://web.engr.uky.edu/~acfd/me330-lctrs.pdf. Acesso em 02 mai 2019.

NAKAYAMA, Yasuki, BOUCHER, Robert F. **Introduction of Fluid Mechanics.** Great Britain: Butterworth-Heinemann, 1999. 322p.

OLIVEIRA Jr., Amir Antônio Martins. **Mecânica dos Fluidos**. Notas de aula. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2017. Disponível em: https://moodle.ufsc.br/mod/resource/view.php?id=1391896. Acesso em 15 mai 2019.

RITTER, Viviane M. **Avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no ambiente escolar, no período de inverno:** O Caso do Câmpus Pelotas Visconde da Graça**.** Pelotas. 2014. 181 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas. 2014. Disponível em: http://prograu.ufpel.edu.br/uploads/biblioteca/dissertacao_viviane_ ritter_2014.pdf. Acesso em 10 mai 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **The right to health indoor air**. 2000. Disponível em: www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0019/.../E69828.pdf. Acesso em 15 mai 2019.

LEONARDO SIOUFI FAGUNDES DOS SANTOS
Físico, Dr. Física
Professor Adjunto III de Física da UNIFESP, campus Diadema.
Coordenador do Portal Píon da Sociedade Brasileira de Física
http://www.sbfisica.org.br/v1/novopion/
Criador do Blog Quente e Calculista
www.quentecalculista.blogspot.com
e-mail: leosioufi@gmail.com

MARIA DE FATIMA FERREIRA NETO
Física, Drª. Engenharia Civil
Professora Titular na Universidade Paulista
Responsável técnica na Apoio Acústico ltda.
e-mail: fatimafneto@hotmail.com

UM ESTUDO DE ANÁLISE GRÁFICA DE PROJETO ARQUITETÔNICO, EM TRABALHOS DE CONCLUSÃO, DA PRIMEIRA TURMA DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIFAJ

CENCI JUNIOR, C.A.
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ
Centro Universitário Max Planck – UNIMAX

SILVA, JANINI OLIVEIRA DIAS
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

RESUMO: O centro universitário de Jaguariúna (UniFAJ) formou em 2018 a primeira turma de arquitetura e urbanismo. Inúmeros projetos foram elaborados para os trabalhos de conclusão de curso, e uma boa quantidade de material projetual foi desenhado. Neste âmbito este artigo relata a experiência de aplicação de uma metodologia de análise gráfica como uma maneira de identificar as intenções projetuais e demais informações que os alunos queriam dar aos projetos. Diversos diagramas foram produzidos, e através deles padrões de projeto foram identificados, modos de circulação foram evidenciados e estratégias projetuais foram registradas em forma de desenhos simplificados - permitindo uma fácil referênciação e inspiração para futuros alunos de trabalho de conclusão de curso.

Palavras-chave: Análise Gráfica, Diagramas em arquitetura, Orientação Espacial, projeto arquitetônico

1. Introdução

O ano de 2018 foi bastante importante para o curso de arquitetura e urbanismo da UNIFAJ (Centro Universitário de Jaguariúna) em que, entre os dias 28 de novembro e 4 de dezembro, os alunos da primeira turma (décimo semestre) apresentaram seus projetos de trabalho de conclusão de curso (TCC). A situação foi de extrema importância para o centro universitário, e impressionou alunos e professores da instituição. Pois, afinal, o conjunto de projetos desenvolvidos resumiu anos de conhecimento adquirido e demonstrou os reais limites que um aluno formado nessa faculdade poderia produzir - *"O resultado agradou muito o corpo docente do curso. Temos então os primeiros arquitetos e urbanistas formados nessa Instituição" (UNIFAJ, 2018).*

Nesse contexto, surge a necessidade de produzir um material que de alguma forma pudesse analisar e revelar alguns aspectos relevantes sobre a produção dos TCCs de 2018. Porém, devido à complexidade e multiplicidade de TCCs produzidos, como criar um trabalho que possa registrar conteúdo e ao

mesmo tempo contribuir com o trabalho de outros alunos e arquitetos? Iniciou-se então uma busca na literatura sobre métodos de análise de projeto, e foi determinado o uso de diagramas de arquitetura para a tarefa.

2. Revisão da Literatura

Segundo Garcia (2016, p.23), o uso de diagramas na arquitetura é empregado como uma maneira de transmitir as intenções projetuais e demais informações que o arquiteto queira dar a obra, com o objetivo de facilitar a compreensão e identificação de seu cliente ou usuário.

O diagrama traz a possibilidade de escrever e ler a arquitetura projetada, auxiliando o arquiteto no processo de definição de programa, circulação, estruturas, usos, entre outras utilizações:

> *Os diagramas são construídos por linhas e figuras geométricas simples, onde são destacados os aspectos referentes aos conceitos de forma, espaço e ordem.* (FLÓRIO, 2012)

Estes são utilizados tanto como método analítico como forma de explicar edificações já existentes, extrair informações e investigar o ambiente, como também pode ser utilizado como uma das etapas no processo de concepção de um projeto.

O conceito de diagrama é diretamente ligado ao significado que um gráfico pode gerar. O significado das coisas, como veremos mais adiante, não está contido nas coisas em si, mas na consciência do sujeito que passa pela experiência sensorial, sendo sempre um ato genuíno de introspecção.

> *A força emocional está portanto, nas imagens transmitidas pelas coisas e não nas coisas mesmas.* (KRPA, 2012, p.14).

Neste artigo, o entendimento sobre arquitetura será considerado buscar uma ligação da experiência arquitetônica, com a linguagem da arquitetura.

Ainda assim, para focar a análise em algo que pudesse ser relevante à futuras pesquisas, o trabalho precisou de um recorte temático. O recorte foi delimitado a partir da uma análise subjetiva dos alunos sobre as principais dificuldades enfrentadas por eles: A circulação e distribuição do programa de necessidades.

A circulação, tema que nasce a partir da pré-consideração de todo arquiteto sobre a forma de movimento que o projeto vai oferecer. Movimento é um ato intrínseco da espécie humana. Através do ato cognitivo de andar, o homem e toda idiossincrasia de seu corpo, se desloca e registra no repertório de sua espacialidade o mundo em sua volta. Andar a pé pode "transformar simbólica e fisicamente tanto o espaço natural como o antrópico" (CARERI, 2013). Assim surge a mobilidade, que nomeia a relação do movimento humano no espaço e no tempo. A relação entre caminhar e a cidade, por exemplo, é brilhantemente estabelecida no livro "Walkscapes, o caminhar como prática estética". Nesse livro Francesco Careri trata o ato de caminhar como um "ato primário na transformação simbólica do território… um instrumento estético de conhecimento e uma transformação física do espaço, convertido em intervenção urbana".

2.1 Sobre Diagramas

O Jornalista de arquitetura Igor Fracalossi (2012) destaca em seu artigo denominado "Campo Expandido da Arquitetura / Anthony Vidler" que apesar do tema do diagrama ser sistematicamente estudado e discutido nos tempos atuais, o tema só veio a surgir na crítica de arquitetura em 1996 por Toyo Ito. Quando discutindo a arquitetura de Kazuyo Sejima ele escreveu,

> *"Você (Sejima) vê um edifício como essencialmente o equivalente do tipo de diagrama espacial usado para descrever as atividades diárias para que o edifício se destina de forma abstrata. Pelo menos, parece que seu objetivo é chegar o mais próximo possível desta condição"* (ITTO,1996).

Segundo Fracalossi (2012), para uma arquitetura como tal, Ito cunhou o termo "arquitetura-diagrama. " Desde então, "a coisa pegou fogo em torno desta pequena, aparentemente insignificante palavra".

Anthony Vidler possuí diversos trabalhos que abordam o tema do diagrama, e além do que é explicitado no texto de Fracalossi, ele discute no "Diagrams of Diagrams: Architectural Abstraction and Modern Representation" (VIDLER, 2000) as implicações e evolução do diagrama na arquitetura. Neste texto acadêmico há uma sequência descritiva que apresenta a mudança do diagrama desde tempos antigos até os novos meios como softwares e animação 3D. Este autor ressalta que apesar de projetos serem criados no desenho a

mão, muitas vezes os arquitetos contemporâneos investem esforços na representação de topografia, mapas, estudos de massa, maquetes e processos usando tecnologias digitais. Vidler passa a discutir como as técnicas digitais mudaram a forma de como a arquitetura passou a ser concebida e como os diagramas são elaborados. Ele afirma também que antes mesmo da teorização acadêmica do assunto os arquitetos já eram exímios utilizados dos diagramas por causa da relação da linguagem de como os projetos arquitetônicos são representados e como o processo de projeto é representado.

Em complemento a ideia do texto, temos a seguinte declaração de Fracalossi (2012) sobre o pensamento de Vidler (2000):

> *"Mais recentemente, debates sobre a natureza da arquitetura, embora não tão amargos e mais ecléticos que no período do alto modernismo, rodam em torno do papel instrumental do "diagrama" – uma tentativa de propor função e espaço como uma entidade singular, e o efeito da superfície – em um apelo estético para os efeitos do novo sujeito dos materiais moldados para a modelação de programas digitais".* (Fracalossi, 2012)

Vidler ainda apresenta uma crítica levemente negativa em relação às teorias da arquitetura esquemática, devido à sua falta de profundidade, embora destaque que o diagrama ocupa um lugar privilegiado no processo de projeto atual. Este autor conclui em seu texto que as novas formas digitais de diagramas são verdadeiros projetos; e não mais apenas uma abstração, como em diagramas modernistas (VIDLER, 2000). Estas novas formas de diagramas digitais são menos ambíguas, e capazes de emular superfícies, texturas e materiais.

Na contramão dessa ideia dessas "novas formas de diagramas digitais" e da conclusão de Vidler sobre assunto, durante uma entrevista para Pallasmaa (PALLASMAA, 2002, p.25) o arquiteto Steven Holl reflete sobre exercício e registro do projeto, e da representação arquitetônica como um importantíssimo estudo conceitual que deve começar com "a mente, a mão e o olho". A entrevista é tecida de modo a expressar a importância do diagrama no processo de projeto, pontuando o modo como este deve acontecer e o que deve ocorrer antes da introdução das técnicas digitais, sendo assim o desenho como único modo de "exprimir as sutilezas e a qualidade da intuição" (HOLL, 1989). Como ferramenta

física para trazer ao mundo suas impressões “do intelecto “e “dos sentidos” o arquiteto retorna a tradicional técnica da aquarela para imprimir seus conceitos, servindo também de inspiração no processo de projeto - “Eu costumava fazer desenhos a lápis. Aqueles levaram oito horas “, reflete Steven. “Por volta de 1979, eu simplifiquei para aquarelas de cinco-por-sete polegadas. Com a aquarela, da forma mais rápida, eu posso moldar um volume, lançou uma sombra, indico a direção do sol em um formato muito pequeno. E eu posso levá-las para qualquer lugar, pois eu estou sempre viajando” (MCCARTER,2015). A produção de desenhos dele é realmente notável, dotada de extrema beleza, sensibilidade e clareza no traço, demonstrando o domínio e maestria que ele detém sobre o emprego da luz e sombra.

O diagrama dito por Holl, seja ela na forma de aquarela ou mesmo na forma de desenho, constitui um dos elementos mais importantes de seu processo projetual, que é dito contemporâneo, demonstrando assim uma visão um pouco diferente do significado e importância do diagrama descrito no texto de Vidler.

Entretanto, faz-se necessário o questionamento e investigação sobre evidências e aplicações do diagrama na arquitetura como processo projetual. No artigo “A Arquitetura como procedimento e o diagrama como seu instrumento de projeto” a pesquisadora Denise Morado (2010) discute no processo e procedimento de projeto, o diagrama, “próprio da arquitetura”, como procedimento da arquitetura contemporânea. Assim, a concepção espacial (o pensar) parte do entendimento da composição como distribuição, tendo a setorização e o zoneamento das funções, bem como o fluxograma das circulações e articulações, diagramas geradores da organização dos espaços. As plantas são geradas, fortemente caracterizadas pelo fator funcional, mas apoiadas a posteriori pela disposição formal e plástica de volumes (MORADO, 2010).

Associam-se aos diagramas geradores da organização dos espaços, o desenho gestual (croquis da realidade) e o desenho técnico (códigos e convenções para o projeto e a construção). Dentro da discussão do movimento moderno, a arquitetura revela-se como o ato de pensar belas formas que respondam a todas as funções requeridas. O projeto representado pretende aproximar o desenho mais fielmente possível ao que virá em obra, mas

paradoxalmente transforma o projetar em processo independente do construir (MORADO, 2010).

Após toda essa explicação e discussão do tema retoma-se a pergunta explicitada no começo deste artigo[6]. Diagramas são desenhos aparentemente simples que tem um extremo poder de substituir um longo texto, ou complexos conceitos. Toma-se então a posição que os arquitetos contemporâneos estão tão habituados a complexidades dos sistemas BIM, render e pós-produção que se esquecem de como explicitar melhor suas ideias de forma sucinta.

3. METODOLOGIA

A literatura específica é muito diversificada quando se trata do assunto diagrama. Métodos de análise de circulação também são bastante variados. Para viabilizar esse pequeno estudo, fez-se necessária a escolha de apenas um tipo de diagrama, mas que mostrasse com clareza as soluções de projeto, bem como organização do programa. A solução encontrada foi a mesma utilizada por Flório (2012), a fim de um recurso que produzisse um modo de entendimento visual simples de como cada aluno de TCC organizou os espaços:

> *"Quanto mais conexões entre ambientes, mais sobreposições de funções podem ser identificadas. Quando há uma rígida separação de setores, e pouca conexão entre eles, nota-se uma especialização de cada ambiente e, portanto, pouca sobreposição de funções entre ambientes e circulação"* (FLORIO, 2012, p.172).

Ainda, segundo Flório (2012), este tipo de diagrama foi amplamente utilizado pelos autores do livro "EL HABITAT" (DEILMANN, KIRSCHENMANN, PFEIFFER, 1980) e podem ser identificados da seguinte maneira:

Figura 1 - Diagrama de sobreposição de funções;

[6] "Devido à complexidade e multiplicidade de TCCs produzidos, como criar um trabalho que possa registrar conteúdo e ao mesmo tempo contribuir com o trabalho de outros alunos e arquitetos? "

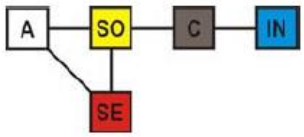


Diagrama que revela projeto com pouca sobreposição de funções.

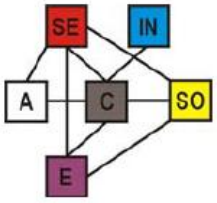


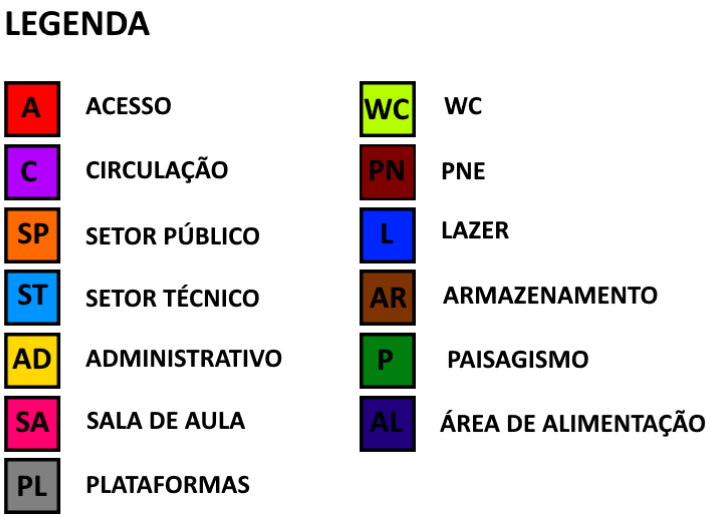
Diagrama que revela projeto com muita sobreposição de funções.

Fonte: Florio, 2012.

Com o mesmo objetivo desse trabalho de referência, a escolha desse método é a possibilidade de filtragem de aspectos específicos de projeto, possibilitando uma interpretação pelos autores, com um método já previamente experimentado, sobre o que cada aluno de TCC produziu.

Para ser aplicado corretamente, de acordo com a realidade do contexto, o método da Figura 1 foi adaptado. A Figura 2 contém a legenda:

Figura 02 - Legenda dos diagramas



Fonte: Os autores, 2019

A adaptação se refere a criação de setorizações gerais, a partir da leitura da maioria dos programas de necessidades analisados dentre os TCCs - isso se deve ao fato de que o método original não faz menção a grande parte dos itens utilizados, como “Área de Alimentação” ou “Plataformas”. Em complemento a Figura 02, pode-se referir cada item da seguinte maneira:

- A: Acessos principais, foyers, entradas;

- C: Espaços projetados que tem apenas a função de circulação e/ou distribuição;
- SP: Área de atividades diversas relacionadas ao público geral;
- ST: Área de atividades diversas relacionadas às funções técnicas do programa de necessidades;
- AD: Áreas administrativas, diretorias, salas de imprensa, secretarias;
- SA: Salas de aula, auditórios, anfiteatros e espaços de ensino;
- PL: Plataformas de embarque/desembarque, espaço para troca de módulos de transporte;
- WC: Banheiros e vestiário;
- PN: Banheiros adaptados para portadores de necessidades especiais;
- L: Espaços com funções destinadas especificamente para esportes e lazer.
- AR: Espaço com funções de armazenamento de unidades físicas (Ex: Biblioteca) ou digitais;
- P: Área de paisagismo geral, Jardins, fontes, parques;
- AL: Áreas de alimentação, lojas de alimentação, refeitórios;

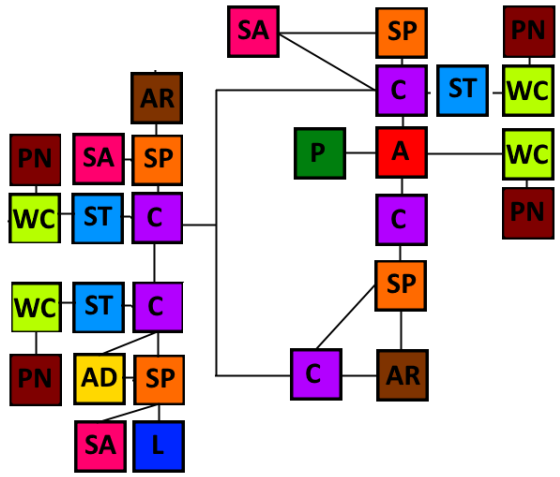
De toda produção da turma, foram tomados para a análise 8 projetos, que apresentaram certa maturidade projetual e que pudesse estabelecer entre si uma determinada semelhança entre seus respectivos programas de necessidades.

4. DIAGRAMAS

Cada projeto foi analisado separadamente, e transcrito para um diagrama de acordo com o método de sobreposição de função, aos moldes de Flório (2012) e (DEILMANN, KIRSCHENMANN, PFEIFFER, 1980). Cada diagrama será mostrado a seguir, de acordo com sua categorização de programa de necessidades.

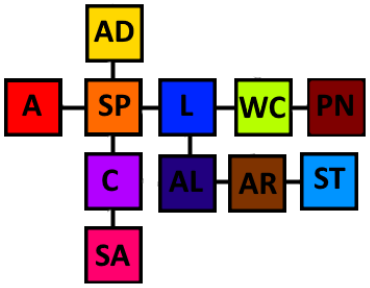
4.1 Programas de Necessidades Educacionais

Figura 03 - Midiateca (P1)



fonte: Os autores, 2019, baseado no trabalho de Fiama Guzman (2018).

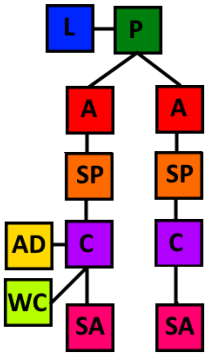
Figura 04 - Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais APAE (P2)



fonte: Os autores, 2019, baseado no trabalho de Bruna Nogueira (2018).

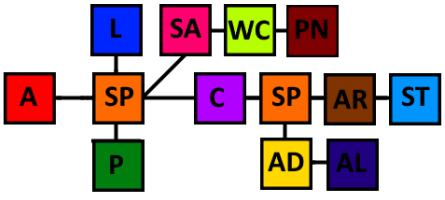
4.2 Programas de Necessidades Comunitários

Figura 05 - Centro Comunitário (P3)



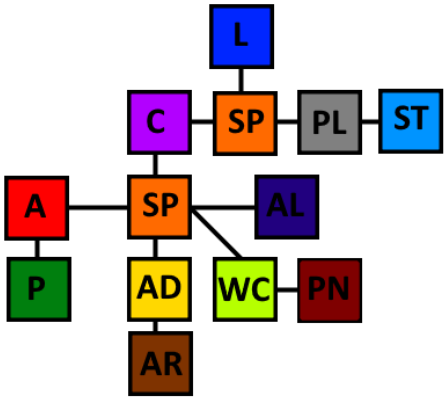
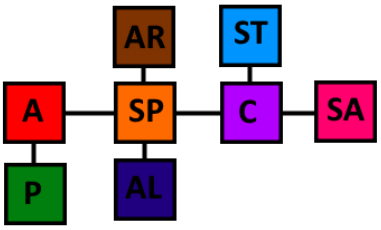
fonte: Os autores, 2019, baseado no trabalho de Giovani Cavenaghi (2018).

Figura 06 - Núcleo Comunitário (P4)

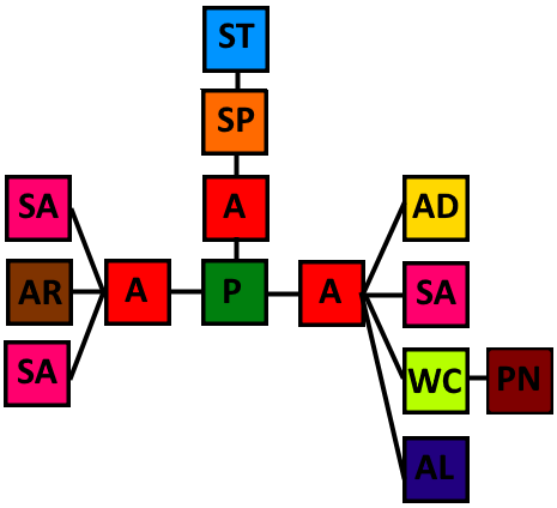
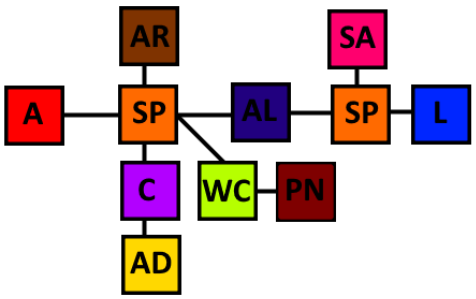


fonte: Os autores, 2019, baseado no trabalho de Iasmin Zóia (2018).

4.3 Programas de Necessidades com Abrangência Urbana

Figura 07 - Estação / Monotrilho (P5)	Figura 08 - Parque Urbano (P6)
	
fonte: Os autores, 2019, baseado no trabalho de Janini Silva (2018).	fonte: Os autores, 2019, baseado no trabalho de Lucas Avancini (2018).

4.4 Programas de Necessidades Religiosos e Culturais

Figura 08 - Igreja Irmã Dulce (P7)	Figura 09 - Centro Cultural (P8)
	
fonte: Os autores, 2019, baseado no trabalho de Laura Richter (2018).	fonte: Os autores, 2019, baseado no trabalho de Dirceu de Oliveira (2018).

5. RESULTADOS

A partir da leitura dos diagramas produzidos, qualquer leitor que consulte o material pode tirar suas próprias conclusões de modo mais subjetivo, pois por si só o material pode fornecer informações valiosas sobre os projetos analisados. Contudo essa seção irá apresentar dados mais precisos e viabilizados pela metodologia escolhida.

O primeiro item, Tabela 1, a ser mostrado diz sobre a quantidade de sobreposições que alguns projetos exerceram sobre alguns ambientes - representado nos diagramas pelas funções.

TABELA 1 - Tabela de classificação dos resultados por quantidade de sobreposição de funções

Projetos Comparados	Muita sobreposição de funções	Pouca sobreposição de funções
P1, P2	P1	P2
P3, P4	P3	P4
P5, P6	P5,P6	-
P7, P8	P7,P8	-

FONTE: Os autores, 2019

Dependendo da semelhança entre o programa de necessidades foi possível identificar que projetos apresentavam um maior sobrecarregamento de funções em relação a outro. No entanto, de um ponto de vista mais prático os dados da Tabela 1 nos revelam que a maioria dos projetos apresentava “Muita Sobreposição de funções”, enquanto que apenas P2 e P4 apresentaram “pouca sobreposição de funções”.

Saindo do âmbito comparativo categorizado por programa de necessidades, partindo para um panorama geral, podemos verificar na Tabela 2 o número de funções diferentes atribuídas pelo autor do TCC em cada projeto.

TABELA 2 - Tabela de quantificação das funções desenhadas nos diagramas de sobreposição de funções

Projeto	N° DE FUNÇÕES DO DIAGRAMA
P1	29
P2	11
P3	12
P4	13
P5	13
P6	8
P7	14
P8	11

FONTE: Os autores, 2019

Os dados aqui, revelam uma constante no número de funções de cada projeto. A quantidade de funções em que se abriu o programa de necessidades girou de 11 a 14 funções. A exceção fica por conta do P1, que possuí mais que o dobro de funções que o P7(Projeto com uma das maiores quantidades).

A ideia desse trabalho não é gerar uma discussão com juízo de valor sobre qual projeto foi melhor ou pior, mas é fato que todos com exceção de P1 conseguiram resolver o projeto de maneira eficiente. Uma comparação mais justa pode ser feita entre P1 e P2 com programa de necessidades semelhantes.

Além da quantificação, outro dado importante revelado pelos diagramas é a identificação do agente principal de distribuição da circulação. Essa informação, projeto a projeto é demonstrado na Tabela 3.

TABELA 3 - Tabela de quantificação das funções desenhadas nos diagramas de sobreposição de funções

Projeto	TIPO DE PROGRAMA	PRINCIPAL FUNÇÃO DO DIAGRAMA RESPONSÁVEL PELA DISTRIBUIÇÃO DA CIRCULAÇÃO
P1	EDUCACIONAL	C
P2	EDUCACIONAL	SP, L
P3	COMUNITÁRIOS	P
P4	COMUNITÁRIOS	SP
P5	URBANO	SP, C
P6	URBANO	SP, C
P7	RELIGIOSO	P
P8	CULTURAL	SP

FONTE: Os autores, 2019

Ao observar-se primeiramente P1 e P2, com programas educacionais, percebemos que suas distribuições de fluxo entre as funções são sobrecarregadas em C e SP respectivamente. Para esse tipo de programa de necessidade é de praxe esperar que o elemento articulador dos fluxos seja de fato um espaço edificado apenas para circulação C ou mesmo em SP, o que ocorre em P1. Curiosamente em P2, L, ou seja, o espaço de lazer também participa com vigor como elemento principal dos fluxos.

Já para os projetos focados em programas comunitários há uma divergência maior de estratégias. Em P3 os espaços externos recebem as sobreposições de função, enquanto que em P4 esse papel vai para o espaço interno edificado para setores públicos.

Em P5 e P6, em que o programa tem uma abrangência maior e maior número de usuários simultâneos, os resultados foram muito semelhantes apontando para SP e C como os itens utilizados com maior sobreposição de funções. Em P5 essa é uma estratégia muito bem acertada, já que uma estação possui um local de espera em que precisam caber muitas pessoas, e direcioná-las para diversos setores.

Na sequência, P8 toma um modo bastante esperado ao deixar SP como elemento principal. Porém, surpreendentemente P7 altera o modo natural de um templo religioso, praticamente costurando uma praça central como item articulador e distribuidor das funções.

Por fim, tem-se a tabela 4, que apresenta como cada projeto flertou com o desenho universal, evitando ou contribuindo para a segregação de pessoas portadoras de necessidades especiais.

TABELA 4 - Meio de acesso ao PNE

Projeto	TIPO DE PROGRAMA	ACESSO AO PNE
P1	EDUCACIONAL	PELO WC
P2	EDUCACIONAL	PELO WC
P3	COMUNITÁRIOS	NÃO IDENTIFICADO
P4	COMUNITÁRIOS	PELO WC
P5	URBANO	PELO WC
P6	URBANO	NÃO IDENTIFICADO
P7	RELIGIOSO	PELO WC
P8	CULTURAL	PELO WC

FONTE: Os autores, 2019

Com exceção dos projetos P3 e P6 em que não foram identificados os PNEs, todos os trabalhos colocaram o acesso destes juntamente ao WC geral. Isso evita a segregação contribuindo para um espaço mais democrático.

6. CONCLUSÃO

Dada a importância que uma primeira turma de um curso tem, e no impacto que ela pode gerar nas turmas futuras, este artigo espera ter oferecido uma pequena contribuição para ampliação da leitura dos trabalhos, sob um viés do processo de projeto e da análise gráfica com diagramas.

Reconhece-se que o método aplicado aqui tem um certo grau de subjetividade no processo de tomadas de decisões, e na maneira com que foram transcritas as informações para os diagramas. Mas isso é parte do processo empírico, e considera-se um feedback da comunidade acadêmica para reparos

no modo de aplicação do método e do tratamento dos resultados em pesquisas futuras.

Espera-se também que o método, e a discussão sobre os resultados não gerem uma discussão de juízo de valor sobre qualidade dos projetos, mas sim sobre novos métodos que podem ser usados no processo projetual bem como a observação da relação de circulação entre espaços.

Este artigo tratou apenas de observar o recorte da distribuição dos fluxos entre os ambientes e suas respectivas funções, mas espera-se também que ele possa inspirar o uso da metodologia em outros aspectos ou etapas do processo de projeto.

Por fim, pode-se esperar que essa pesquisa exerça algum papel mesmo que pequeno na ampliação do conhecimento sobre análise de projeto arquitetônico, tanto por professores quanto para alunos que tiverem acesso a esse material.

Referências Bibliográficas

CARERI, Francesco. **Walkscapes: o caminhar como prática estética.** Editorial Gustavo Gili S.L, 2014. São Paulo.

DEILMANN, H.; KIRSCHENMANN, J. C.; PFEIFFER, H. – **El Habitat** - Barcelona, Gustavo Gili, 1980.

FLORIO, A. M. T. **Os projetos residenciais não-construídos de Vilanova Artigas em São Paulo**. 2012. Tese (Doutorado em Projeto de Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-01022013-143949/>. Acesso em: 2019-06- 01.

FRACALOSSI, Igor. **Campo Expandido da Arquitetura** / **Anthony Vidler. 2012.** Disponível em: http://www.archdaily.com.br/br/01-59270/campo-expandido-da-arquitetura-anthony-vidler>. Acesso em: 1 jun. 2019.

GARCIA, Luis Paulo Hayashi. **O diagrama no processo de concepção Arquitetônica**. Senac, São Paulo, 2016. Pg. 22

HOLL, Steven. **Anchoring**. Princenton Architectural Press, Nova york, 1989.

ITTO,T. **Diagram Architecture**, El Croquis 77, n0.1 (1996)

KRPA, Bhakta. **Desenho, Imaginário e percepção em Arquitetura.** 2012. 160 f. Trabalho Final de Graduação. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Universidade de São Paulo (USP). São Paulo.

MCCARTER, Robert. **Steven Holl**. [s.l.]: Phaidon Press, 2015.

MORADO, Denise. **A arquitetura como procedimento e o diagrama como seu instrumento de projeto.** Escola de Arquitetura UFMG, 2010.

PALLASMAA, Juhani(Org.). **"Conversaciòn com Steven Holl".** El Croquis, n. 108, 2002. Pg. 25.

UNIFAJ | Centro Universitário de Jaguariúna. **Primeira turma formada em Arquitetura e Urbanismo apresenta TCC para banca**. Disponível em: <https://www.faj.br/primeira-turma-formada-em-arquitetura-e-urbanismo-apresentam-tcc-para-banca/>. Acesso em: 1 jun. 2019.

VIDLER, A. **Diagrams of Diagrams: Architectural Abstraction and Modern Representation.** Representations, n. 72, p. 1–20, 2000.

Bibliografia Consultada:

PALLASMAA, Juhani. **The Thinking Hand.** 1 edition ed. Chichester, U.K: Wiley, 2009.

PALLASMAA, Juhani. T**he Embodied Image: Imagination and Imagery in Architecture.** 1 edition. Chichester: Wiley, 2011.

UNWIN, S. **Exercícios de Arquitetura: Aprendendo a Pensar como um Arquiteto**. Edição: 1 ed. [s.l.] Bookman, 2013b

ALGUNS QUESTIONAMENTOS E RECOMENDAÇÕES SOBRE O OPEN DESIGN

Some insights and recommendations about Open Design

FREIRE, Rodrigo Argenton
Centro Universitário UniMax
Universidade Estadual de Campinas

MONTEIRO, Evandro Ziggiatti
Universidade Estadual de Campinas

Resumo: Neste estudo, definimos um conjunto de parâmetros para avaliar abertura, inclusão social, viabilidade econômica e responsabilidade ambiental em projetos de *Open Design* (OD). Nós comparamos os parâmetros de oito casos de OD de diferentes natureza e escalas relacionadas ao ambiente construído. Identificamos as atuais limitações à aplicação do OD nos países em desenvolvimento e desenvolvemos um conjunto de recomendações para melhorar a abertura e garantir práticas sustentáveis. Os resultados mostram que a inclusão social é limitada à existência de ferramentas de fabricação digital e plataformas de colaboração, que existe uma falta de informações relacionadas aos aspectos ambientais que existem perspectivas positivas para o surgimento de negócios locais e a criação de empregos.

Palavras-chave: Open Design, projetos colaborativos, *Open Source*

Abstract: In this study, we defined a set of parameters to evaluate openness, social inclusiveness, economic viability and environmental responsibility in Open Design (OD) Projects. We compared the parameters of eight OD cases of different nature and scale related to the built environment. We identified current limitations to the application of OD in developing countries and developed a set of recommendations to improve openness and guarantee sustainable practices. Results show that social inclusiveness is limited to the existence of digital fabrication tools and collaboration platforms, there is a lack of information concerning environmental aspects and there are positive perspectives for local businesses and job creation.

Keywords: Open Design, Collaborative Design, Open Source

Introdução

Após o sucesso do Movimento *Open Source* (OSM) como uma alternativa para os processos de inovação e negócios dentro das comunidades de software, outras iniciativas e definições foram criadas para ampliar o alcance da filosofia por trás do OSM. O conceito de *Open Design* (OD) é um exemplo de tais derivativos. Refere-se à possibilidade de aplicar o modelo *Open Source* ao desenvolvimento de produtos tangíveis, como componentes de *hardware*

(Raasch, Herstatt e Balka, 2009; Fjeldsted et al., 2012). A maioria dos benefícios do OD está ligada à possibilidade de democratização do processo de projeto (von Hippel, 2005; Kwon & Lee, 2017), à processos de inovação mais rápidos e melhores (Vallance, Kiani, & Nayfeh, 2001; Shah, 2008), e o empoderamento dos cidadãos (Nascimento, 2014). Além disso, o OD também é visto como um promotor do consumo e produção sustentáveis (Kohtala 2015; Bonvoisin, 2016). No entanto, pouco tem sido explorado em relação ao uso do OD para promover a sustentabilidade nos países em desenvolvimento. A fim de avaliar se esses benefícios do DO são válidos, analisamos as barreiras existentes à sua adoção generalizada.

Embora não exista uma definição definitiva para o OD, existe um consenso de que o termo se refere a uma condição gradual (Open Knowledge Foundation, 2012; Boisseau, Omhover, & Bouchard, 2018). A abertura *(openness)* pode variar (i) no processo de design - desde não colaborativo até totalmente colaborativo; (ii) na forma como a documentação é compartilhada, na disponibilização em qualquer formato ou somente formatos não proprietários; e, (iii) no tipo de licença atribuada ao projeto, desde a publicação em domínio público até a manutenção dos direitos do autor original. Articulamos os princípios de abertura aos estudos existentes no OD. West e O'mahony (2008), distinguem transparência e a acessibilidade como duas formas distintas de abertura. A acessibilidade está relacionada à facilidade de acesso à documentação de origem e à possibilidade dos usuários contribuírem ativamente para um projeto. A transparência, por sua vez, se refere à documentação completa durante um processo de projeto para permitir que os usuários entendam o que está acontecendo e o motivo (West and O'mahony, 2008). Balka (2011 p.82), enfim, introduz a importância da “replicabilidade” como um aspecto de abertura. O entendimento é que um projeto não está aberto se os componentes necessários para montar um produto não estiverem disponíveis. Nesse sentido, um projeto totalmente replicável se concentra no uso de componentes que são fáceis de obter e não exigem conhecimento altamente qualificado. O OD deve garantir que qualquer pessoa, profissional ou amadora, seja capaz de reproduzir, otimizar e customizar tais projetos. Por fim, a replicação de um projeto não é suficiente se o mesmo não puder ser modificado e adaptado para contextos diferentes. Argumentamos que uma abordagem modular no processo de projeto contribui

com a adaptação de projetos. De fato, o conceito de modularização já é considerado um direcionador para Personalização em Massa, Personalização e Co-criação (Nielsen et al., 2011), resolução de problemas (Afuah e Tucci, 2012) e OD (Bonvoisin, 2016). Contribui para processos colaborativos, permitindo que o usuário/colaborador se concentre em aspectos muito específicos do projeto (Bonaccorsi & Rossi, 2003; Narduzzo & Rossi, 2008).

Os quatro aspectos acima mencionados: transparência, acessibilidade, replicabilidade e modularidade não são apenas complementares à definição de OD, mas princípios essenciais à sua aplicação. Nos países em desenvolvimento, há acesso limitado a tecnologias, materiais e ferramentas. Sob tais condições, o potencial do OD para promover a democratização do design é questionável. Por exemplo, é economicamente viável produzir um projeto de OD baseado em Impressão 3D e Fresagem CNC se as ferramentas de fabricação digital necessárias não estiverem disponíveis localmente ou exigirem altos investimentos financeiros? Estamos cientes de que o OD não se destina a resolver problemas de acesso local a tecnologias. No entanto, estudos apresentam espaços locais de produção comunitária, como o *Fablabs* e *Makerspaces,* como alternativas para aumentar as formas descentralizadas de produção (Nascimento, 2014; Hyysalo et al., 2014).

Em termos de sustentabilidade, propomos analisá-la adotando a o tripé do desenvolvimento sustentável, referindo-se às dimensões ambiental, social e econômica (Elkington, 1998). Adotamos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para abordar as três dimensões do desenvolvimento sustentável com uma abordagem pró-ativa (Levänen, Hossain & Lyytinen, 2016). Cada um dos 17 Objetivos tem metas orientadas para ações específicas, tais como (1) garantir o acesso à água, energia e alimentos, (2) reduzir as desigualdades, (3) promover o consumo sustentável e (4) promover o trabalho decente e a inovação.

Neste estudo, abordamos a lacuna relacionada à adoção do OD nos países em desenvolvimento, considerando os princípios de abertura e os indicadores de sustentabilidade. A seguir, apresentamos a abordagem metodológica usada para (1) definir indicadores sustentáveis e princípios de abertura, (2) selecionar os casos de OD e (3) analisar os respectivos casos. Uma

lista de recomendações para permitir a prática de OD em um contexto de país em desenvolvimento é apresentada e discutida em seguida.

Materiais e Métodos

Nos concentramos nos pontos fortes e fracos do OD para promover a inclusão social (IS), garantindo a viabilidade econômica (VE) e a responsabilidade ambiental (RA). Para tanto, adotamos nove indicadores distribuídos em dois conjuntos. O primeiro conjunto mede aspectos de abertura baseados em quatro princípios de OD discutidos na literatura: acessibilidade, transparência, modularidade e replicabilidade. O segundo conjunto incorpora parte dos 0 de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para medir os aspectos acima mencionados de SI, EV e ER. Cinco indicadores são usados neste caso. Os indicadores estão relacionados a duas restrições temporais: presente e futuro. Primeiro, introduzimos uma visão crítica sobre as limitações presentes para o OD e, segundo, discutimos possíveis caminhos para transpor tais limitações. É importante notar que os indicadores não são específicos para cada um dos aspectos de sustentabilidade, mas apresentam relações sobrepostas. O estímulo de empresas locais, por exemplo, tem impactos ambientais (diminuindo a necessidade de transporte) e proporciona melhores oportunidades (sociais e econômicas). Adotamos uma abordagem semelhante aos estudos sobre inovações frugais (Levänen, Hossain & Lyytinen, 2016) e o movimento "Faça você mesmo" (Bonvoisin & Prendeviile, 2017). Na Tabela 1, apresentamos os indicadores de sustentabilidade, os princípios de abertura e o raciocínio que adotamos para analisar os casos selecionados.

Tabela 1 - Os indicadores selecionados para medir sustentabilidade e abertura de projetos de OD.

Indicadores de Sustentabilidade	Raciocínio/Justificativa
Requer habilidades especializadas para implementação?	A necessidade de habilidades especializadas diminui a inclusão social. ODS 4,5 e 8.
Estimula a criação de empregos e empresas locais?	Estimula melhores oportunidades de trabalho e maior renda. ODS 1, 5, 8 e 10.
Melhora o acesso a serviços básicos (água, energia e alimentos)?	Ajuda a superar a falta de infraestrutura para o saneamento básico. ODS 2, 6, 7 e 9.
Estimula o consumo sustentável de recursos naturais?	Minimiza a exploração de recursos naturais. ODS 9, 12, 14 e 15.
Aumenta a eficiência energética?	Reduz o consumo de recursos não renováveis e emissões de GEE. ODS 7, 9, 12 e 15.
Princípios de Abertura *(openness)*	
Acessibilidade	Refere-se à facilidade de acesso ao arquivo fonte, principalmente, em formatos não proprietários. Também denota a possibilidade de os usuários contribuírem ativamente para o desenvolvimento de um projeto OD.
Transparência	Relaciona-se com a documentação completa de um processo de design para permitir que colaboradores / usuários entendam “o que está acontecendo e por quê” (West e O'Mahony, 2008).
Replicabilidade	Diz respeito à possibilidade de reproduzir um artefato físico usando configurações similares ao projeto original.
Modularidade	Contribui para processos colaborativos permitindo que o usuário / colaborador se concentre em aspectos muito específicos do projeto.

Seleção dos casos

A seleção dos casos procedeu em quatro etapas. Embora existam exemplos de OD em diversos setores, como vestuário, biotecnologia e indústrias farmacêuticas (Lakhani & Panetta, 2007), limitamos os casos ao campo da arquitetura e do desenho urbano. Primeiro, procuramos na literatura existente exemplos de OD nas bases de dados Scopus, Google Scholars e Web of Science. No entanto, não conseguimos encontrar um número consistente de

casos. Em segundo lugar, decidimos pesquisar na web por projetos, repositórios ou empresas com foco em OD. A pesquisa resultou em um maior número de resultados e 21 casos potenciais foram identificados. A terceira etapa envolveu uma pré-análise de cada caso e um processo de agrupamento. Desenvolvemos cinco grupos principais considerando a escala e a natureza de cada caso e as informações disponíveis. Por fim, selecionamos dois casos de cada grupo e seguimos para a etapa de avaliação. É importante ressaltar que, além dos 21 casos identificados, outros exemplos foram encontrados em repositórios para compartilhamento de projetos de design. Excluímos esses exemplos de nossa análise porque buscamos casos confiáveis e bem estruturados. A Tabela 2 apresenta os 21 casos identificados e os 8 casos selecionados (em negrito). Em seguida, apresentamos o processo de agrupamento e as ferramentas de avaliação que adotamos.

Tabela 2 - Casos identificados e selecionados (em negrito) para o estudo

CASOS	FONTE	SETOR
OPENDESK	**https://www.opendesk.cc**	**Mobiliário**
MOZILLA FACTORY	**http://os-furnitures.tumblr.com**	**Mobiliário**
MONODESIGN	https://monodesign.com.br	Mobiliário
DOSUNO DESIGN	http://www.dosunodesign.com	Mobiliário
OPEN STRUCTURES	http://openstructures.net	Mobiliário
HOME-ASSISTANT	**https://www.home-assistant.io**	**Automação**
CALAOS	https://www.calaos.fr/fr/	Automação Residencial
DOMOTICZ	**http://www.domoticz.com**	**Automação**
OPEN HARDWARE	https://www.openhardware.io	Automação Residencial
OPENMOTICS	https://up.openmotics.com	Automação Residencial
OPEN ENERGY	https://openenergymonitor.org	Equipamentos
FAIRCAP	http://faircap.org	Consumo de Água
CAMINOS DE AGUA	**http://www.catis-mexico.org**	**Consumo de Água**
ONE	https://www.onecommunityglobal.org	Energia, Água e
SUNZILLA	**https://sunzilla.de**	**Geração de Energia**
AKER	**https://akerkits.com**	**Alimentos**
OPEN	**https://www.media.mit.edu/groups**	**Alimentos**
ELEMENTAL	http://www.elementalchile.cl	Projetos Residenciais
PAPERHOUSES	http://paperhouses.co	Projetos Residenciais
WIKIHOUSE	https://wikihouse.cc	Projetos Residenciais
BRICKSOURCE	Parametric brickwork patterns	Projetos Residenciais

A escala de componentes se refere a qualquer elemento que coopere ou trabalhe em conjunto com outros elementos para formar um sistema. Neste sentido, uma janela, uma porta ou um telhado constituem um sistema e uma moldura de madeira, uma fechadura e uma telha são alguns dos componentes desses sistemas. O sistema / escala organizacional consiste na escala em que funções gerais e mais amplas de um edifício são executadas. Nessa escala, o usuário está indiretamente conectado à função, embora se beneficie dela. O recinto de um edifício, por exemplo, separa o exterior do interior de um edifício. A Tabela 3 resume os casos selecionados, seus domínios e informações gerais.

Tabela 1 – Resumos dos domínios em qual cada caso se relaciona

CASOS	**DOMÍNIO**			**DESCRIÇÃO**
	Digital	Componente Físico	Sistema Físico	
OPENDESK			X	Mobiliário
MOZILLA		X	X	Mobiliário
DOMOTICZ	X	X		Automação Residencial
HOME-	X	X		Automação Residencial
AKER			X	Alimentos
OPENAG	X	X	X	Alimentos
SUNZILLA	X	X	X	Painéis Solares
CAMINOS DE	X	X	X	Soluções para a Água

Para a análise dos casos, utilizamos os indicadores da Tabela 2 relacionados aos ODS e ao OD. Em seguida, nos familiarizamos com todos os dados disponíveis dos casos selecionados. Para o contexto presente e cada indicador, os casos foram avaliados em uma escala com três valores possíveis, -1 para negativo, 0 para neutro e +1 para desempenho positivo. Para um cenário futuro ideal, os mesmos princípios foram considerados. Depois disso, um conjunto de orientações para otimizar o uso do OD no contexto de um país em desenvolvimento foi desenvolvido. Os casos selecionados são apresentados a seguir.

OPENDESK

A OpenDesk é uma empresa sediada em Londres que distribui desenhos de móveis sob licença Creative Commons, principalmente sob restrições não comerciais. Os projetos são distribuídos para usuários finais como um arquivo de fabricação digital DIY ou para fabricantes locais, que os produzem comercialmente. Quando os fabricantes locais produzem os móveis, o valor pago pelo consumidor é distribuído entre o fabricante, o designer e o OpenDesk. A documentação usa arquivos .DXF para gerar caminhos de fresagem CNC e arquivos .PDF com instruções gerais.

MOZILLA FACTORY SPACE

Projetado pela Nosigner, o *Mozilla Factory Space* é um escritório baseado em Tóquio que faz parte da Fundação Mozilla. A Fundação é conhecida pelo desenvolvimento de softwares e soluções *Open Source* para a web. O projeot do escritório adotou o conceito de OD e todos os detalhes do projeto de móveis são disponibilizados publicamente nos arquivos .DXF, .PDF e .EPS. A documentação é dada em forma de instruções para montagem e detalhes de desenho para fresagem CNC.

DOMOTICZ

Domoticz desenvolve uma plataforma de automação residencial de código aberto que opera em vários sistemas operacionais, proprietários ou não. A documentação é fornecida em forma de instruções para instalação, configuração, personalização e operação. Pacotes de instalação estáveis e beta são fornecidos e o código fonte está disponível no *Github*, uma plataforma de hospedagem de códigos-fonte. A iniciativa não desenvolve nenhum componente de *hardware*; no entanto, fornece uma lista de componentes compatíveis, por exemplo, sensores meteorológicos e de temperatura. Por fim, um fórum é fornecido para o suporte da comunidade.

HOME-ASSISTANT

Similar ao Domoticz, o Home-assistant é uma plataforma para automação residencial baseada no Raspberry Pi. A documentação também é fornecida em forma de instruções para instalação, configuração e operação.

Suporta a integração de mais de 1000 componentes de *hardware* e *software,* incluindo sensores, interruptores, câmeras, alarmes e sensores de presença. As instruções para integrar os componentes à plataforma são dadas individualmente. A comunidade de desenvolvimento alimenta um repositório de exemplos sobre como utilizar o Home-Assistant e um fórum fornece suporte para usuários.

AKER

Aker desenvolve kits de jardinagem para agricultura urbana sob uma licença Creative Commons Sharealike 4.0. Não há restrições comerciais aplicadas, no entanto, qualquer modificação ou otimização do projeto original deve ser distribuída sob a mesma licença. A documentação é distribuída em arquivos .DXF para fresagem CNC e instruções de montagem também são fornecidas. O site da empresa fornece um fórum da comunidade para os usuários. Por fim, também é possível comprar os kits diretamente da empresa.

OPEN AGRICULTURE INITIATIVE (OPENAG)

O OpenAg é uma iniciativa hospedada no MIT Media Lab. Sua missão é "criar sistemas alimentares mais saudáveis, mais envolventes e mais inventivos" (Open Agriculture Initiative, 2016a). Atualmente, existem vários projetos em desenvolvimento. Para os fins deste estudo, vamos nos concentrar no projeto *Personal Food Computer*, uma plataforma de ambiente pequeno e controlado para o cultivo de alimentos. A documentação está disponível nos formatos de arquivo .DXF, .SLDPRT, .PDF para fresagem CNC e Impressão 3D. Uma lista de materiais é fornecida para componentes eletrônicos. Instruções e um fórum da comunidade também estão disponíveis para discussão.

SUNZILLA

O Sunzilla é um gerador de energia solar de código aberto para fornecimento fora da rede, licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5. A documentação não está disponível na página da web da empresa. No entanto, é possível acessá-lo nos repositórios *Instructables* ou *Wikifab.* A documentação consiste em arquivos .PDF e .DXF para corte a

laser ou Fresagem CNC. Não conseguimos identificar a existência de um fórum para colaboração ou discussão sobre desenvolvimento.

CAMINOS DE AGUA

A Caminos de Agua é uma organização sem fins lucrativos localizada no México que desenvolve soluções para o abastecimento e consumo de água potável. A organização tem mais de 100 projetos implementados no México, baseados principalmente em sistemas de captação de água da chuva e filtros cerâmicos. Nenhuma documentação CAD está disponível na página da Organização. No entanto, os arquivos .PDF estão disponíveis com instruções para a construção de filtros cerâmicos, sistemas de captação de água da chuva e filtros *Biochar*.

Resultados e Discussão

A Tabela 4 apresenta um resumo de nossos resultados. Eles consistem na avaliação de cada caso considerando os nove indicadores mencionados anteriormente. Já a Tabela 5 resume as principais questões identificadas e um conjunto de recomendações para melhorar os projetos de OD em termos de abertura, inclusão social, viabilidade econômica e responsabilidade ambiental.

Tabela 4 – Resumo dos Resultados

Sustentabilidade	OpenDesk	Mozilla	Domotiz	home-assist.	Aker	OpenAg	Sunzilla	Caminos
Requer habilidades especializadas para implementação?	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1
Estimula a criação de empregos e empresas locais?	1	0	1	1	1	0	1	1
Melhora o acesso a serviços básicos (água, energia e alimentos)?	0	0	1	1	1	1	1	1
Estimula o consumo sustentável de recursos naturais?	0	1	0	0	0	0	1	1
Aumenta a eficiência energética?	1	1	1	1	1	-1	1	1

Princípios do *Open Design*								
É Modular?	0	1	1	1	1	0	0	0
É Replicável?	1	1	1	1	1	-1	1	-1
É Acessível?	-1	0	1	1	0	1	-1	-1
É Transparente?	0	0	1	1	0	1	-1	0
TOTAL	1	5	6	6	4	0	2	3

O processo de avaliação considerou a aplicação dos casos de OD no contexto de um país em desenvolvimento. Mais especificamente, abordamos isso com base em nosso conhecimento, experiência da disponibilidade brasileira de materiais, ferramentas, máquinas e profissionais qualificados. Também exploramos os fóruns de discussão existentes para identificar se os projetos já foram desenvolvidos no Brasil. Por exemplo, os componentes de automação residencial para montagem de projetos Domoticz e Home-Assistant são mais fáceis de encontrar se comparados aos componentes do OpenAg. No fórum OpenAg, por exemplo, um dos usuários destaca a necessidade de adaptar peças ao projeto devido à indisponibilidade de alguns componentes (OpenAg Forum 2016b).

Na Tabela 5, resumimos as características atuais encontradas nos casos de OD, destacamos as limitações atuais e apresentamos aspectos positivos. A segunda coluna apresenta recomendações para lidar com essas limitações e garantir a plena democratização do OD. Seguindo a Tabela 5, apresentamos e discutimos nossas descobertas com base nos nove indicadores.

Tabela 5 - Aspectos atuais do OD e recomendações futuras

Aspectos atuais	**Recomendações**
• Os casos exigem habilidades especializadas, especialmente em programação de computadores, eletrônica e CAD. A língua também é uma barreira. • Os casos de OD permitem um ambiente favorável para a criação de empregos locais.	• Compartilhar a documentação completa de projetos destinados a usuários iniciantes. • Aumentar o número de instalações para fabricação digital, como *Fablabs* e *Makerspaces.*

• Os casos dependem de alta tecnologia ou inovações frugais. No entanto, é importante destacar o potencial da automação residencial para melhorar o acesso a serviços básicos. • A eficiência energética aumenta devido a processos de produção descentralizados que reduzem a necessidade de transporte. No entanto, a fonte de energia requer atenção especial. • A modularidade foi percebida em casos que são escalonáveis e adotam práticas de reciclagem e reutilização. A modularidade nos casos de domínio digital é maior que nos casos físicos. • A replicabilidade é considerável entre os casos analisados. Restrições são limitadas devido à falta de informações ou componentes não disponíveis nos países em desenvolvimento • Formatos de arquivos proprietários restringem o acesso aos arquivos de origem. Um aspecto mais problemático é o uso de licenças restritivas e a inexistência de processos abertos para colaboração em casos que exploram comercialmente o produto final. • A transparência é restrita quando faltam informações para a produção e montagem. Alguns dos casos não possuem a documentação completa disponível na página *host* do projeto.	• Implementar programas de treinamento para operar ferramentas e máquinas de fabricação digital. • Desenvolver projetos alternativos para recursos materiais reciclados, reutilizados e/ou locais. • Desenvolver *Softwares Open Source* e formatos de arquivos, além de otimizar plataformas de colaboração para objetos físicos. • Estimular o uso de diferentes idiomas em arquivos e instruções de documentação. • Desenvolver repositório de componentes padronizados para uso em todos os tipos de projetos físicos. • Estimular a adoção do OD em indústrias e serviços criativos, por exemplo, arquitetura e design urbano. • Desenvolver políticas que estimulem a adoção de projetos de OD nos setores públicos. • Desenvolver repositórios para medir o impacto ambiental de projetos de OD. • Criar repositórios com especificação de materiais locais para compatibilização de projetos

INCLUSÃO SOCIAL

Vários estudos apresentam casos bem-sucedidos de como o OD melhorou a democratização do design (von Hippel, 2005; Kwon & Lee, 2017). No entanto, nossos resultados mostram que o OD depende da existência de profissionais qualificados, ferramentas e maquinário. No contexto de um país em desenvolvimento, essa dependência pode restringir a adoção de um projeto de

OD se tais estruturas não estiverem disponíveis em nível local. Esses limitem aumentam os custos envolvidos na produção de um artefato OD (aquisição de material, transporte, taxas de uso de ferramentas). Isto é particularmente verdadeiro para as comunidades rurais e pequenas cidades. Como esperado, as soluções baseadas na reciclagem e reutilização de materiais (Mozilla Factory Space e Caminos de Agua) são mais fáceis de serem replicadas em diferentes contextos. No entanto, uma documentação incompleta ou imprecisa, como observamos nas soluções Caminos de Agua, limita a implementação correta de projetos em OD.

Em geral, os projetos de OD estão ligados a processos de fabricação digital, que já apontamos como um fator limitante para a inclusão social. Ao mesmo tempo, adicionamos aqui um aspecto menos debatido nas comunidades de OD: a barreira da língua. Não foi surpresa que o inglês seja a linguagem mais comum usada em processos de colaboração e documentação de projetos. Os projetos de OD devem estimular a geração de ramificações em outros idiomas? Acreditamos que sim, especialmente se considerarmos que nos países em desenvolvimento o inglês não é falado pela maioria da população. No Brasil, por exemplo, os falantes de inglês representam 5% da população total (British Council, 2014).

Por fim, vislumbramos melhores possibilidades devido à expansão de *Fablabs* e *Makerspaces* locais apoiados por Instituições Educacionais (Blikstein & Krannich, 2013) e ao desenvolvimento de ferramentas de fabricação de OD, como a RepRap, uma impressora 3D auto-replicadora. Sugerimos também a adoção de processos de OD por profissionais do setor de construção. Entendemos isso como uma alternativa para aproximá-los daqueles que não são seus clientes habituais. A autoconstrução, por exemplo, é uma prática difundida nos países em desenvolvimento (Monteiro et al., 2006). Nesse sentido, o OD pode garantir soluções melhor projetadas para projetos novos ou incrementais.

VIABILIDADE ECONÔMICA

A viabilidade econômica está relacionada tanto à viabilidade comercial quanto aos benefícios financeiros da adoção do OD. Do ponto de vista de viabilidade comercial, o OD estimula novos modelos de negócios (Saebi & Foss,

2015; Laplume, Anzalone & Pearce, 2016) focados em serviços em vez de fabricação. A OpenDesk, por exemplo, distribui projetos de mobiliário para uso pessoal sem nenhum custo. No entanto, eles oferecem serviços para personalização de projetos e vinculam os consumidores finais aos fabricantes locais, especializados em fabricação digital. Outras possibilidades são imaginadas se considerarmos, por exemplo, serviços de automação residencial baseados em projetos *Open Source* como Domoticz e Home-Assistant. Também entendemos que a adoção do OD pelo setor público contribuiria para a expansão de pequenos fabricantes e para a sustentabilidade econômica de tais projetos.

Do ponto de vista do usuário, os benefícios financeiros também estão ligados à disponibilidade de infraestrutura para fabricar artefatos de OD. Ao mesmo tempo, a maioria dos casos que observamos beneficia os usuários em termos financeiros. O Sunzilla e o Caminos de Agua minimizam os custos de acesso a energia e água, enquanto o OpenAg e o Aker permitem a produção de alimentos, em diferentes níveis de complexidade. Por fim, os projetos de automação podem aumentar a eficiência energética controlando, por exemplo, a temperatura ambiente e a intensidade da luz.

RESPONSABILIDADE AMBIENTAL

Observamos que os casos de OD têm um potencial benéfico para otimizar o consumo de energia e recursos naturais. A produção descentralizada minimiza a necessidade de transporte, o que diminui o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa. Mais uma vez, essa condição é reforçada caso os materiais estejam disponíveis em nível local. O consumo energético também é beneficiado pelas soluções de domínio digital, como Domoticz, Home-Assistant e Sunzilla. Os dois primeiros permitem ao usuário medir o consumo de energia e automatizar as operações de iluminação, por exemplo. Já a Sunzilla fornece painéis de energia solar com custo de produção relativamente baixo.

A OpenDesk e a Aker estimulam o uso de materiais sustentáveis, com o uso de painéis de madeira certificados. No entanto, isso só é possível quando a produção é controlada pelas empresas. Ao mesmo tempo, não há artefatos projetados para minimizar o consumo de material em ambos os casos. A possibilidade de desmontagem e uso subsequente em outros projetos também

não é suportada. O *Mozilla Factory Space* (MFS) e o Caminos da Agua, por outro lado, estimulam práticas de reciclagem e reaproveitamento. Os projetos da MFS usam materiais do dia-a-dia, como caixas de plástico e paletes para funcionar como vasos de plantas ou pisos elevados.

Apesar desses benefícios, identificamos a necessidade de abordagens quantitativas para medir a eficiência energética e o impacto do consumo de materiais. Nesse sentido, o desenvolvimento de repositórios de dados abertos para medir a pegada de carbono, por exemplo, poderia ajudar os projetistas a escolher os melhores materiais para locais específicos em termos de impacto ambiental.

MODULARIDADE, REPLICABILIDADE, TRANSPARÊNCIA E ACESSIBILIDADE

Embora não haja uma definição definitiva para o OD, entendemos a abertura como um conceito gradual. Esse entendimento considera aspectos da documentação, processos de projeto e atribuição de licenças. De modo geral, os projetos de OD baseados no domínio digital geralmente são mais abertos do que aqueles baseados no domínio físico. A Tabela 4 mostra que tais projetos tendem a abordar todos os princípios de abertura enquanto os projetos físicos falham em alguns aspectos. Entretanto, esse não é um resultado inesperado. O compartilhamento de informações e processos colaborativos é mais fácil de ser realizado em ambientes virtuais, requer menos suporte financeiro e já possui plataformas bem estruturadas para colaboração.

A modularidade já é abordada no desenvolvimento de Softwares *OpenSourcre*. Nos exemplos Domoticz e Home-Assistant, a modularidade melhora significativamente a compatibilidade com outros componentes existentes. Além disso, permite que os contribuintes se concentrem em problemas muito específicos (Bonaccorsi & Rossi, 2003; Narduzzo & Rossi, 2008), mas também facilitam o ajuste das especificações de projeto aos padrões locais (linguagem e componentes), permitem escalabilidade de design (Aker) e processos *cradle-to-cradle*. Embora alguns casos apresentem certo grau de modularidade, se considerarmos a especificação de conexões (OpenDesk) e o

uso de componentes menores (Sunzilla), os classificamos como neutros porque não havia informações disponíveis relacionadas à modularidade.

A replicabilidade foi bem abordada pela maioria dos casos. A documentação necessária para produzir, montar e operar os artefatos era de fácil acesso. Algumas limitações se aplicam ao Sunzilla e ao Caminos de Agua. O Sunzilla disponibiliza a documentação do projeto na própria página do projeto. Os arquivos e as instruções foram encontradas em um repositório para projetos DIY. O caso de Caminos de Agua é menos crítico quando compartilha instruções de construção para produzir seus projetos, mas algumas das instruções estão incompletas.

A acessibilidade do OD é limitada devido ao uso de formatos de arquivo e software proprietários. Alguns softwares do *Opensource* são capazes de importar diferentes formatos de arquivo, no entanto, esse processo nunca é totalmente confiável e pode exigir mais ajustes na documentação importada. Outro aspecto a considerar é o uso de licensas com restrições para fins comerciais. As restrições são conflitantes com os princípios de abertura que garantem a publicidade da documentação para qualquer pessoa e para qualquer finalidade (Open Knowledge Foundation, 2012). Por fim, alguns projetos não estão abertos processos colaborativos, o que minimiza o potencial de abordagens inovadoras, modularidade e adaptações ao projeto original.

A transparência é bem observada em projetos que estimulam a existência de fóruns comunitários para o seu desenvolvimento, discussões e questionamentos. Neste sentido, Domoticz, Home-Assistant e OpenAg são particularmente transparentes. Casos explorados comercialmente apresentaram menor grau de transparência. Consideramos como uma possível coincidência que deve ser mais investigada. No entanto, a falta de transparência merece atenção, uma vez que vai contra a filosofia OD.

LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Destacamos as limitações do nosso estudo com base no número de casos investigados. Além disso, uma investigação mais profunda dos casos selecionados seria necessária para confirmar ou contradizer essas descobertas preliminares. Nós desenhamos duas observações relacionadas ao nosso

estudo. Primeiro, nossos indicadores qualitativos de inclusão social, viabilidade econômica e responsabilidade ambiental foram construídos com base nos ODS. Sugerimos o uso de ferramentas de mensuração quantitativa como alternativa para obter resultados mais consistentes, embora restrinjam observações gerais. Em segundo lugar, os princípios da abertura já são adotados na literatura. Os princípios de transparência e acessibilidade estão presentes na definição do OD se considerarmos processos colaborativos e acesso ao design completo da documentação. Replicabilidade e Modularidade, por outro lado, são menos óbvias e podem estar sujeitas aos pontos de vista dos pesquisadores.

CONCLUSÃO

Neste estudo apresentamos casos de OD relacionados à Arquitetura e Desenho Urbano. Adotamos uma abordagem não restritiva para ambos os setores para incluir a maioria dos casos que inicialmente encontramos. Este estudo é uma primeira tentativa de entender as limitações atuais para uma adoção generalizada de OD nos países em desenvolvimento pelo setor de construção, incluindo arquitetos, urbanistas, outros profissionais e amadores. Também apresentamos um conjunto de iniciativas que transpõem tais limitações em contextos futuros.

Consideramos várias possibilidades para uma maior exploração. O OD permite novas formas de negócios e mudanças nas práticas profissionais tradicionais. Os benefícios econômicos reais para profissionais e consumidores são um assunto a ser explorado em estudos futuros. Inclusão social e responsabilidade ambiental dependem de maiores processos de democratização e disponibilidade de dados. Consequentemente, o desenvolvimento de ferramentas e plataformas de colaboração é necessário para melhorar a qualidade do ecossistema OD.

Agradecimentos

"Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001".

Bibliografia

AFUAH, Allan; TUCCI, Christopher L. Crowdsourcing as a solution to distant search. **Academy of Management Review**, [s. l.], v. 37, n. 3, p. 355–375, 2012.

BALKA, Kerstin. **Open Source Product Development: the meaning and relevance of openness**. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www.springer.com/us/book/9783834931535

BLIKSTEIN, Paulo; KRANNICH, Dennis. The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research. In: **Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children**. ACM, 2013. p. 613-616.

BOISSEAU, Étienne; OMHOVER, Jean-François; BOUCHARD, Carole. Open-design: A state of the art review. **Design Science**, [s. l.], v. 4, 2018.

BONACCORSI, Andrea; ROSSI, Cristina. Why open source software can succeed. **Research policy**, [s. l.], v. 32, n. 7, p. 1243–1258, 2003.

BONVOISIN, Jérémy. Implications of open source design for sustainability. **Sustainable Design and Manufacturing**, v. 52, n. January 2016, p. 26–28, 2016.

BONVOISIN, Jérémy; PRENDEVILLE, Sharon. Design Principles for Do-It-Yourself Production. **Sustainable Design and Manufacturing 2017,** v. 68, n. July 2017, 2017. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-57078-5

COUNCIL, British. Learning English in Brazil: understanding the aims and expectations of the Brazilian emerging middle classes. **São Paulo: British Council**, 2014.

ELKINGTON, John. Cannibals with forks: the triple bottom line of twenty-first century business. Capstone. 1998.

FJELDSTED, Asta et al. Open Source Development of Tangible Products. **NordDesign 2012**, [s. l.], p. 1–9, 2012.

HYYSALO, Sampsa et al. Collaborative futuring with and by makers. **CoDesign**, [s. l.], v. 10, n. 3–4, p. 209–228, 2014.

KOHTALA, Cindy. Addressing sustainability in research on distributed production: an integrated literature review. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 106, p. 654–668, 2015.

KWON, Bo-Ram; LEE, Junyeong. What makes a maker: the motivation for the maker movement in ICT. **Information Technology for Development**, [s. l.], v. 0, n. 0, p. 1–18, 2017. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02681102.2016.1238816

LAKHANI, Karim R.; PANETTA, Jill A. The principles of distributed innovation. **Innovations: technology, governance, globalization**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 97–112, 2007.

LAPLUME, Andre; ANZALONE, Gerald C.; PEARCE, Joshua M. Open-source, self-replicating 3-D printer factory for small-business manufacturing. **International Journal**

of Advanced Manufacturing Technology, [s. l.], v. 85, n. 1–4, p. 633–642, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-015-7970-9>

LAPLUME, Andre; ANZALONE, Gerald C.; PEARCE, Joshua M. Open-source, self-replicating 3-D printer factory for small-business manufacturing. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, [s. l.], v. 85, n. 1–4, p. 633–642, 2016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/s00170-015-7970-9

MONTEIRO, Evandro Z. et al. A sense of comfort in open space around owner-built houses: the case of Campinas, Brazil. In: **PLEA 2006-23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Conference Proceedings**. 2006.

NARDUZZO, Alessandro; ROSSI, Alessandro. **Modularity in action: GNU/Linux and free/open source software development model unleashed**. [s.l.] : Department of Computer and Management Sciences, University of Trento, Italy, 2008.

NASCIMENTO, Susana. Critical Notions of Technology and the Promises of empowerment in shared machine shops. **Journal of Peer Production**, [s. l.], n. 5, 2014. Disponível em: <http://peerproduction.net/issues/issue-5-shared-machine-shops/editorial-section/critical-notions-of-technology-and-the-promises-of-empowerment-in-shared-machine-shops/>. Acesso em: 3 jun. 2018.

NIELSEN, Kjeld et al. Supporting sustainability and personalization with product architecture. In: **MCPC 2011 World Conference on Mass Customization And Personalization** ,2011.

Open Agriculture Initiative. **Overview,** 2016(a)**.** Disponível em: https://www-prod.media.mit.edu/groups/open-agriculture-openag/overview/

Open Agriculture Initiative (2016b). **User discussions**. Disponível em: https://forum.openag.media.mit.edu/t/where-are-you-building-your-food-computer/16/52

Open Knowledge Foundation. (2012). **The Open Design Definition v. 0.5**. Disponível em: https://github.com/OpenDesign-WorkingGroup/Open-Design-Definition/blob/master/open.design_definition/open.design.definition.md.

RAASCH, Christina; HERSTATT, Cornelius; BALKA, Kerstin. On the open design of tangible goods. **R and D Management**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 382–393, 2009.

SAEBI, Tina; FOSS, Nicolai J. Business models for open innovation: Matching heterogeneous open innovation strategies with business model dimensions. **European Management Journal**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 201–213, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.emj.2014.11.002

SHAH, Sonali K. Open beyond software. **Open sources**, v. 2, p. 339-360, 2005.

VALLANCE, R.; KIANI, S.; NAYFEH, S. Open design of manufacturing equipment. **… on Agile, Reconfigurable Manufacturing, …**, [s. l.], p. 1–12, 2001. Disponível em: http://diyhpl.us/~bryan/papers2/open-source/Open design of manufacturing equipment.pdf

VON HIPPEL, Eric. **Democratizing Innovation-The MIT Press (2005).pdf**. Cambridge: MIT Press, 2005.

WEST, Joel; O'MAHONY, Siobhán. The role of participation architecture in growing sponsored open source communities. **Industry and innovation**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 145–168, 2008.

SOBRE OS AUTORES

RODRIGO ARGENTON FREIRE

rodrigo.a.freire@gmail.com

Arquiteto e Urbanista. Possui mestrado em Cidades Compactas e está cursando o doutorado na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Sua tese se concentra na adoção do Design Aberto, por arquitetos e projetos urbanos, para abordar as vulnerabilidades da comunidade nos países em desenvolvimento. Atualmente é Professor do Centro Universitário UniMax.

EVANDRO ZIGGIATTI MONTEIRO

evandrozig@fec.unicamp.br

Arquiteto, urbanista e professor da Universidade de Campinas, Brasil. Pesquisa a morfologia urbana, suas fricções e mudanças e impactos na paisagem urbana. Entre 2013 e 2016, foi chefe do curso de graduação em arquitetura e urbanismo da Unicamp. Desde 2010, é coordenador associado do Fluxus, grupo de pesquisa em Redes Técnicas Ambientais e de Sustentabilidade.

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PASSARELA PARA TRAVESSIA DE PEDESTRES NA RODOVIA BR 376, PR, BRASIL

Analysis of the implementation of a pedestrian overpass bridge in highway BR 376, PR, Brazil

PESSOA, Giovanna Carolina de Souza
Centro Universitário de Maringá

DOMINGOS, Janaína de Melo Franco
Centro Universitário UNIMAX

Resumo: Os acidentes de trânsito são uma das principais causas de mortes no Brasil, sendo que o atropelamento é considerado o mais grave. Porém estes acidentes em rodovias localizadas em trechos urbanos têm aumentado, preocupando tanto os próprios pedestres, quanto os responsáveis pela implantação de dispositivos de redução de velocidade do fluxo veicular existente. A proposta deste trabalho consistiu em analisar um melhor local para a implantação de passarela para a travessia de pedestres. Para o estudo, utilizou-se de técnicas da engenharia de tráfego constituída por levantamento in loco, contagens volumétricas, coleta de dados e análise de dados realizado na BR 376 no município de Presidente Castelo Branco (PR) entre o Km 145+000 m e o Km 146+500 m. A partir das avalições em loco verificou-se a necessidade da instalação de duas passarelas, uma localizada nas proximidades do Km 145+585m tendo em vista a localização de vários polos geradores de tráfego e outra no Km 146+100m correspondente a proximidades de novos loteamentos que estão em processo de abertura

Palavras-chave: travessia de pedestres, polos geradores de tráfego, passarelas.

Abstract: Traffic accidents are one of the main causes of death in Brazil, and trampling is considered the most serious. However, these accidents on highways located in urban areas have increased, worrying both the pedestrians themselves and those responsible for the implementation of speed reduction devices of the existing vehicular flow. The proposal of this work consisted in analyzing a better place for the implementation of pedestrian overpass for the crossing of pedestrians. For the study, traffic engineering techniques were used consisting of in situ survey, volumetric counts, data collection and data analysis performed at BR 376 in the municipality of Presidente Castelo Branco (PR) between Km 145+000m and Km 146+500 m. From the on-site evaluations, it was verified the need to install two pedestrian overpasses, one located in the vicinity of Km 145+585m in view of the location of several traffic generating poles and another in the Km 146+100m corresponding to the proximity of new subdivisions which are in the process of opening

Key-words: crossing of pedestrians, traffic generating poles, pedestrian overpass.

Introdução

A partir da década de 60, o crescimento das cidades aumentou consideravelmente devido aos investimentos em infraestrutura rodoviária no Brasil, do qual, refletiu na quantidade de veículos e viagens, transformando as cidades (FREIRE, 2003).

De acordo com Cupolillo et al. (2006), o crescimento das comunidades ao redor das rodovias, juntamente com o planejamento deficiente tem causado grande impacto no trecho viário, diminuindo tanto a segurança quanto à mobilidade e acessibilidade. Tal crescimento também é responsável pelo surgimento de polos geradores, que promovem o aumento do deslocamento de pedestres e veículos entre uma parte da cidade e outra, necessitando de uma melhoria no espaço viário para atender ao tráfego local.

Decorrente das inúmeras deficiências encontradas no espaço urbano, devido ao planejamento insuficiente para a quantidade de veículos e pedestres que transitam na rodovia, os conflitos entre os mesmos aumentaram, fazendo com que ficassem mais expostos, inseguros, podendo custar-lhes a vida. Dados divulgados em 2013 no último Anuário Estatístico de Trânsito pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN/PR) mostram a quantidade de vítimas envolvidas em acidentes de trânsito no Estado do Paraná, obtendo-se no total 58.220 vítimas, das quais, mais de 4 mil eram pedestres.

O aumento de pedestres envolvidos em acidentes de trânsito ajuda na identificação de uma série de irregularidades no local de acesso, além de ser um dos motivos principais do aumento do número de indenizações ligadas ao Seguro de Danos Pessoais Causados por VeículosAutomotores de vias terrestres (DPVAT), o seguro DPVAT registrou em 2014, 16.356 indenizações por morte em acidentes de trânsito envolvendo motociclistas, os pedestres aparecem em segundo lugar com 16.252 indenizações para as famílias.

As indenizações pagas por morte de pedestres representaram 31% do total pago no ano, segundo o DPVAT (2014). A quantidade de pedestres que necessitaram de indenizações se aproxima da quantidade fornecida para os motociclistas, dos quais, são hoje os que mais sofrem com a insegurança no trânsito no país.

Para Vasconcellos (2005) e Bartolomeos et al. (2013), a exibição dos pedestres na rodovia e a vulnerabilidade do mesmo pode ser solucionada através de medidas de engenharia de trânsito. Tais medidas indicam a redução do volume de tráfego ou a separação de pedestres dos veículos. O uso das passarelas ajuda a minimizar a quantidade de acidentes na maioria das situações, e para a implantação destas, as características de cada cidade e as proporções de crescimento irá influenciar em seu local de implantação, para que tenham total funcionalidade e seja uma medida eficaz na diminuição de acidentes.

Contudo, o propósito deste trabalho foi analisar a viabilidade da implantação de uma passarela na rodovia em trecho urbano, que se associava diretamente à segurança dos pedestres em atravessar uma via rápida, localizada no trevo de acesso ao município de Presidente Castelo Branco-PR, BR 376.

O Pedestre

De acordo com a Associação Brasileira de Pedestres (ABRASPE, 2000), os pedestres são definidos como sendo "[...] aqueles que andam a pé no espaço público. Também são considerados aqueles que possuem deficiência física, e por fim é analisado como uma condição natural do ser humano [...]".

Melo et al (2004), diz que os pedestres formam um grupo heterogêneo no sistema viário, dos quais, possuem idade, sexo e nacionalidade distinta, além de englobarem pessoas com deficiência física. Devido à diferença nas características dos pedestres, a visão de segurança para cada um também é distinta.

De acordo com Hamed (2000), os pedestres localizados na faixa de pedestres costumam fazer várias tentativas antes de atravessarem a rua com sucesso, devido ao fato de só terem sucesso quando os motoristas dão prioridade aos mesmos, do contrário tentam até obterem sucesso, sendo este uma variável aleatória influenciada por uma interação de variáveis.

Conflito veículo e pedestre no meio rodoviário

O conflito entre veículo e pedestre existe independentemente da ocorrência de um acidente. A possibilidade de se obter um conflito depende do espaço ocupado pelo fluxo de veículos e pedestres. Através de informações do

Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, DNIT (2010), Capítulo 4.4, no item 4.4.3 cita as medidas para redução dos conflitos de pedestres com veículos, ressalta que algumas medidas devem ser consideradas para auxiliar na redução dos conflitos e na eficiência do espaço rodoviário, tais como:

a) Eliminar giros à esquerda e/ou à direita;

b) Proibir o fluxo livre de giros à direita;

c) Proibir giros à direita com sinal vermelho mudar a operação da rua de dois;

d) para um único sentido;

e) Incluir fases de sinal exclusivas para pedestres;

f) Eliminar locais específicos de travessia de pedestres;

g) Implantar travessias de pedestres em desnível.

Torquato (2011) relata que uma das soluções para a diminuição desses conflitos seria com relação à implantação de dispositivos de segurança (passarela, passagens subterrâneas, faixa semaforizada) e junto a esses, gradis e barreiras para ajudar ainda mais na eficácia desses dispositivos.

Pawar e Patil (2016) dizem que o fluxo de tráfego influencia na segurança da travessia do pedestre em nível, visto que, os mesmos utilizam-se de “lacunas” (espaços irregulares) para a travessia, aumentando o risco de morte em vias arteriais ou onde demanda um fluxo maior, bem como uma maior velocidade.

Já para Bartolomeos et al. (2013, p.76), a exibição dos pedestres na rodovia e a vulnerabilidade do mesmo pode ser solucionada através de medidas de engenharia de trânsito. Tais medidas indicam a redução do volume de tráfego ou a separação de pedestres dos veículos.

O aumento de veículos faz com que o espaço urbano necessite de um melhor planejamento, do qual deverá ser suficiente para a segurança dos mesmos e dos pedestres que ficam mais vulneráveis. O que acontece na realidade não é a preocupação com a segurança dos pedestres ao atravessar uma via rápida com um relativo aumento da frota, mas sim com o espaço insuficiente ou não da malha rodoviária.

Com isso os dispositivos de segurança referente aos pedestres que acabam se restringindo são a faixas de travessias, das quais a maioria não são estímulos que façam o motorista desacelerar, não proporcionando preferência aos pedestres e tornando-os ainda mais vulneráveis (SEMOB, 2006).

Além de ser uma passagem de segurança para o pedestre que a maioria dos motoristas não respeitam, ela pode trazer uma consequência contraditória ao pedestre pelo mau planejamento, ou seja, pode trazer uma falsa sensação de segurança ao mesmo, aumentando o número de conflitos (VAA, 2006 apud TORQUATO, 2011).

Essa realidade mostra que há uma necessidade no planejamento do espaço urbano, delimitando o espaço de cada um dos modos de deslocamento de trânsito, do qual, se reflete na segurança, minimizando os conflitos e aumentando o respeito entre os tipos de usuários que compõem o espaço urbano.

Travessias em rodovias com trechos urbanos

A determinação da melhor travessia urbana a ser considerada para a segurança dos pedestres irá depender de estudos relacionados ao número de pedestres que cruzam a malha rodoviária, o número de acidentes no local, dos quais, se encontram nos pontos críticos e a velocidade com que os veículos transitam, pois através disso pode-se estabelecer um controle de velocidade e determinação do melhor tipo de travessia.

Para Hakkert et. al (2002) as vias onde demanda uma menor velocidade dos veículos é uma via onde os pedestres tem maior chance de cedência na travessia, diferentemente de vias onde a velocidade é maior e onde consequentemente demanda uma maior largura na faixa de rolamento, favorecendo ainda mais o aumento da velocidade do veículos e dificultando a travessia dos pedestres.

O fator visibilidade está relacionado com a visão do pedestre e do motorista, quanto à tomada de decisões sem nenhum equipamento para auxiliá-lo como semáforos, placas de sinalização, entre outros. A fluidez está relacionada com os atrasos dos veículos e dos pedestres até chegarem ao seu destino e a segurança é analisada quanto aos riscos de acidentes e obstrução da travessia que o local oferece tanto para o pedestre quanto para o veículo.

Segundo a Associação Brasileira de Pedestres (ABRASPE, 2000), os tipos de travessias em desnível são encontradas por meio de passarelas e passagens subterrâneas, das quais, devem ser localizadas em pontos onde há

uma quantidade maior de pedestres atravessando a via. Os tipos de passagens em desnível e o material empregado em sua construção dependem do fluxo de pedestres que necessitam atravessar a via

Para Mello (2008) as travessias em desníveis são indicadas para vias rápidas, ou seja, onde a velocidade dos veículos é elevada e onde possui um volume considerado alto de veículos, onde outros tipos de dispositivos de segurança trariam desvantagens quanto à segurança do pedestre.

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, passarela é definida como sendo uma obra de arte, da qual, o principal objetivo é a segurança dos pedestres no cruzamento de vias em deslocamento aéreo (DENATRAN, 2008).

Gold e Wright (2008) apontam que alguns pedestres utilizam passarelas mesmo que que esta apresente pouca infraestrutura, principalmente devido ao trânsito intenso em vias rápidas ou rodovias. Além disso, afirmam que a implantação de passarelas se justificam mesmo que haja um número mínimo de pedestres atravessando estas vias.

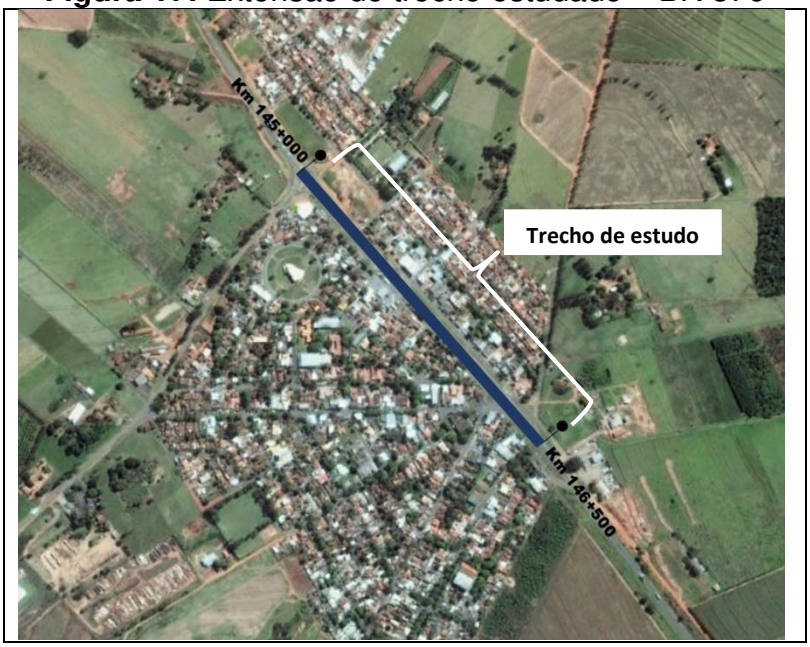
Caracterização do trecho

Segundo a Polícia Rodoviária Federal, a rodovia BR 376 é uma Rodovia Diagonal, da qual, é caracterizada pela ligação do município de Dourados (MS) e o município de Garuva (SC), sendo conhecida no Trecho paranaense como Rodovia do Café. Esta por sua vez, é uma das Rodovias mais perigosas de acordo com o número de acidentes, bem como, estatísticas da Polícia Rodoviária Federal nos últimos anos.

Foi diagnosticado que o trecho de estudo, sendo este, localizado entre os municípios de Mandaguaçu (PR) e Nova Esperança (PR) passará por um processo de duplicação, informações dadas pela Concessionária responsável Rodovias Integradas do Paraná responsável (VIAPAR). O município de Presidente Castelo Branco (PR) se localiza entre estes municípios, do qual também passará pelo mesmo processo. O mesmo possui uma população de 4.784 habitantes, com uma densidade demográfica de 30,72 hab./km², segundo os últimos dados divulgados pelo censo 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), verificar se atualizou sendo este portador de uma frota de 2.664 veículos até o ano de 2015, divulgados pelo Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN).

O trecho (Figura 1), se localiza no acesso ao município de Presidente Castelo Branco (PR), entre os Km 145+000 m e o Km 146+500 m, totalizando 01 quilômetro e 500 metros de estudo, constituído por quantidade significativa de pedestres bem como trânsito veicular.

Figura 17: Extensão do trecho estudado – BR 376



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015).

A rodovia divide o município em área norte e área sul, das quais constituem a área urbana. A área sul possui maior quantidade de loteamentos, sendo esta responsável pela grande maioria dos habitantes do município.

Cálculo do volume em unidade de veículos de passeio (UVP)

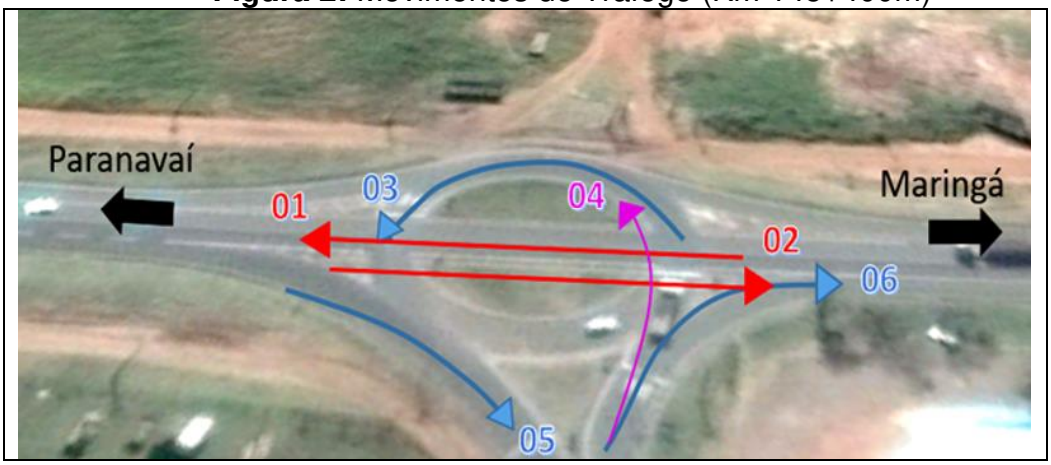
O Cálculo do volume em unidade de veículo de passeio é o que melhor representa a utilização ou o serviço prestado pela via, é usado para indicar a necessidade de novas vias ou melhorias das existentes, estimar benefícios esperados de uma obra viária, determinar as prioridades de investimentos, calcular taxas de acidentes, prever receitas de postos de pedágios, etc. (DNIT, 2006).

A contagem veicular foi realizada de acordo com o Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), em um dos trevos de acesso ao município de Presidente Castelo Branco. O mesmo é constituído por seis movimentos, porém, através da análise in loco, observou que apenas os movimentos 01 (sentido

Paranavaí) e 02 (sentido Maringá) influenciavam diretamente no estudo, com isso, considerou-se apenas o fluxo veicular oriundo dos mesmos, dos quais, influenciam especificamente quanto ao fluxo veicular real que passa pelos locais de travessia principalmente.

Pode-se melhor entender os movimentos de tráfego e os considerados no estudo (em vermelho) por meio da Figura 2.

Figura 2: Movimentos de Tráfego (Km 145+400m)



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015).

Para a obtenção do real fluxo total diário, fez-se necessário a utilização de uma planilha, dividida nos diferentes horários de contagens e nos diferentes tipos de veículos, contendo fluxo semanal referente ao movimento 01 e ao movimento 02. Os valores apresentados na mesma se obteve pela média dos fluxos veiculares coletados nos diferentes dias da semana (domingo, segunda-feira, terça-feira, quarta-feira, quinta-feira, sexta-feira e sábado), registrada por 7 dias, em um intervalo de 01 hora, durante 12 horas entre os horários das 07h00min às 19h00min.

$$Fluxo\ veicular\ diário\ total\ (UVP) = \frac{total\ de\ veiculos\ motorizados}{7}$$

Como descrito no corpo do trabalho, para a obtenção do real fluxo, utilizou-se uma das metodologias descritas no Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), da qual, o fluxo coletado através da planilha final foi transformado em UVP para a análise da quantidade veicular no trecho em estudo, da qual, utilizou-se a seguinte equação:

$$Fluxo\ veicular\ diário\ total\ (UVP) = \\ = no.\ de\ automóveis + no.\ de\ caminhões\ X\ 2 + no.\ de\ ônibus\ X\ 2$$

Contagem Volumétrica de Pedestres

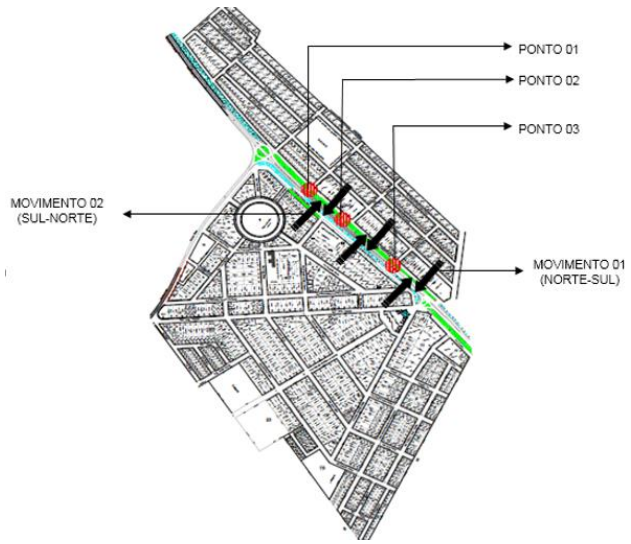
A rodovia separa o município em duas parcelas, sendo assim, para a contagem de pedestres, considerou-se a quantidade que atravessa a rodovia nos respectivos sentidos de travessia:

Movimento 01: sentido NORTE ⟶ SUL

Movimento 02: sentido SUL ⟶ NORTE

A contagem foi realizada em 03 pontos do trecho em estudo, sendo estes localizados nos respectivos quilômetros: Km145+580 m, Km145+700 m e Km146+100 m. Os mesmos foram determinados por meio de análise in loco, verificando os locais utilizados para a travessia. Pode-se melhor entender a trajetória dos mesmos e os pontos de contagens por meio da Figura 3, da qual indica os Pontos 01, 02 e 03 de contagens de pedestres e os seus respectivos movimentos de travessia.

Figura 3: Localização dos pontos de contagem de pedestres no trecho



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal.

As contagens foram realizadas todas terças-feiras no mês de abril de 2015, durante 06 horas/dia, obtendo maior fluxo de veículos na malha rodoviária, realizada por meio de contador manual.

Levantamento de Acidentes Envolvendo Pedestres no Trecho

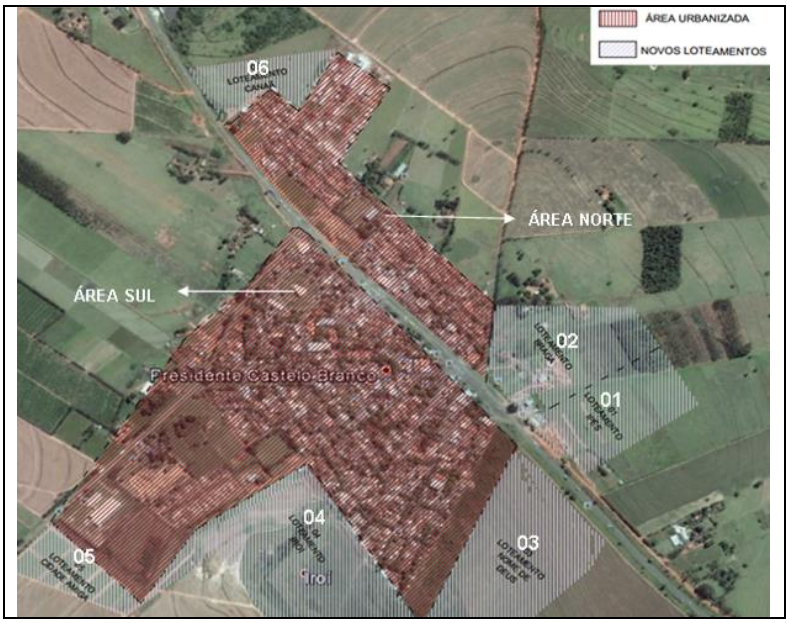
A concessionária responsável pela Rodovia BR 376, no Estado do Paraná forneceu o número de acidentes registrados no trecho entre os anos de 1998 a 2014. Os dados de acidentes fornecidos incluíam acidentes com envolvimento de outros veículos e acidentes com pedestres, esses foram separados e utilizados no trabalho somente aqueles com envolvimento de pedestres.

Zonas de Tráfego

Os loteamentos encontrados na área norte são: Jardim Progresso I com 192 lotes, Jardim Progresso II com 234 lotes, Jardim Progresso III com 71 Lotes e Jardim Europa com 156 lotes, dos quais, totalizam 653 lotes. Já na área sul do município encontra-se: Jardim Liberdade com 54 lotes, Jardim Horizonte com 139 lotes e o Centro com 262 lotes, totalizando 455 lotes.

Os novos loteamentos localizam-se tanto na área norte do município quanto na área sul, sendo que a maioria situa-se nas proximidades do Km 146 (acesso ao município), aproximadamente 300 metros do viaduto que também será implantado (sentido Maringá) com a duplicação da rodovia, do qual, este contemplará um espaço específico para a passagem de pedestres.

Figura 4: Área Urbanizada – Locação dos novos Loteamentos



Fonte: Adaptado de Google Earth (2015).

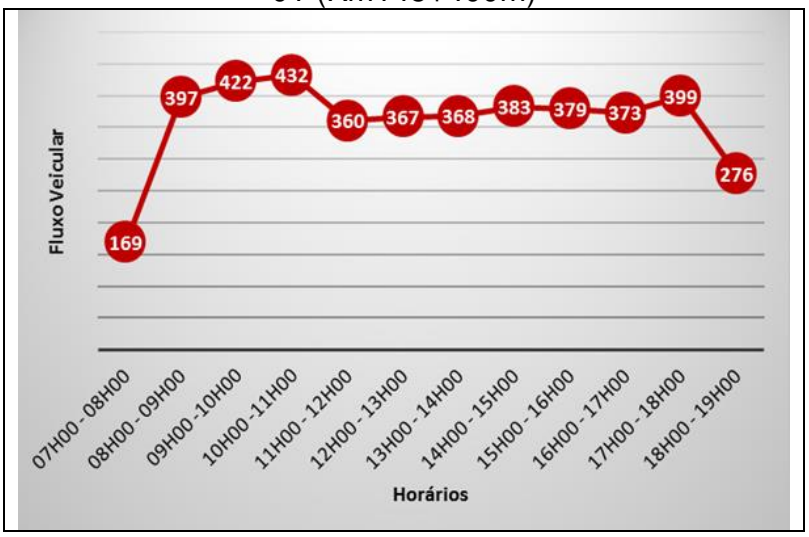
Na Figura 4 os novos loteamentos foram enumerados de 1 a 6, dos quais se referem respectivamente aos loteamentos: Ipês, Braga; Nome de Deus, Irói, Cidade Amiga e Canaã. Esses loteamentos influenciam no aumento de habitantes no município e consequentemente na quantidade de pedestres que irão atravessar a rodovia.

O local que contém um número maior de loteamentos é desprovido de qualquer dispositivo ou estrutura que possibilite uma passagem segura ou acesso aos pontos de ônibus que não influencie na comodidade e segurança do pedestre, fazendo com que o mesmo necessite transitar na rodovia para acessar o ponto mais próximo, aumentando assim a insegurança dos mesmos.

Contagem volumétrica de veículos

A quantidade de veículos que trafega na malha rodoviária no movimento 01 (sentido Paranavaí) por tipo de veículo é de 3.991 veículos leves e 603 veículos pesados ao dia. Analisando por meio de fluxos veiculares diários totais ou Unidade de Veículos de Passeio (UVP), nota-se que há 4.325 veículos que trafegam na malha por dia. Contudo, a quantidade tanto por análise por tipologia quanto por UVP é alta, influenciando ainda mais na insegurança na travessia dos pedestres. A Figura 5 apresenta a disposição dos UVP nos diferentes horários de contagens e a comparação entre os mesmos.

Figura 18: Quantidade de veículos que trafegam malha por dia – Movimento 01 (Km145+400m)



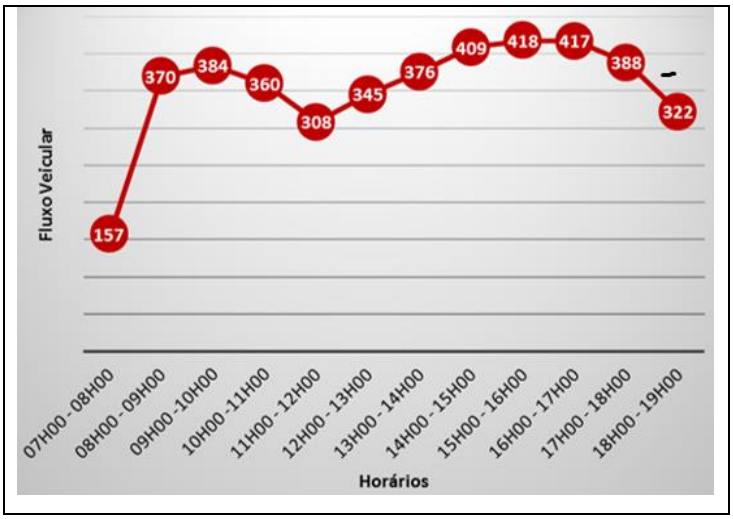
Fonte: A autora

Constatou-se no movimento 01, dois picos de aumento de fluxo, dos quais, um se encontra no período da manhã (07h00min às 09h00min), passando de 169 para 397 veículos, e outro pico no período tarde (16h00min às 18h00min), de 373 para 399 veículos, e tendo como maior fluxo no período da manhã das 09h00min às 11h00min. Quanto à redução do fluxo, o mesmo acontece no período da manhã (10h00min às 12h00min), de 17% e no período da tarde/noite (17h00min às 19h00min) obtendo uma redução de 31%.

A quantidade de veículos que trafega na malha rodoviária no movimento 02 (sentido Maringá) por tipo de veículo é de 3.923 veículos leves e 619 veículos pesados ao dia. Analisando em UVP, nota-se que há 4.253 veículos que trafegam na malha por dia. A quantidade de veículos leves , veículos pesados e Unidades de Veículo de Passeio (UVP) é similar ao fluxo no movimento 01 já apresentado, sendo constata-se que nos dois sentidos o fluxo é significativo e influencia em ambas de faixas de tráfego, insegurança aos pedestres.

A Figura 7 apresenta a disposição dos fluxos em termos de Unidade de Veículos de Passeio em UVP e os picos com relação aos horários.

Figura 19: Quantidade de veículos que trafegam na malha por dia – Movimento 02 (Km 145+400m)



Fonte: A autora

Observa-se que no movimento 02, existem dois picos de aumento de fluxo, dos quais, um se encontra no período da manhã (07h00min às 09h00min), passando de 157 para 370 veículos, o outro pico se encontra no período da tarde (12h00min às 17h00min), sendo este o maior pico, do qual passa de 308 veículos para 417 veículos, resultando no maior fluxo veicular em relação ao sentido 01 no período vespertino (12h00min às 17h00min). Quanto à redução do fluxo, o mesmo acontece também no período da manhã (11h00min às 12h00min), do qual, o número de veículos reduz 17% e a outra redução do fluxo encontra-se no período vespertino/noturno (17h00min 19h00min), com o mesmo valor (17%).

Análise volumétrica de pedestres

As contagens de fluxo de pedestres foram feitas em três pontos dos quais se identificaram como pontos críticos em levantamento e análise in loco. Pode-se observar a quantidade de pedestres que atravessaram a malha nas terças-feiras (Quadro 1).

Quadro 1: Fluxo de pedestres e ciclistas que atravessaram a rodovia

TERÇA-FEIRA 14/04 e 21/04		**BR 376 - ACESSO MUNICÍPIO PRES. CASTELO BRANCO**				
HORÁRIO	MOVIMENTO 01 (norte-sul)	MOVIMENTO 02 (sul-norte)	MOVIMENTO 01 (norte-sul)	MOVIMENTO 02 (sul-norte)	MOVIMENTO 01 (norte-sul)	MOVIMENTO 02 (sul-norte)
	PONTO 01	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 03
06:30 -08:30	220	85	84	38	73	18
11:30 -13:30	97	216	43	36	23	36
17:00 -19:00	105	79	69	42	57	22
Total:	**422**	**380**	**196**	**116**	**153**	**76**

Fonte: A autora

Nas terças-feiras, pode-se se notar que o ponto com maior número de travessias foi principalmente no sentido norte-sul (movimento 01- sentido Paranavaí) com 422 travessias, responsável de 31,4% do total de 1343 travessias, e representando 52,6% em relação ao total de travessias no mesmo movimento no sentido contrário.

O Quadro 02, identifica a quantidade de pedestres que atravessaram a malha rodoviária, porém, nas quartas-feiras.

Quadro 2: Fluxo de pedestres e ciclistas que atravessaram a rodovia

QUARTA-FEIRA 15/04 e 22/04		**BR 376 - ACESSO MUNICÍPIO PRES. CASTELO BRANCO**				
HORÁRIO	MOVIMENTO 01 (norte-sul)	MOVIMENTO 02 (sul-norte)	MOVIMENTO 01 (norte-sul)	MOVIMENTO 02 (sul-norte)	MOVIMENTO 01 (norte-sul)	MOVIMENTO 02 (sul-norte)
	PONTO 01	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 03
06:30 - 08:30	128	55	67	19	47	24
11:30 - 13:30	81	102	35	59	42	40
17:00 - 19:00	132	43	55	25	35	33
Total:	**341**	**200**	**157**	**103**	**124**	**97**

Fonte: A autora

Assim, como nas terças-feiras, a coleta de dados nas quartas-feiras, pode-se se notar que o ponto crítico 01 (movimento 01 e 02) continuou sendo o ponto em que possuiu maior número de travessias, principalmente no sentido norte-sul com 341 travessias, representando 33,4 % do total de 1022 de travessias e 63,0 % em relação ao mesmo movimento no sentido contrário.

Pode-se constatar que há uma maior quantidade de pessoas atravessando a rodovia nos horários de pico, período em que os pedestres estão se deslocando de casa para o trabalho e vice-versa de forma mais significante no ponto 1 em relação aos demais pontos.

A velocidade com que os pedestres atravessavam a rodovia também foi um fato considerado preocupante durante todo o dia em ambos os sentidos. Pois, segundo Melo et al. (2004), as travessias em rodovias com trechos urbanos não semaforizadas e com sinalização deficiente tendem a ser mais perigosas para os pedestres, pois as velocidades praticadas pelos motoristas e os altos volumes de tráfego, dificultando a ação tanto dos motoristas, quanto dos próprios pedestres, se confirmando nos pontos de análise na presente pesquisa.

Segundo a concessionária responsável pela administração do trecho estudado em relação a acidentes, próximo ao Km 145, entre os anos de 2009 e 2014, não houve acidentes envolvendo pedestres, enquanto que nas proximidades do Km 146, notou-se a existência de dez (10) acidentes envolvendo pedestres para o mesmo período, além disso, 80% dos acidentes foram no período das 17:00 às 20:00 horas.

Considerações Finais

Implantação da obra de arte

Com a duplicação da rodovia (finalizada em 2016), as características viárias se alteraram, aumentando ainda mais a velocidade dos veículos e consequentemente, aumentando a insegurança dos pedestres. Portanto, torna-se ainda mais necessária a implantação de uma passagem em desnível, podendo diminuir assim, os possíveis acidentes.

A implantação da passarela contemplada pela concessionária será no local onde há pontos de ônibus (Km 145+580m) e que atualmente possui o maior fluxo de travessias no ponto 01 e o ponto 02, para os dois movimentos, dois pontos muito próximos e com o maior valor de travessias.

Porém, em análise realizada, constatou-se que haverá uma demanda maior de pedestres, em torno de 50% a mais de pedestres que atravessarão devido ao aumento da população fixa devido a execução dos seis (6) novos loteamentos (Ipês, Braga, Nome de Deus, Irói, Cidade Amiga e Canaã) que se localizam na entrada do município (sentido Maringá - Paranavaí), a uma distância de aproximadamente 640 metros da passarela já contemplada pela concessionária, sendo inviável a implantação de apenas uma passarela no Km 145+580 m.

A partir deste estudo foi realizado projeto para implantação da passarela 01(Figura 8a) no km 145+580 m e além deste projeto, foi também recomendado à concessionária a implantação de uma nova passarela – passarela 02, no km 146+100 m, como medida estrutural a longo prazo, que será influenciada a partir do aumento de circulação de pedestres com a execução dos novos loteamentos, conforme a Figura 8b.

Figura 8: a) projeto para Km 145+580m, b) projeto a longo prazo Km 146+100m.



Fonte: A autora

Na duplicação da rodovia também contemplados pela concessionária dois viadutos. Um deles se localiza a uma distância de 300 metros dos novos loteamentos, sendo esta, uma distância significativa para o deslocamento de pedestres todos os dias, além disso, o viaduto se localiza fora da área pertencente ao Município.

Para Gold e Wright (2000), uma passarela projetada adequadamente e bem localizada elimina episódios de atropelamentos fatais e não fatais por ano. A partir do aumento dos fluxos de pedestres com o tempo, os aumentos dos episódios de acidentes anuais também serão evitados. Segundo eles, a vida útil de uma passarela ultrapassa 15 anos, e o custo de instalação e de manutenção são muito inferiores em comparação aos benefícios econômicos garantidos por sua implantação.

Contudo, diante dos dados e do cenário existente apresentado, certifica-se que, com a duplicação da rodovia, torna-se necessária a implantação não apenas de uma, mas duas passagens de pedestres em desnível, sendo implantadas tanto no Km 145+585 (já contemplada pela concessionária), como no Km 146+100m, nas proximidades dos novos loteamentos, tendo em vista a localização de vários polos geradores de tráfego, possíveis locais para a implantação de pontos de ônibus e um número considerável de fluxo de veículos que atualmente trafegam na malha, além do aumento de velocidade previsto pelos motoristas após a duplicação.

O estudo quantitativo de viabilidade é uma ferramenta de grande importância para a implantação de passarelas, promovendo não só uma maior

eficiência na utilização da mesma pelos pedestres, mas também no auxílio em outras implantações a longo prazo quando há previsão de futuras expansões no traçado urbano.

Referências

ABRASPE. **Passarelas e Passagens Subterrâneas.** Joinville: Abraspe, 2000. 09 p.

BARTOLOMEOS, K. *et al.* **Segurança de pedestres:** Manual de segurança viária para gestores profissionais da área. Brasília: Organização Pan-americana de Saúde, 2013. 136 p.

CUPOLILLO, M. T. A. **Estudo das Medidas Moderadoras do Tráfego para Controle da Velocidade e dos Conflitos em Travessias Urbanas.** 2006. 274 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

DENATRAN. Ministério das Cidades - Secretaria Executiva. **Procedimentos para Tratamento de locais críticos.** Maringá: Plano, 2006. 70 p.

DENATRAN **. Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras.**Brasília, 2006. 80 p.

DENATRAN. Código de Trânsito Brasileiro e legislação complementar em vigor. **Lei n° 9.503**: 1 ed. Brasília: Ministérios Contran Denatran das Cidades, 2008. 710 p.

DNIT. . **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas.** Rio de Janeiro: Ipr. Publ., 740, 2010. 392 p.

FREIRE, L. H. C. V. **Análise de tratamentos adotados em travessias urbanas - rodovias arteriais que atravessam pequenas e médias cidades no RS**. 2003. 148f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia)-Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

GOLD, P. A.; WRIGHT, C. L. **Passarela e Segurança no Trânsito**. Divisão de Finanças e Infra-estrutura Básica 1, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2000.

HAKKERT, A.shalom; GITELMAN, Victoria; BEN-SHABAT, Eliah. An evaluation of crosswalk warning systems: effects on pedestrian and vehicle behaviour. **Transportation Research Part F**: Traffic Psychology and Behaviour, [s.l.], v. 5, n. 4, p.275-292, dez. 2002. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s1369-8478(02)00033-5.

HAMED, Mohammed M. Analysis of pedestrians' behavior at pedestrian crossings. **Safety Science**, [s.l.], v. 38, n. 1, p.63-82, jun. 2001. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/s0925-7535(00)00058-8.

MELLO, M. B. A. **Estudo das variáveis que influenciam o desempenho das travessias de pedestres sem semáforos.** 2008. 225 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MELO, L. B. *et al*. Estudo dos fatores que afetam a velocidade de caminhada em faixas de pedestres localizadas em rodovias. In: XVII ANPET, CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES. Roraima. **Anais...** 2004. p. 869 - 879.

PAWAR, Digvijay S.; PATIL, Gopal R.. Critical gap estimation for pedestrians at uncontrolled mid-block crossings on high-speed arterials. **Safety Science**, [s.l.], v. 86, p.295-303, jul. 2016. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2016.03.011.

SEMOB. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Gestão Integrada da mobilidade Urbana:** Curso de Capacitação. Brasília: Ministérios da Cidades, 2006. 164 p.

TORQUATO, R. J. **Percepção de risco e comportamento de pedestres.** 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

VASCONCELLOS, E. A. **A cidade, o transporte e o trânsito.** São Paulo: Prolivros Ltda., 2005. 127 p.

VIAS SEGURAS. **Estatísticas do Seguro Obrigatório DPVAT.** 2015.

SOBRE AS AUTORAS:

Giovanna Carolina de Souza Pessoa giovanna.spessoa@gmail.com
Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Maringá (UniCesumar), com Especialização em Gerenciamento de Projetos (UniCesumar). Profissional com experiência na área de Engenharia de Tráfego e Engenharia Urbana, onde atua atualmente.

Janaina de Melo Franco Domingos janaina.mfdomingos@gmail.com
Graduada em Tecnologia em Gerenciamento Ambiental pela UTFPR campus Campo Mourão, Especialista em Gestão Ambiental em Municípios pela UTFPR campus Medianeira, Mestre em Engenharia Urbana pela UEM Maringá-PR. Atualmente é professora nas áreas de Hidrologia e Drenagem, Engenharia Ambiental e Projeto de Produto I no Centro Universitário UNIMAX em Indaiatuba-SP.

HOSPITAL BERNARDO KLOPFER: DISCUSSÃO SOBRE O MÉTODO DE PESQUISA E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS COMO PROJETO ARQUITETÔNICO

Hospital Bernardo Klopfer: Discussion On The Method Of Research And Results As An Architectural Project

NOZELA, João Pedro Sartorato
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

VICTÓRIO, Evandra Ramos
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

RESUMO: Edifícios de saúde possuem um alto nível de complexidade em todas as suas vertentes. Os hospitais, em uma constante evolução desde que deixaram de ser tratados como espaços de isolamento para os doentes, hoje, tem seu foco no cuidado da saúde, e não da doença. Com isso em mente, o presente trabalho tem como objetivo apresentar o Trabalho Final de Graduação do autor, onde foram desenvolvidas pesquisas para justificar e comprovar numericamente o déficit de leitos hospitalares presente na Região Metropolitana de Campinas e posteriormente, propor o projeto de um edifício hospitalar que comportasse em média 200 leitos de internação, trabalhasse com diretrizes recorrentes e necessárias em um projeto de tal porte e uso e que também, auxiliasse no processo de cura. O resultado foi o Hospital Bernardo Klopfer que terá seu método de pesquisa e resultado como projeto arquitetônico apresentado.

Palavras-chave: Arquitetura de saúde; humanização na saúde; processo de projeto.

Abstract: Health buildings have a high level of complexity in all its aspects. Hospitals, in constant evolution since they ceased to be treated as spaces of isolation for patients, today have their focus on health care, not disease. With this in mind, the present work aims to present the author's Final Graduation Work, where research was developed to justify and prove numerically the deficit of hospital beds present in the Metropolitan Region of Campinas and later, to propose the design of a hospital building that would mean on average 200 beds of hospitalization, work with recurrent and necessary guidelines in a project of such size and use and that also, aided in the healing process. The result was the Bernardo Klopfer Hospital, which will have its research method and result as an architectural project presented.

Key-words: Health architecture; humanization in health; design processo.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do projeto arquitetônico de um edifico de saúde apresenta uma grande complexidade e assim, a necessidade de equipes multidisciplinares. Ao longo do seu desenvolvimento tecnológico, alguns marcos

históricos trouxeram mudanças significativas para ao edifício hospitalar, grande parte das vezes atrelado a avanços tecnológicos ou novas descobertas da medicina. Essa carga de mudanças faz com que o edifício tenha a necessidade de se adaptar a novas realidades. Dessa forma, a flexibilidade estrutural aparece como um dos preceitos fundamentais para o ambiente de saúde, assim como a humanização do espaço e do atendimento.

O estudo do histórico de desenvolvimento dos edifícios de saúde traz importantes conhecimentos sobre a evolução e revoluções tecnológicas e construtivas, tornando esse conhecimento necessário para qualquer projetista que busque qualificação e especialização na área. Neste contexto, o objetivo do presente artigo é a exposição do método utilizado e parte do resultado final do projeto desenvolvido pelo autor durante seu Trabalho Final de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, finalizado no ano de 2018 no Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ, e orientado pela docente Evandra Ramos Victório. Tal proposta inclui o projeto de um Hospital de Base para a Região Metropolitana de Campinas, apresenta também todos os levantamentos e quantitativos da problemática regional. Ao ser finalizado, o caderno foi denominado Hospital Bernardo Klopfer: Arquitetura Hospitalar em um estudo sobre os conceitos de humanização e desenvolvimento de ambientes que contribuem para a cura.

MÉTODO

Referências bibliográficas e estudos de caso se mostram vitais para o entendimento do meio e do que pode ou não ser uma solução passível de utilização em determinados casos. Avaliações Pré e Pós-Ocupação trazem experiências e resultados ímpares para o entendimento do relacionamento entre o usuário e o edifício. O *Evidence Based Design* - EBD é outra metodologia que agrega conteúdos importantes e que deve ser utilizada sempre que for pertinente ao projetista.

Preiser (2003), trabalha com a Avaliação Pós-Ocupação (APO) e traz importantes resultados para futuras reformas, ampliações e readequações de quatro hospitais norte-americanos; mostrando a opinião do usuário, além de sua avaliação do edifício como um todo, levando em consideração a todo momento os conceitos do Desenho Universal, definidos por Ron Mace em 1980.

Wang (2011), realiza uma Avaliação Pré e Pós Ocupação de um centro de infusão quimioterápica no Simon Care Center, localizado em Indianápolis, EUA. Utilizando as opiniões e apontamentos de um grupo focal – formado por usuários ativos de centros de infusão, como parte operante do programa e partido do projeto, após a edificação, realizam outra pesquisa com o mesmo grupo, de modo a avaliar e mensurar o nível de aceitação, mostrando por fim como a opinião do usuário antes, durante e depois do projeto possui extrema importância.

A principal metodologia utilizada foi o estudo e consulta a referências bibliográficas, além da realização de mapas, tabelas e o estudo de caso sobre as obras de João Filgueiras Lima, o Lelé, com destaque para os Hospitais da Rede Sarah, com maior enfoque nas unidades de Brasília. A escolha do estudo de caso se deu pelos principais atributos projetuais utilizados pelo projetista, sempre buscando solucionar questões termo acústicas e o complexo programa de um hospital com aproveitamento energético, contato com elementos naturais e humanização.

Os conceitos do Desenho Universal devem estar presentes desde os primeiros croquis, de forma a garantir que o espaço não só seja acessível, mas que seja pensado e desenvolvido para todos. Assim como dito por Preiser (2003), “se tem um tipo de instalação que o novo paradigma [o Desenho Universal] deve ser aplicado, são nas edificações de saúde” (tradução nossa)[7].

Aliando-se ao Desenho Universal na busca pela melhor experiência para o usuário, a humanização possui inúmeros mecanismos para serem utilizados e assim, transformarem o edifício hospitalar em um ambiente mais saudável para seu usuário, sempre com foco na tríplice inclusão (pacientes, acompanhantes e equipe assistencial e não-assistencial). Buscando tornar o ambiente um facilitador das atividades e práticas ali desenvolvidas, assim como a garantia do bem-estar físico e psicológico dos usuários; espaços que estimulem a implementação de novos procedimentos, bem como a elaboração de novos ambientes que priorizem a recuperação do paciente e o atendimento às novas demandas da medicina (em sua maioria, consequências do avanço tecnológico), fazendo com que o ambiente seja flexível para atender todas as funcionalidades

[7] Traduzido pelo autor do texto original de Preiser: “If there is any one facility type that this new paradigm show be applied to, it is health care facilities”.

e necessidade que um edifício de saúde demanda. Outro ponto focal da humanização, é o desenvolvimento de um melhor ambiente de trabalho para os funcionários, o transformando em um local agradável e que promova o menor deslocamento possível, objetivando a melhora de seu rendimento e produtividade; sempre se aliando a flexibilidade arquitetônica, e buscando manutenções e métodos construtivos econômicos. (THOMAZONI, 2014).

Um dos pontos do Desenho Universal, o Uso Intuitivo, diz respeito também a orientabilidade [wayfinding], onde variáveis funcionais, volumétricas, espaciais e ambientais são colocadas em pratica através da circulação, elemento base no processo de decisões de projeto. A orientabilidade relaciona-se com compreensão do espaço e sua relação com o ambiente em objetos e lugares e é influenciada de acordo com a capacidade cognitiva e comportamental de cada usuário; o navegar por um ambiente relaciona-se também ao wayfinding e a capacidade de perceber, compreender e memorizar um espaço ou percurso. (DARKEN; PETERSON, 2001). Quando se fala de wayfinding arquitetônico, o foco volta-se para o ambiente construído, ambiente urbano e relaciona-se totalmente com a legibilidade do espaço, a clara identificação dos ambientes; coerência no zoneamento de acordo com a função, capacidade do ambiente e espaço em proporcionar experiências agradáveis, acessíveis e seguras. (HUNTER, 2010).

APRESENTAÇÃO DA PROBLEMÁTICA REGIONAL

Em todo o Brasil, o índice de leitos encontra-se em déficit pelos parâmetros determinados pela ANVISA (03 leitos a cada 1.000 habitantes). Conforme matéria da AHSEB - Associação de Hospitais e Serviços de Saúde do Estado da Bahia, a OMS – Organização Mundial da Saúde, diz que o ideal para o Brasil seria um número entre 03 a 05 leitos para cada 1.000 habitantes. De acordo com os levantamentos e analises desenvolvidos pelo autor, o problema persiste na RMC, onde em 2009 o índice regional foi de 1,95 leitos a cada 1.000 habitantes.

Através de uma análise urbana e regional, foi definido que o melhor eixo para implantação do projeto seria na rodovia SP-340, principal ligação rodoviária entre as cidades alvo do projeto - Jaguariúna, Holambra, Santo Antônio de

Posse, Artur Nogueira, Mogi Mirim e Mogi Guaçu. Apesar das “Mogis” não pertencerem a RMC e sim a Microrregião de Mogi Guaçu, a proximidade territorial faz com que toda essa área atue como uma só, baseando nas relações e dinâmicas sociais criadas. Dessa forma, o terreno escolhido tem um total de 400.000m², localiza-se na cidade de Santo Antônio de Posse, as margens da rodovia SP-340, em um ponto de ligação com a SP-107, outro eixo marcante para conexões rodoviárias regionais. (MAROSO, 2017)

A RMC, constituída no ano 2000, é composta por 20 municípios e de acordo com o IBGE é a segunda maior região metropolitana do estado de São Paulo. Através de análises de dados socioeconômicos e mais específicos da área da saúde, foram desenvolvidas tabelas com o objetivo de quantificar os leitos regionais e cruzar tais informações com os números sugeridos pela ANVISA e OMS. O resultado foi a comprovação do déficit de leitos regional; onde em 2009, a região possuía uma média de 1,96 leitos a cada 1.000 habitantes. Até o momento da escrita de tal artigo, não foi constatado pelo autor pesquisa mais recente para a atualização de tais informações. A tabela a seguir apresenta numericamente os resultados obtidos.

Tabela 8 – Índice de Leitos RMC e Brasil, de 1990 a 2009

RMC		Brasil	
Período	Leitos	Período	Leitos
1990	3,16	1990	3,71
1992	3,38	1992	3,66
1999	2,27	1999	2,96
2002	2,11	2002	2,7
2005	1,97	2005	2,41
2009	1,95	2009	2,26

Fonte: Adaptada pelo autor. IBGE, Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária, 1990,1992,1999,2002,2005. apud Ministério da Saúde. Disponível em: https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/. Acesso em 12/08/2017.

A RMC, é populosa e possui um dos maiores PIBs do país, porém a quantidade de leitos hospitalares para atendimento populacional está longe de ser ideal, assim como demonstrado na Tabela 1, que apresenta uma queda considerável no índice de leitos hospitalares com o passar dos anos e aumento populacional. Esse índice vem piorando ano a ano e caso nada seja feito para reverter, tende a se agravar ainda mais; deve-se levar em consideração o

envelhecimento populacional generalizado e inversão da pirâmide etária. No período representado no gráfico, o aumento populacional ocorreu de forma intensa, porém o crescimento dos leitos hospitalares foi proporcionalmente menor, potencializando a queda do índice.

Com esse levantamento e pesquisas desenvolvidas pelo IBGE e divulgadas em um de seus portais (IBGE Cidades), a Tabela 02 foi desenvolvida, condensando informações urbanas relevantes para cada uma das cidades-alvo do projeto e também, apresentando estimativas formuladas pelo autor ao calcular quantidade de leitos estimada em cada uma das cidades, levando em consideração o índice de 1,95/1.000, de acordo com último levantamento disponível realizado pelo IBGE; determinando também as quantidades ideais para os parâmetros da ANVISA e OMS.

Tabela 2 – Indicadores de RMC, com Quantitativo de Leitos

DADOS	CIDADES							
	Área km²	População Estimada 2017	Densidade Demográfica 2010 (hab/km²)	PIB per capita (2014) mil reais	Distancia até a capital (km)	Quantidade de Leitos 2016 - IBGE	Quantidade de Leitos 2017 - ANVISA	Quantidade de Leitos Ideal - OMS
Jaguariúna	141,391	54.204	313,37	134.494,91	127	106	163	271
Pedreira	108,817	46.598	382,7	22.763,86	141	90	140	233
Holambra	65,577	14.012	172,3	52.174,35	134	28	42	70
Santo Antônio de Posse	154,133	22.801	134,09	29.257,34	142	45	69	115
Artur Nogueira	178,02	51.986	248,15	19.490	145	101	156	260
Mogi Mirim	497,708	92.365	173,77	44.143,25	166	180	277	462
Mogi Guaçu	812,753	149.936	168,99	34.555,20	167	293	450	750

Fonte: Produzida pelo autor, utilizando dados do IBGE Cidades. Disponível pelo link: https://cidades.ibge.gov.br. Acesso em 17/11/2017.

Fica evidente como o número projetado e estimado como existente está abaixo do ideal. Na cidade de Jaguariúna, após o desenvolvimento da tabela, foi realizada uma entrevista com o Secretário do Desenvolvimento Econômico, Valdir de Oliveira, e de acordo com dados fornecidos por ele, a cidade possuía um total de 73 leitos hospitalares, que atendem não só a cidade de Jaguariúna, mas também cidades vizinhas como Santo Antônio de Posse, Holambra e

Pedreira. Pelo quantitativo obtido através da tabela, o estimado seria de 106 leitos, enquanto o ideal estaria entre 163 e 271, apenas para as demandas municipais.

PARTIDO E TERRENO

O objetivo do hospital projetado é trazer espaços, ambientes e estrutura de qualidade e aliando-se com atendimento de qualidade e capacitação profissional, melhorar o atendimento regional; agindo também como um fator inicial no processo de criação de novos leitos para tentar minimizar o déficit apresentado anteriormente. Privado-filantrópico, atende tanto convênios quanto direcionamentos ocasionados pelo Sistema Único de Saúde - SUS. Pensando então no melhor atendimento, cumprindo as extensas exigências de um projeto de saúde, busca também diminuir o turismo de saúde para a cidade de Campinas, sem deixar de lado os conceitos de humanização, desenho universal e contato com a natureza.

Utilizando conceitos de humanização com o intuito de melhorar a ambiência e auxiliar no processo de cura dos pacientes, o Hospital é rodeado por vegetação e elementos naturais que auxiliam diretamente no conforto térmico e acústico do local. A edificação é dividida em dois blocos principais, conectados através da recepção central e passarelas com vista para o pátio interno, que com sua permeabilidade, também contribui para o conforto das áreas comuns. Para barrar a insolação direta em ambientes indesejados, alguns mecanismos foram propostos, como o prolongamento das lajes e vedações móveis, através de brises em trilhos que circundam pelo perímetro dos corredores externos.

Através da modulação utilizada para os quartos de internação, setor com maior quantidade de áreas, foi instituído um vazio construtivo ao lado de cada quarto, de forma a permitir o pleno acesso de ventilação e iluminação, que então cruzam todo o edifício e providenciam um maior conforto e aproveitamento energético.

Outra solução arquitetônica utilizada foi o emprego da flexibilidade e modulação estrutural; fazendo com que o edifício possa ser facilmente adaptado as novas demandas e tecnologias. A modulação utilizada, variando entre 7,20m, 9,60m, 15,60m e no pátio central, 24,8m0, sempre é composta por números

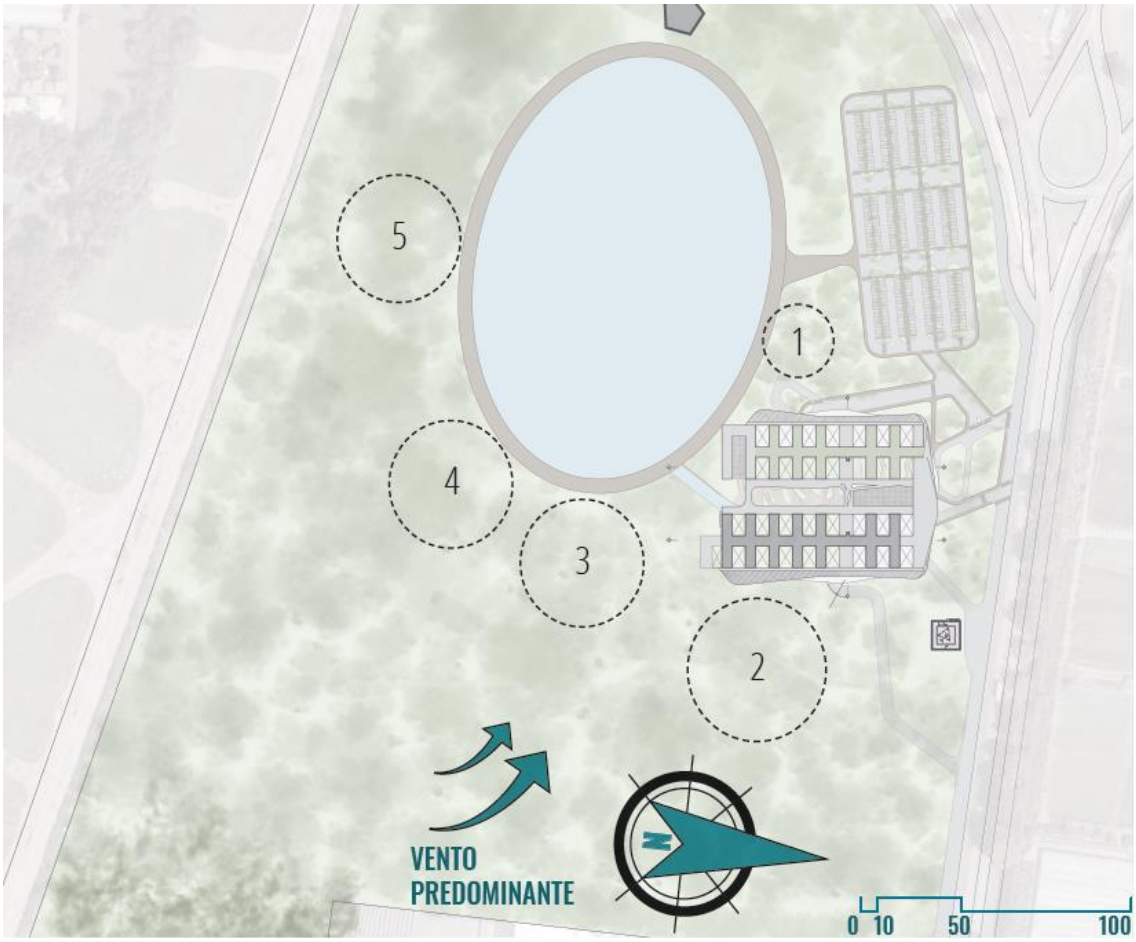
múltiplos de 1,20m, assim como utilizado por Lelé na busca pela facilidade, funcionalidade e padronização da malha estrutural. Aliando-se a essa flexibilidade na busca pela melhor adaptação e atendimento ao usuário, o projeto conta com um intenso contato com a natureza, fator que também auxilia no processo de humanização e transforma a experiência do usuário.

Apesar da extensão do terreno escolhido, a proposta do Hospital Bernardo Klopfer trouxe diretrizes para ocupação que visam áreas de expansão e recuperação dos elementos naturais nativos; hoje, toda a área é utilizada para o plantio de eucalipto. O projeto propõe a substituição desse eucalipto assim que chegar seu momento de corte, por espécies nativas da região. Por estar localizado em uma área de recarga com alagamentos periódicos e ter-se relatos da existência de um lago há alguns anos atrás, a substituição das espécies auxiliaria no processo de recuperação do solo e assim, possibilitaria o retorno do lago permanente, readequando toda a região ao seu ciclo natural e recuperando a permeabilidade do solo, ponto essencial para o abastecimento do lençol freático.

Tais elementos naturais criam um microclima local, proporcionando temperaturas mais amenas. Com a presença do lago em frente ao edifício principal no caminho dos ventos predominantes regionais (sentido noroeste), tem função de purificador e umidificador juntamente com a vegetação, conforme exposto por Fabio Bitencourt no livro “Arquitetura e Engenharia Hospitalar” (2014), como uma solução de umidificação para a redução da temperatura no entorno e nas próprias edificações. A Figura 01 demonstra o posicionamento do lago e do edifício em planta.

Buscando a flexibilidade e melhor aproveitamento do terreno, foram propostas cinco áreas de expansão ao longo do terreno que contribuem para a atividade executada no Hospital, tornando então o espaço em um complexo de saúde. A imagem a seguir identifica através da implantação, as áreas de expansão onde cada uma destina-se a uma concentração de atividades diferentes, sendo elas:

Figura 20 – *Implantação evidenciando áreas de expansão*



Fonte: Produzida pelo autor.

1. Consultórios: Tomando como base o uso do pavimento térreo na edificação principal, a área localiza-se ao lado do setor de consultórios e reabilitação. Dessa forma, o perímetro identificado na imagem anterior, destina-se a uma possível expansão da área de consultórios ou caso haja necessidade, mais um bloco de hotelaria.
2. Hotelaria: O círculo 2 identifica uma área reservada à futura expansão da hotelaria e seus leitos de internação, que podem vir a se conectar com o edifício principal devido à similaridade de usos em áreas vizinhas, mantendo uma boa organização setorial para tal.
3. Reabilitação: Prevista para um futuro bloco unicamente voltado para a reabilitação de pacientes, a área reservada para tal localiza-se em tal ponto devido a sua facilidade de conexão com o edifício principal, Área 4 e conexão direta com o lago, que pode ser utilizado como instrumento

de reabilitação e atividade de pacientes, bem como utilizado por Lelé no Sarah Lago Norte.

4. ILPI – Instituto de Longa Permanência do Idoso: Em tal posicionamento, o Instituto contempla da vista do lago e todos os benefícios dessa proximidade, bem como uma ligação direta com a Área 3, permitindo uma boa relação para a recuperação do idoso que possua tal necessidade, ou apenas, uma rotina de exercícios monitorados para uma melhor qualidade de vida. O ILPI também se beneficia dos atendimentos providos pelo Hospital, trazendo uma ótima opção de qualidade de vida a aqueles que o procuram, independente de seus instintos motivadores.
5. Auditório: Com acesso isolado e possibilidade de estacionamento exclusivo, com foco no desenvolvimento de atividades acadêmicas, simpósios e eventos ligados a saúde, onde a massa vegetativa do entorno auxilia no fator acústico.

A implantação permite também a visualização dos acessos locais através da SP-107 – lado direito em planta, onde o acesso principal leva a área de embarque e desembarque, além do estacionamento ao ar livre, com capacidade para 204 vagas.

RESULTADOS

Devido à complexidade das atividades desenvolvidas em um edifício de saúde, o estudo de fluxos e setorização é fundamental para que haja a correta organização funcional de toda a equipe, seja ela assistencial ou não. Dessa forma, conforme definido por Bross (2013), ao realizar-se uma Avaliação Pós-Ocupação, primeiro deve-se identificar a setorização para então, pontuar a origem e destino desses usuários; podendo assim, desenvolver um fluxograma que aponte todos os trajetos e suas respectivas intensidades. Trazendo essa abordagem para um edifício em fase de projeto, a definição da setorização em um plano de massas, aliada a definição das principais circulações fundamentam o início do projeto como um todo.

Seguindo esse método, a setorização e circulação horizontal começam a definir a organização das atividades em planta e assim, surge também a necessidade da especificação das circulações verticais. Todos os elevadores possuem dimensões para macas e seus usos foram definidos conforme setorização geral, onde subdividem-se em três categorias, sendo: elevadores gerais, de serviços e os específicos para movimentação da equipe assistencial. Podem ser identificados pela coloração presente na Figura 2, onde a cor laranja representa os elevadores gerais, a cor marrom os de serviços e a cor azul, os elevadores assistenciais.

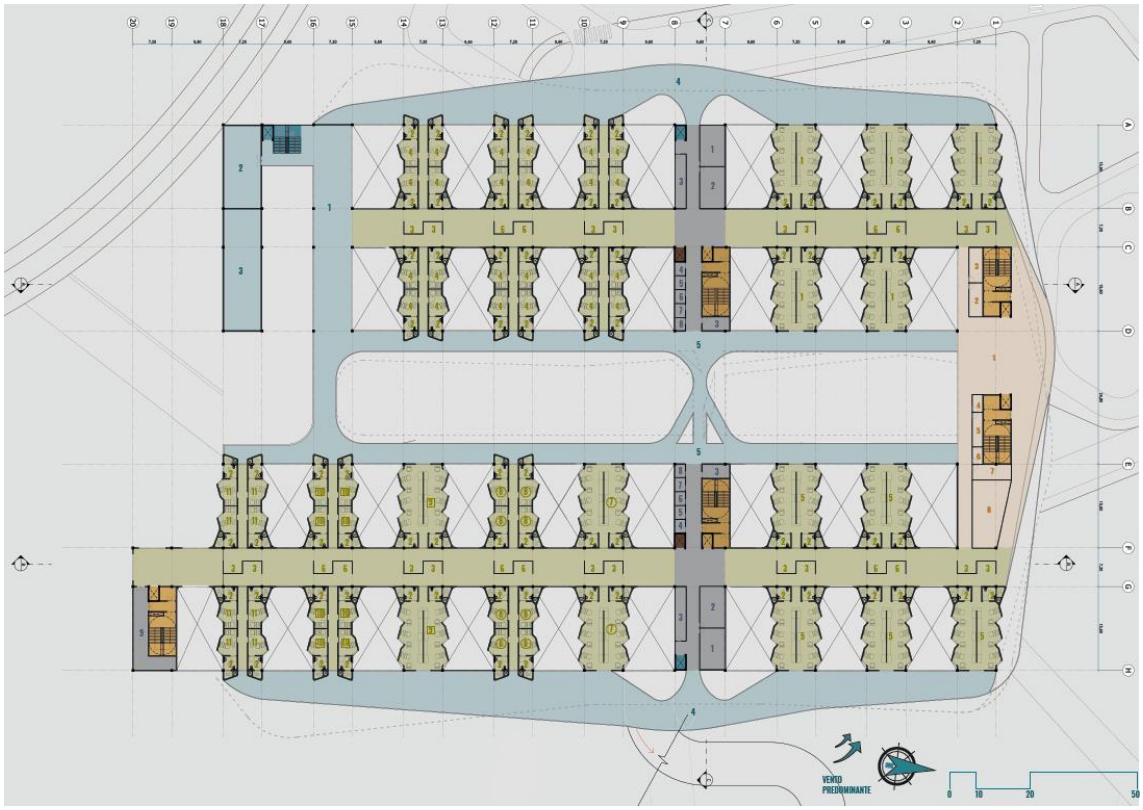
Figura 21 – *Planta pavimento térreo*



Fonte: Produzida pelo autor.

A maior concentração de atividades acontece no pavimento térreo, devido a facilidade de acessos, controle de fluxos, pesos dos equipamentos. Assim, abriga o setor de consultórios com 36 salas; Pronto-Atendimento , com seu acesso exclusivo, área de parada de ambulâncias e 12 salas de emergências; parte do setor de diagnósticos por imagem, abrigando os laboratórios e salas de exames, em conexão com as outras duas áreas para facilitar e agilizar os atendimentos e comunicações internas Reabilitação, com seu acesso privado à ponto de facilitar o embarque e desembarque de pacientes com mobilidade reduzida, além de estar em uma área prevista para mudança para o bloco isolado, tornando-se então, ampliação dos consultórios; Hospital-Dia com seus respectivos postos de enfermagem; área lúdica com biblioteca, café, espaço de reflexão, auditório, sala de treinamentos; e por fim, o corredor técnico, concentrando as atividades da equipe não-assistencial. Dividindo os setores em dois quadrantes, um pátio interno com incidência de iluminação e ventilação natural complementam a área lúdica.

***Figura 22** – Planta primeiro pavimento*



Fonte: Produzida pelo autor.

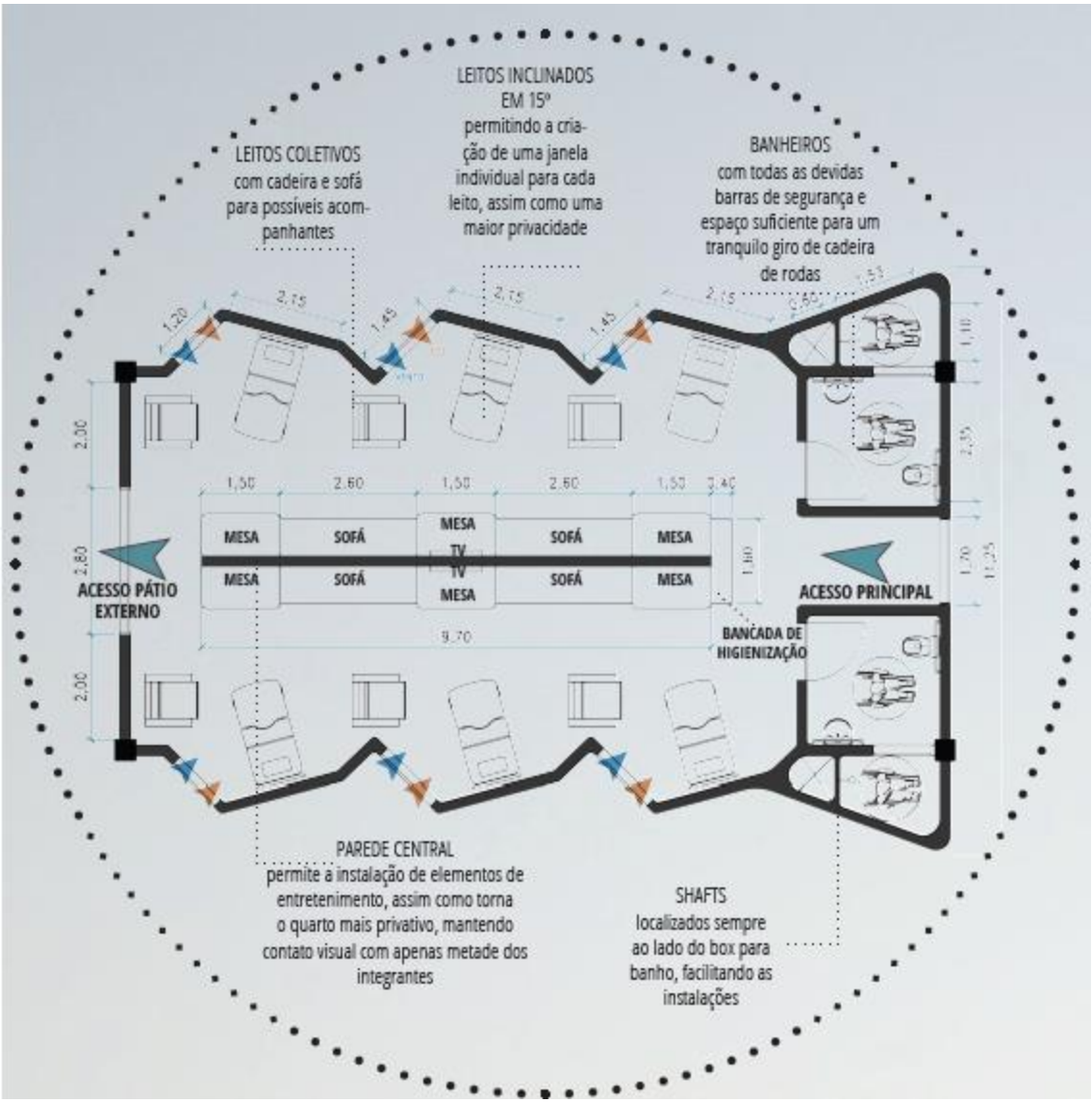
O primeiro pavimento é o primeiro andar com uma barreira física e psicológica (escada e elevadores para acesso), o que auxilia no controle de

fluxo. Foi designado para abrigar toda a hotelaria e internação, com 192 leitos totais – distribuídos e, 24 quartos coletivos e 48 individuais -, 132 estão localizados nesse pavimento e possuem sua sub-setorização, com quartos coletivos e individuais em tipologias diferentes. No geral, o pavimento segue a mesma divisão de dois quadrantes que é encontrada no pavimento térreo, com o corredor técnico também localizado no mesmo ponto do pavimento inferior. Os quartos foram dispostos de forma a permitir uma área para os corredores internos, que seguindo a modulação, também abrigam as enfermarias e espaços de espera. Em seus trechos mais estreitos, os corredores possuem 2,2m de largura, permitindo a fácil passagem de macas e equipamentos. Os corredores externos, dois voltados para o pátio interno e dois voltados para o restante do complexo, permitem uma maior interação social entre os pacientes, bem como um "refúgio" dos leitos, permitindo que vivenciem e estejam em outros espaços, com maior conexão com a natureza e entorno, o que contribui para o processo de cura.

Ao lado de cada quarto, conforme pode ser identificado na planta abaixo, tem-se a presença de uma área "vazia", sem nenhum tipo de construção ou cobertura, o que permite a entrada de ventilação cruzada e iluminação para os corredores internos e quartos. Esses vazios, também criam um ritmo e instigam a curiosidade daqueles que ali transitam e permanecem.

Ainda falando sobre a internação, os quartos com seu dimensionamento entre eixos da modulação, baseados nos quartos projetados para o Yishun Hospital em Singapura, trazem a proposta de inclinação dos leitos em 15 graus, permitindo um maior acesso de ventilação e iluminação natural de forma individual para os pacientes, além das fontes coletivas. A Figura 3 é o esquema produzido pelo autor com base na planta para demonstrar a funcionalidade do quarto coletivo.

Figura 23 – *Detalhe do quartos coletivos*

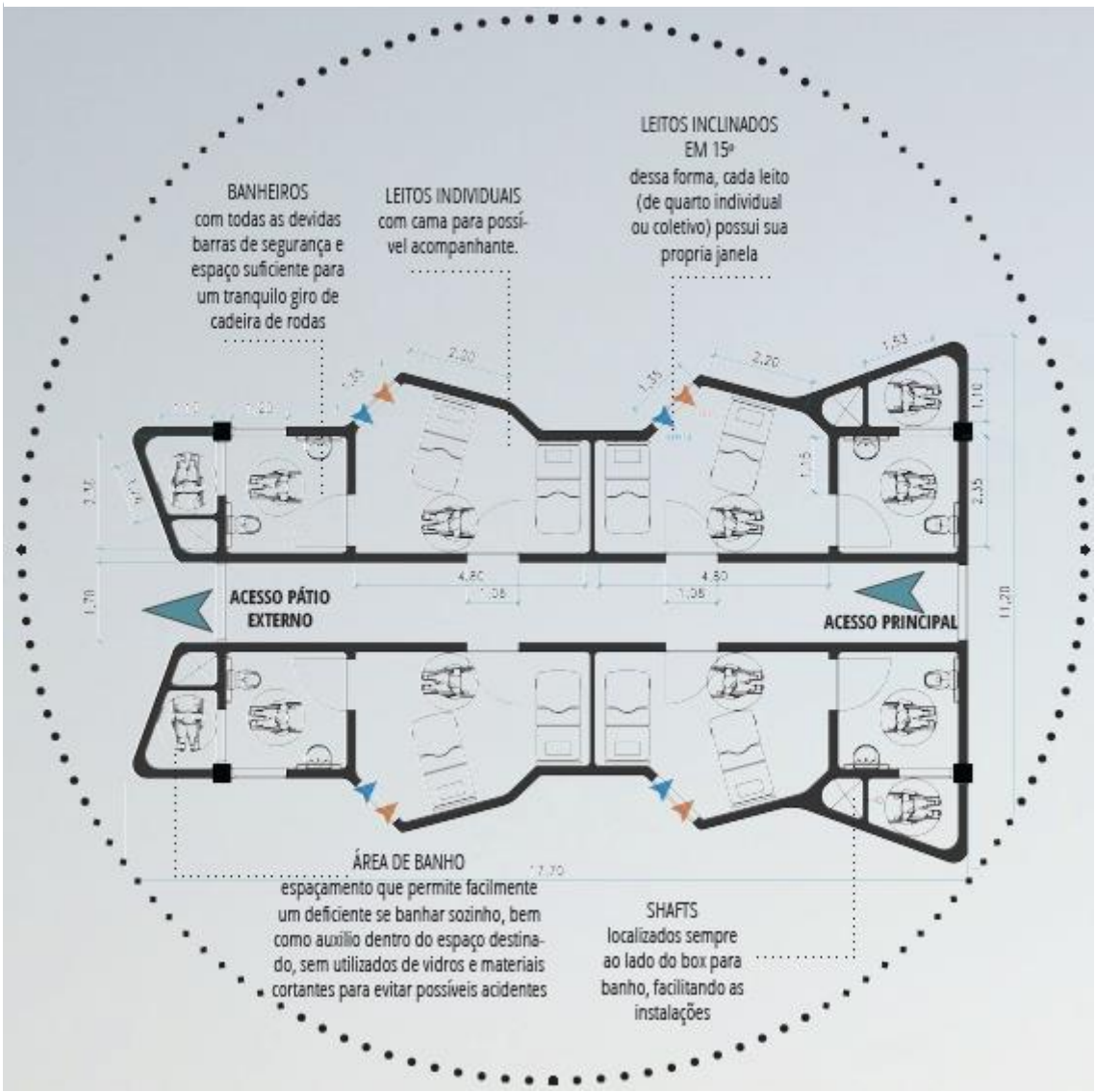


Fonte: Produzida pelo autor.

Com duas tipologias, os quartos são divididos entre coletivos e privativos. Ambos possuem a mesma organização macro e entre pilares, com recortes de forma a garantir a entrada de elementos naturais em seu interior, quando desejado. O quarto coletivo abriga seis leitos, número máximo permitido pela RDC-50, que também dispõe do melhor aproveitamento das instalações. Na proposta, as janelas individuais trazem maior conforto e sensação de controle para os pacientes, além da maior conexão com o meio externo prover a sensação de tempo. Apesar de se tratar de um quarto coletivo para abrigar até seis pacientes, a parede central utilizada para instalação dos serviços complementares, permite o contato visual com apenas três pessoas e a inclinação dos leitos, apesar de permitir o contato social, também providencia

maior privacidade visual. Os sanitários localizam-se na ponta, com área para acesso e presença de acompanhantes caso se faça necessário; os shafts de instalações trazem facilidade de manutenção, assim como o arredondamento de todas as quinas e cantos providencia facilidade de higienização, além de maior segurança aos usuários em caso de acidentes. Os puxadores também são sempre embutidos, a fim de evitar quinas e prevenir possíveis acidentes e machucados.

Figura 24 – *Detalhe dos quartos Individuais*



Fonte: Produzida pelo autor.

Nos quartos individuais, conceito se mantém o mesmo, bem como a modulação utilizada. Ao invés de um quarto coletivo com seis leitos, encontram-se quatro quartos individuais, com o mesmo sistema de sanitários, inclinação do

leito - permitindo pleno acesso de ventilação (representado pela seta azul) e iluminação natural (representado pela seta laranja) - e espaço para acompanhante. O acesso a área coletiva externa, na sacada, acontece pelo corredor interno e não mais pelo próprio quarto, conforme visualiza-se na imagem a seguir.

A funcionalidade e conforto do quarto, se mantém da mesma forma já identificada, porém com total privacidade para o paciente ali internado. A parede de instalações, para abrigo da bancada de higienização das mãos, TV e mesa para atividades e refeições, fica na parede à frente do leito, ao lado da porta. Os cantos arredondados também se fazem presente, assim como a adaptação dos puxadores para sistemas embutidos.

Ainda se baseando no sistema de dois quadrantes, o segundo pavimento tem um lado totalmente focado no diagnóstico por imagem, abrigando o centro cirúrgico (em vermelho); enquanto o outro abriga o setor administrativo, refeitório e área de descanso para o staff.

Figura 25 – *Planta do Segundo pavimento*



Fonte: produzida pelo autor

O setor cirúrgico, conforme identificado pela Figura 6, divide-se pelo corredor técnico e de um lado abriga oito salas de cirurgia de porte médio, com

40m² cada, além das áreas complementares necessárias (vestiários de barreira, anestesia, banco de sangue local, entre outros). Do outro lado, o conceito de organização se mantém, mas abriga oito salas cirúrgicas de grande porte (80m² cada).

Acima do setor cirúrgico, o pavimento técnico aparece como elemento necessário e facilitador. Conforme defendido por Elza Costeira:

> *Aparece nos projetos o uso de shafts e pavimentos técnicos especialmente sobre os andares de implantação dos centros cirúrgicos, para a distribuição dos gases medicinais, dutos de climatização, cabos elétricos e instalações especiais. A verticalização da arquitetura hospitalar aperfeiçoa a distribuição desses recursos, que utilizam os percursos a partir das centrais respectivas.* (COSTEIRA apud BITENCOURT e COSTEIRA, 2014, pág 112).

Na cobertura do pavimento, a instalação de placas fotovoltaicas traz um maior aproveitamento solar e também agregam no sistema de eficiência energética. Na cobertura do setor administrativo e refeitório, uma horta é instalada e atua como solução térmica, além de providenciar a possibilidade de uso de seu produto final nas cozinhas e seu cultivo poder ser oferecido como atividade para os pacientes que puderem e desejarem participar.

O subsolo, destinado ao estacionamento de funcionários e abrigo do setor logístico, conta com 425 vagas, onde três são destinadas especificamente para ambulâncias. A logística conta com área para carga e descarga, depósito e incineração de lixo hospitalar, lavanderia, depósito de roupa limpa, central de gases e geradores.

CONCLUSÃO

Através de todo o conteúdo apresentado até então, conclui-se que o projeto de um edifício hospitalar abriga uma alta complexidade projetual e organizacional. Através do histórico e desenvolvimento da arquitetura hospitalar no Brasil e no mundo, fica evidenciado a velocidade de evolução tecnológica, levando a grande necessidade de ambientes e projetos que abriguem a expansibilidade e flexibilidade em sua concepção.

Em conjunto com esses dois pontos cruciais para um projeto de saúde, a humanização e conforto do paciente devem ser prioridade, sendo alcançadas através de mudanças que podem representar melhorias extensas para a

convivência e estada dos usuários, provendo conforto térmico, acústico, lumínico e ambiental. A busca por esses conceitos, traz uma melhor eficiência energética para todo o complexo, aproveitando-se, por exemplo, dos ventos predominantes, orientação solar, vegetação e lago, reduzindo os gastos energia elétrica - que devido à complexidade das atividades exercidas nos ambientes hospitalares, costuma ser muito alto - e providenciam um contato maior dos usuários com a natureza, favorecendo a humanização.

A acessibilidade, que deve ser provida em qualquer projeto arquitetônico, se faz presente e junto com todos os elementos e soluções projetuais apresentado, providenciam uma melhor estada para aqueles que buscam tratamento, para seus acompanhantes e equipe de funcionários do local.

Como resultado final desse estudo, o Hospital Bernardo Klopfer traz a empregabilidade dos conceitos apresentados e mostra-se como uma solução inicial para a problemática não só regional e sim, nacional.

Figura 26 – *Perspectivas 3D do projeto*



Fonte: produzida pelo autor

REFERÊNCIAS

ANVISA. **Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (RDC-50)**. Brasília, Ministério da Saúde, 2002.

CORPO DE BOMBEIROS. **Instrução Técnica nº 11/2015** – Saídas de emergência. São Paulo. 2015.

COSTEIRA, Elza Maria Alves**. Arquitetura Hospitalar: História, Evolução e Novas Visões**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/sustinere/article/view/14127>

COSTEIRA, Elza Maria; BITENCOURT, Fabio. **Arquitetura e Engenharia Hospitalar**. Rio de Janeiro. Rio Books. 1ª Edição 2014.400 páginas.

DARKEN, R.P; PETERSON, B. Spatial Orientation, Wayfinding, and Representation. Handbook of Virtual Environment Technology. Stanney, K. Ed. 2001.

DE GÓES, R. **Manual Prático da Arquitetura Hospitalar**. São Paulo: Edgar Blucher, 2004.

HUNTER, S. Architectural Wayfinding, M.Arch. IDeA Center, University at Buffalo, 2010. Disponivel em: <http://www.udeworld.com/documents/designresources/pdfs/ArchitecturalWayfinding.pdf>. Acesso em: 7 jun.2019

LIMA, João Filgueiras. Arquitetura: **Uma Experiência na área da Saúde**. São Paulo. 2012. Romano Guerra Editora, 2012. 324 páginas.

LUKIANTCHUKI, Marieli Azoia; CARAM, Rosana Maria. **Arquitetura Hospitalar e o Conforto Ambiental: Evolução Histórica e Importância na Atualidade.** Disponível em: https://www.usp.br/nutau/CD/160.pdf

MAROSO, Caio Barbato: **Habitação e Cidade: uma gestão territorial, dispersão urbana e o Programa Minha Casa Minha Vida. O caso dos Conjuntos Habitacionais Jaguariúna I e II**. Jaguariúna, São Paulo (2011-2016). 2017. 178 páginas. Tese (Mestrado em Urbanismo) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2017.

PARIS, Patricia; SOUZA, Cássia Rafaela Brum; SOUZA, Daniele Brum. **Arquitetura Hospitalar: diretrizes para avaliação de qualidade, Conforto e Sustentabilidade**. Revista Thêma et Scientia, v. 6, n. 2, p. 8-33, 2017.

PREISER, W. F. E. Abstract**: Design and Health. International Academy for Design and Health**. 2003

THOMAZONI, A.D.L; ORSTEIN, S.O.. Avaliação Pós-Ocupação em hospitais complexos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016. São Paulo. Anais, São Paulo: ENTAC, 2016.

THOMAZONI, Andrea D. L.; ORSTEIN, S. W. O processo de projetos de centros de diagnóstico por imagem sob o ponto de vista da análise dos fluxos. In: VI Congresso Brasileiro para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar. Anais (CD-ROM). Florianópolis, Santa Catarina, 2014, p. 103 – 108.

WANG, Zhe; PUKSZTA, Michael; PETZOLDT, Natalie R.; CAYTON, Jennifer H. Cancer Treatment Environments: From pre-design reserarch to post-occupancy evaluation. In: World Health Design, p. 68 – 74. Disponível em: https://www.healthdesign.org/sites/default/files/cancercaredesign.pdf

DA CERÂMICA AO LAZER: CENTRO DE CULTURA E SERVIÇOS[1]

From ceramics to leisure: culture and services center

CAMPOS NETO, Dirceu de Oliveira
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

CARNEIRO ROSA, Adriana Aparecida
Centro Universitário de Jaguariúna - UNIFAJ

Resumo: O artigo trata do reuso de uma antiga fábrica de isoladores cerâmicos, abandonada, situada na área central do munícipio de Pedreira/SP. A partir da necessidade de se vincular história ao cotidiano, de modo a intervir, respeitar e se apropriar das características e camadas temporais existentes, de modo a não produzir falso histórico, e sim evidenciar antigo e novo. Sendo o produto dessa intervenção o Centro de Lazer, Cultura e Serviços, que atenda às necessidades da população. Afim de embasar os estudos acerca de intervenção em patrimônio industrial, utilizou-se como estudo de caso o projeto de Lina Bo Bardi, para uma antiga fábrica de tambores, conhecido como SESC Pompéia/SP.

Palavras-chave: intervenção; arquitetura industrial; camadas temporais.

Abstract: The article deals with the reuse of an old ceramic insulator factory, located in the central area of the city of Pedreira/SP. Thought the need to link history to everyday life, intervening in order to respect and appropriate the existing characteristics and temporal layers, not producing false history, but to evidence old and new. Being the product of this intervention the Center for Leisure, Culture and Services, which meets the needs of the population. In order to base the studies about the intervention in industrial patrimony, it was used as a case study the project of Lina Bo Bardi, for an old factory of drums, known as SESC Pompéia/SP.

Key words: intervention; industrial architecture; temporal layers.

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como objeto de estudos o complexo de galpões da antiga fábrica de porcelanas Santa Terezinha, fundada em 1960 por Paschoal Ferrarezzo, situado na área central do município de Pedreira/SP.

O pavilhão localiza-se uma importante área a qual conta com infraestrutura necessária. As atividades no local foram encerradas em 2004 e

[1] Artigo desenvolvido sob orientação da Prof.ª. Me. Adriana Aparecida Carneiro, uma outra versão desse projeto, denominada, A Fábrica: Centro de lazer, cultura e serviços, foi apresentada e aprovada pela banca final de graduação em novembro de 2018, composta por Prof.ª Me. Adriana Aparecida Carneiro, Prof.ª Dra. Denise Fernandes Geribello e Prof. Dr. Haroldo Gallo.

desde então as instalações tornaram-se sinônimo de abandono, o que levou a diversas invasões e depredação do patrimônio.

Tem-se como principal objetivo a requalificação e o reconhecimento das edificações como parte itinerante da história e configuração urbana da cidade. Além disso, busca-se através da requalificação urbana e patrimonial atender as demandas do município por lazer, cultura e serviços em formato similar ao SESC Pompéia, projetado por Lina Bo Bardi, no bairro da Pompéia, em São Paulo, em uma antiga fábrica de tambores.

O centro de lazer, serviços e cultura foi pensado através de levantamento historiográfico acerca da história da porcelana Santa Terezinha e as relações com a área onde situa-se o galpão. Além da pesquisa de campo, foram levantados materiais fotográficos e as características formais dos edifícios.

Também foram realizadas entrevistas com proprietários do conjunto a fim de reunir maiores informações sobre as antigas operações no local e histórico, deste modo buscando aproximar arquitetura e funções. A pesquisa fundamentou teoricamente a produção das soluções projetuais conciliada com a conservação do patrimônio industrial, tendo como base os conceitos presentes nas cartas patrimoniais.

A proposta trata sobre a história e impactos das fábricas de porcelana no município de Pedreira, como o surgimento e crescimento dessas, contribuiu para o desenvolvimento urbano e econômico, posterior declínio.

Além da análise acerca do patrimônio industrial e sua preservação, sendo a restauração um ato critico que deve compreender a história do edifício para que dessa forma possa-se tomar as medidas coerentes para a preservação e caracterização da memória presente, contrapondo o antigo do novo, e evidenciando as camadas temporais a afim de criar uma identidade arquitetônica que permita a fácil distinguibilidade da intervenção. Ainda foram analisados os espaços culturais para com isso buscar soluções que melhor atendam as demandas afim de criar um complexo democrático que acolha e seja acolhido assim como a proposta do SESC Pompéia, descrito por Lina Bo Bardi como uma experiência socialista.

A PORCELANA

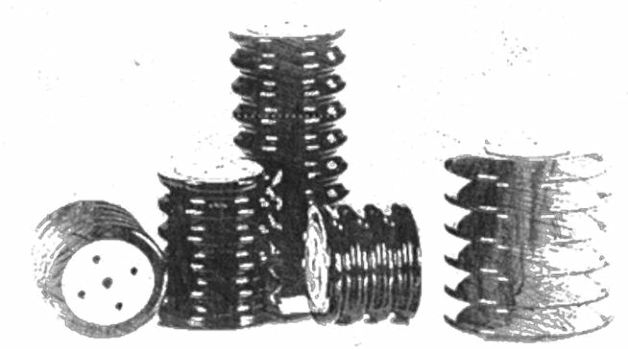
Data-se o início da produção da porcelana em Pedreira, no ano de 1911, junto às transformações ocorridas na Olaria Rizzi (1907) que deixava o seguimento da produção de louças tradicionais de barro e passava a produzir louças a partir de pó de pedra, originada desse modo a primeira fábrica de cerâmica branca registrada e datada no município, conforme Rocha, 2014.

> *A transição da fabricação da louça de pó de pedra para porcelana foi feita de maneira gradual em Pedreira, com muitas pesquisas e ensaios com matéria prima, temperatura dos fornos, enfim, com experimentação por parte dos industriais.*

Registra-se também que no ano de 1911, Pedreira ainda não contava com o abastecimento de energia elétrica, toda a produção era alimentada por sistemas de queima e roda d'água, a qual contribuía para moer e triturar os materiais base para a produção da porcelana.

A partir da década de 40 inicia-se grande expansão industrial no município, tal crescimento reagiu diretamente no aumento populacional, onde no ano de 1949, foram criados 39 novos loteamentos, em um total de 7.311 novos lotes; no ano de 1970 estima-se que quase 70% da população pedreirense trabalhava no ramo cerâmico. É no ano de 1943, que se registra a primeira fábrica de isoladores cerâmicos no município, a fim de atender esse novo seguimento de mercado, novas empresas surgem no município e antigas produtoras de cerâmica decorada passam a migrar sua produção, a fim de atender as produtoras e distribuidoras de energia do país, é no ano de 1949 que é fundada a cerâmica Santa Terezinha.

Figura 27 – Isoladores produzidos pela Cerâmica Santa Terezinha.



Fonte: Acervo Santa Terezinha, sem autor e data. Adaptada, 2018.

RESTAURO E INTERVENÇÃO

Segundo Kühl (2006), a restauração é um ato crítico, alicerçado no reconhecimento da obra e de seu transformar no decorrer do tempo, insere-se no tempo presente – jamais se colocando em qualquer uma das fases por que passou a obra, muito menos no momento de sua criação, em que se intervém em obras do passado, de maneira criteriosa, com vistas à sua transmissão para as próximas gerações, mantendo sempre, portanto, o futuro no horizonte de suas reflexões. É ato de respeito pelo passado, interpretado no presente e voltado para o futuro, para que os bens culturais possam continuar a ser efetivos e fidedignos suportes da memória coletiva. (Kühl, 2006).

Tendo como base a visão de Kühl (2006) acerca do patrimônio histórico e seu restauro, pode-se concluir que a autora se fundamenta e defende o restauro critico conservativo, que por sua vez é defendido e criado com base nos ideais de Brandi, onde cada restauro é ímpar, não havendo um manual, cada edifício deve ser compreendido e entendido, caso a caso, para com isso as propostas serem elaboradas, equacionando, história e estética. Acima de tudo Brandi em sua vertente busca evidenciar a essência do edifício e sua forma e a unidade visual do conjunto sem, tendo como foco não cometer uma falsa ideia estética ou histórica, além disso, as camadas temporais são evidenciadas. (Kühl, 2006).

Deste modo, Brandi (2004) e Kühl (2006), servirão de guia para a elaboração do projeto de pesquisa, tendo em vista que estes ideais e vertentes

empregados de forma adequada conduzem a um restauro não prejudicial à memória da obra, e a sua estética. (Brandi, 2004. Kühl, 2006).

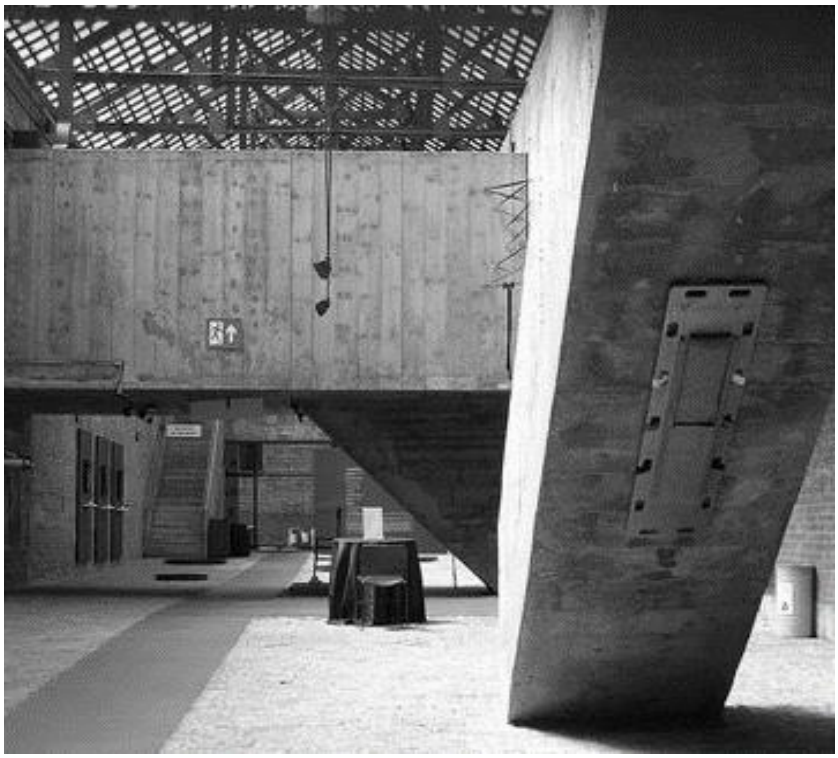
FUNDAMENTOS DO RESTAURO

Os fundamentos do restauro visam garantir que as intervenções sejam realizadas seguindo um processo metodológico, desenvolvido afim de permitir a continuidade do bem as futuras gerações, sem criar falso histórico ou inibir as marcas do tempo, sendo as camadas temporais evidenciadas.

DISTINGUIBILIDADE

O conceito de distinguibilidade parte do preceito que não se deve confundir o observador quanto as camadas temporais, deixando claro arquitetura existente de eventuais intervenções. Deste modo documentando e evidenciando o histórico do edifício.

Figura 28 – Escada e camarim para o auditório do SESC Pompeia, projeto de Lina Bo Bardi, construídos em concreto aparente, onde se evidencia e diferencia da técnica construtiva original do edifício.



Fonte: Do autor, 2015.

REVERSIBILIDADE

A reversibilidade, fundamenta-se na ideia de que a intervenção possa ser removida, e garantindo a integridade das características formais da arquitetura existente, insere-se de modo respeitoso. Além de permitir intervenções futuras.

Figura 29 – Madeiramento do telhado existente em um dos pavilhões do SESC Pompéia, projeto de Lina Bo Bardi, intervenção em chapas metálicas, as quais foram afixadas afim de reforçar a estrutura.



Fonte: Do autor, 2015.

MÍNIMA INTERVENÇÃO

Como fundamento da mínima intervenção, deve-se equilibrar as intervenções afim de não descaracterizar o documento histórico. Evidenciando as camadas temporais.

Figura 30 – Oficinas e ateliês, alvenaria construída em bloco de concreto, projeto de Lina Bo Bardi para o SESC Pompéia, divisórias soltas do pavilhão existente, onde se evidencia as camadas temporais e se intervém de menor forma ao edifício original.



Fonte: Do autor, 2015.

ESTUDO DE CASO - SESC POMPÉIA

Lina Bo Bardi
Barra Funda, São Paulo/SP

Figura 31 – Imagem aérea com destaque para localização do SESC Pompéia



Fonte: Google Earth. Adaptada, 2018.

> *Há exatos 26 anos, uma bomba explodia no ambiente arquitetônico brasileiro, mais especificamente em São Paulo. Essa bomba era o Centro de Lazer Fábrica da Pompéia, hoje conhecido simplesmente como SESC-Pompéia. (FERRAZ, 2016).*

Caracterizado, como bruto, feio, fora de escala e delicado por FERRAZ (2016), o SESC, representou um novo momento para a arquitetura paulista. A primeira etapa do projeto foi inaugurada em 1982, a qual constituiu na readequação da antiga fábrica de tambores dos Irmãos Mauser, durante o processo de adequação, descobre-se que os antigos pavilhões eram construídos com estruturas de concreto armado.

Com base na descoberta do material, faz-se a escolha por deixar este material aparente, dessa forma aderindo a uma vertente de restauro, que consiste na conservação das estruturas existentes e adequação e inserção de novos elementos, conhecida como crítico conservativa.

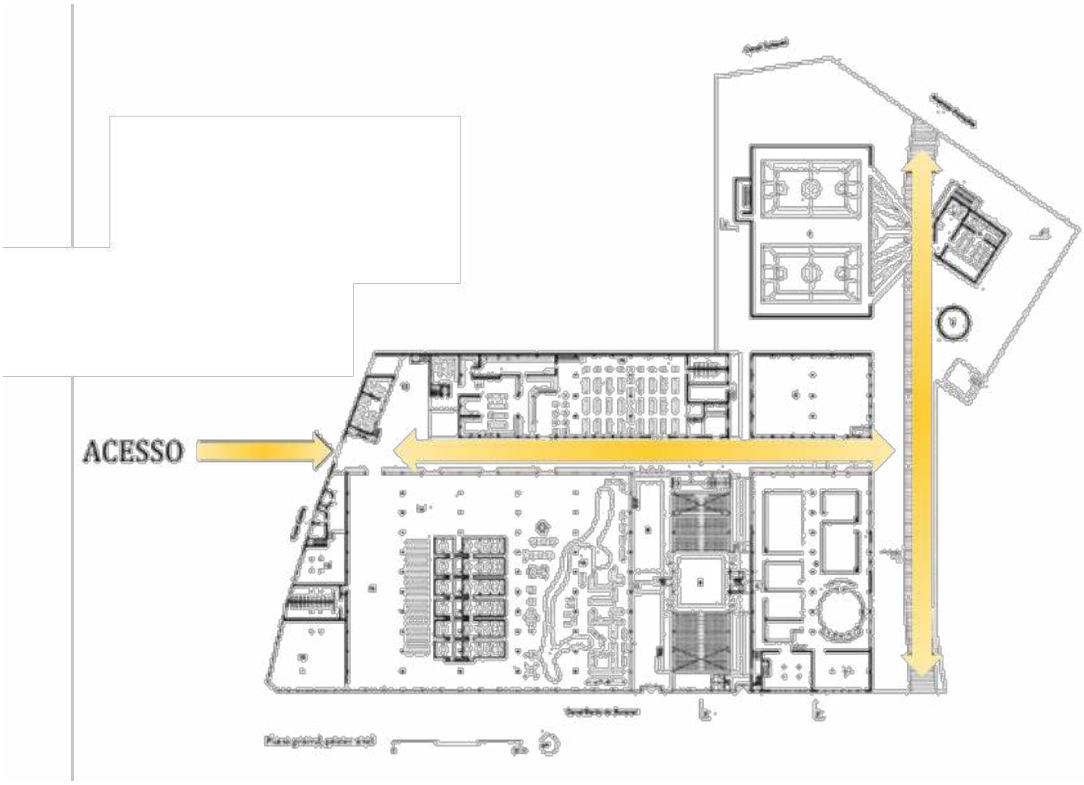
O SESC Pompéia é caracterizado por Marcelo Ferraz, 2016, como,

> *Uma experiência arquitetônica que alia criatividade a um grande rigor, liberdade com responsabilidade, riqueza com concisão e economia de meios, poética com ética.*

Conclui-se que o SESC, foi uma grande experiência de ressignificação da antiga fábrica de tambores, onde criou-se um espaço de convívio democrático, que abriga usos diversos, e inclui pessoas de diferentes classes e faixas, com interesses comuns, o lazer, entretenimento e a busca por comunicação e conexão.

> *Fizemos aqui, uma experiência socialista. (BO BARDI,1980 apud FERRAZ, 2016).*

Figura 32 – Planta do complexo do SESC Pompéia, com destaque para rua interna e circulação.



Fonte: FRACALOSSI, Igor. Adaptada, 2013.

A circulação interna através de uma rua interna calçada em blocos de paralelepípedo, permite aos usuários do SESC um livre e fluído movimento por entre os galpões da antiga fábrica de tambores até os volumes Brutalistas de Lina. A rua interna convida os pedestres a adentrarem ao complexo e os guiam pela extensão da Rua Clélia, até a surpresa, o edifício desportivo junto ao deck, também carinhosamente conhecido na capital, como a praia do paulistano.

LEVANTAMENTO URBANO

O projeto insere-se no município de Pedreira/SP, localizado a pouco mais de 150km da capital paulista, é um dos 20 municípios que compõe a Região Metropolitana de Campinas (RMC).

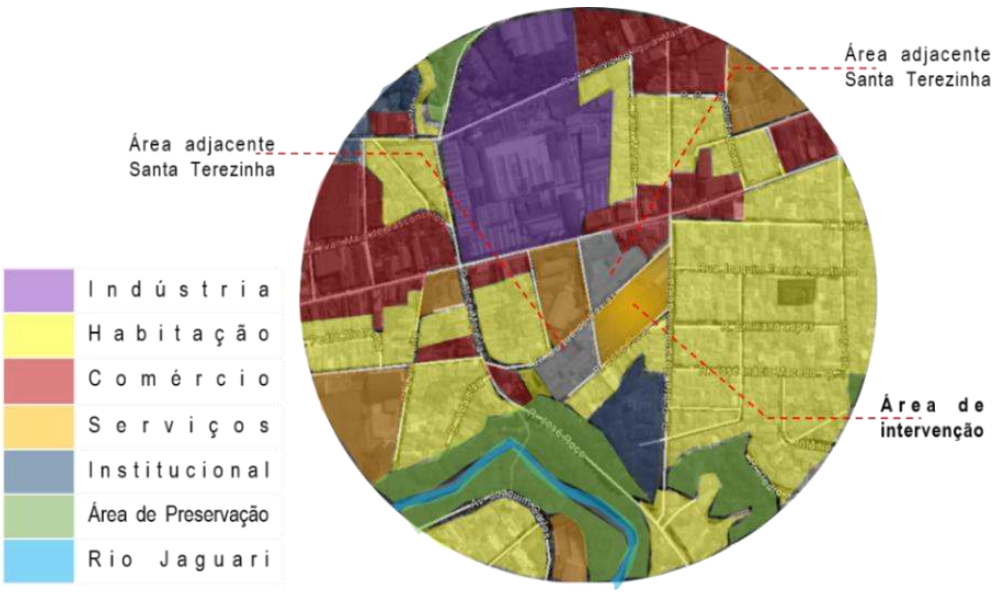
Figura 33 – Composição (RMC) Região Metropolitana de Campinas, com destaque para o município de Pedreira/SP.



Fonte: FORMAGGINI, Adaptada. 2018.

O complexo situa-se na área central do município identificada através da lei de parcelamento do solo, como Macrozona 01, zona de urbanização consolidada: compreendendo a região central do município e adjacências apresentando ocupação sólida, com poucos terrenos vagos, e grau médio/alto de adensamento, com localização predominante de atividades comerciais e de serviços e maior oferta de infraestrutura e equipamentos urbanos.

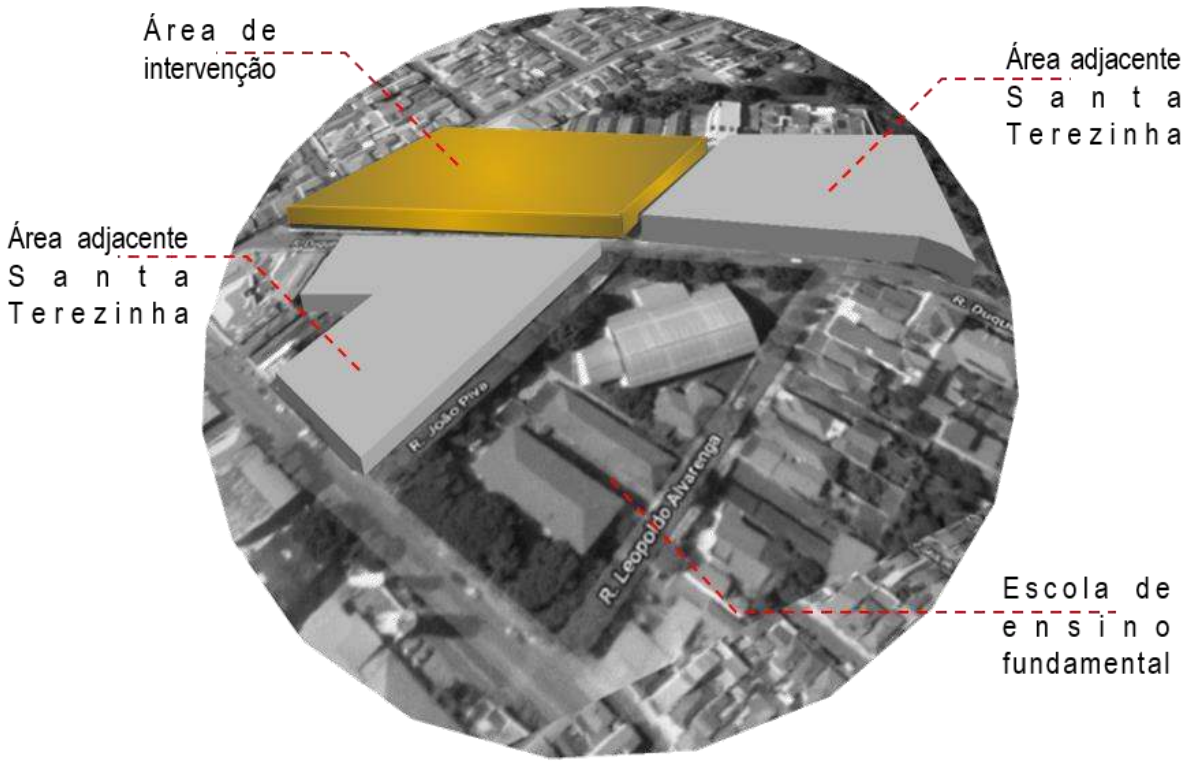
Figura 34 – Mapa de uso e ocupação do solo, com destaque para área de intervenção.



Fonte: Do autor. 2018.

O complexo Santa Terezinha, organiza-se em três pavilhões na área central do município, ao todo 17 mil m² edificados. Contudo, afim de otimizar os trabalhos e levantamentos optou-se por detalhar e intervir apenas no edifício em destaque, visto que é o mais antigo do complexo e nele onde se configurava a antiga linha de produção da cerâmica. Os demais pavilhões encontram-se em mesmo estado de abandono.

Figura 35 – Levantamento volumétrico do complexo, com destaque para área de intervenção.



Fonte: Do autor. 2018.

Afim de garantir a unidade no conjunto e promover o uso dos equipamentos pela população local implementa-se diretrizes gerais de planejamento, são elas:

- Assegurar que demais pavilhões do conjunto sejam revitalizados afim de criar um complexo de lazer, cultura e serviços, que corresponda as necessidades da população;
- Criação de pontos e rotas de transporte público; Remoção de vagas de estacionamento paralelas às vias, criação de estacionamento

subterrâneo;

- Revitalização e alargamento dos passeios;
- Instalação de lombofaixas;
- Readequação e atualização da rede elétrica, sendo instaladas em galerias subterrâneas;
- Criação de programas municipais para intervenção em bens em estado de abandono, e a utilização dos mesmos para fins de lazer, cultura e serviços afim de atender as necessidades da população;
- Utilização do complexo de lazer, cultura e serviços como a extensão das salas de aula, para as escolas do município;
- Implementação de políticas públicas, para evitar a Gentrificação (Direito de Preempção, Aluguel Social entre outras).

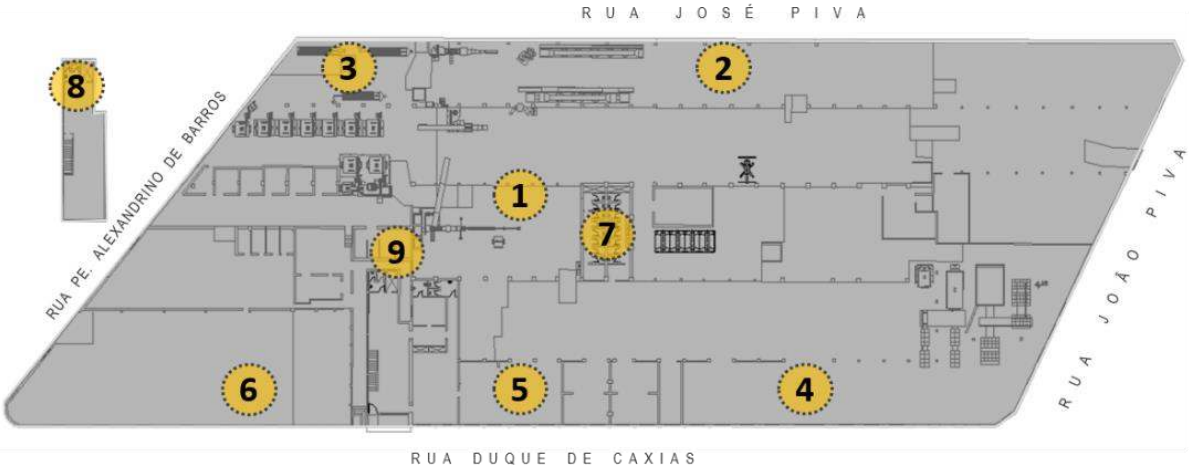
Figura 36 – Levantamento fotográfico do entorno no edifício, com destaque para o pavilhão de intervenção.



Fonte: Do autor. 2018.

ESTADO DE CONSERVAÇÃO

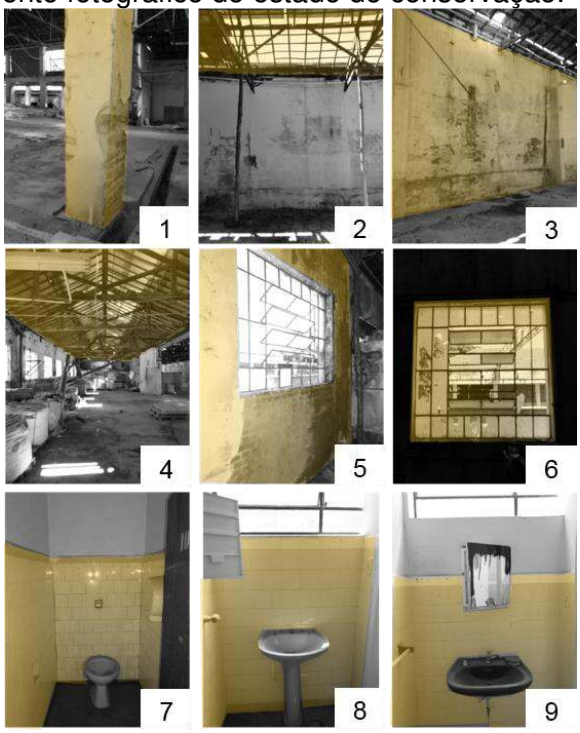
Figura 37 – Planta do pavilhão, com identificação dos pontos catalogados para o levantamento de estado de conservação.



Fonte: Do autor. 2018.

Por meio do levantamento fotográfico, o qual contribui para a leitura da edificação existente, o levantamento é composto pela planta acima, a qual situa o ponto de captura das fotos e o produto deste são as fotos as quais através delas as avarias presentes foram catalogadas, e exploradas no desenvolvimento do projeto.

Figura 38 – Levantamento fotográfico do estado de conservação.



Fonte: Do autor. 2018.

1. Pilares
Material: Tijolo de barro e revestimento em argamassa.
Conservação: Razoável.
Observação: Avaria afeta apenas o revestimento.

2. Cobertura
Material: Telha de barro e estrutura em madeira.
Conservação: Ruim.
Observação: Falta da vedação tem causado danos a estrutura.

3. Alvenaria
Material: Tijolo de barro.
Conservação: Razoável.
Observação: Presença de umidade, causada pela infiltração nas condutoras de águas pluviais.

4. Estruturas da Cobertura
Material: Madeira.
Conservação: Ruim.
Observação: Estruturas estão cedendo e caindo, afetando os demais apoios.

5. Revestimentos
Material: Tijolo de barro e revestimento em argamassa.
Conservação: Ruim.
Observação: Humidade causando o desplacamento do revestimento.

6. Caixilhos
Material: Ferro e vidro.
Conservação: Bom.
Observação: Danos no caixilho afetam apenas a vedação de vidro.

7. 8. e 9. Banheiros
Material: Revestimento cerâmico e louça sanitária.
Conservação: Bom.
Observação Necessário apenas manutenção e limpeza.

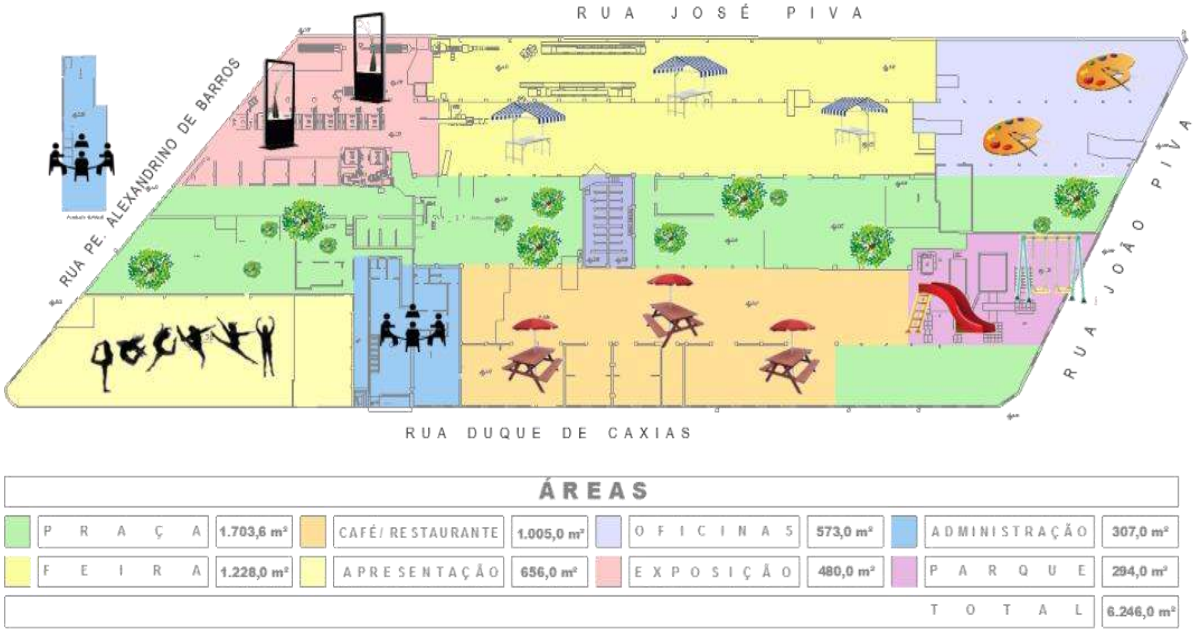
O levantamento do estado de conservação fundamenta as intervenções afim de respeitar a memória presente e matéria original. Garantindo além da criação de uma linguagem arquitetônica, a verificação das anomalias as quais podem representar ameaça à segurança e integridade do edifício e usuários.

O PROJETO

O complexo organiza-se em oito setores os quais estão interligados

através do eixo central. O programa de necessidades conta com espaços destinados a diversas atividades de lazer e cultura e serviços, os quais foram estabelecidos através da análise das demandas do município por atividades deste tipo, além de ser um local de permanência, onde se faz possível um lazer gratuito e inclusivo.

Figura 39 – Programa iconográfico.

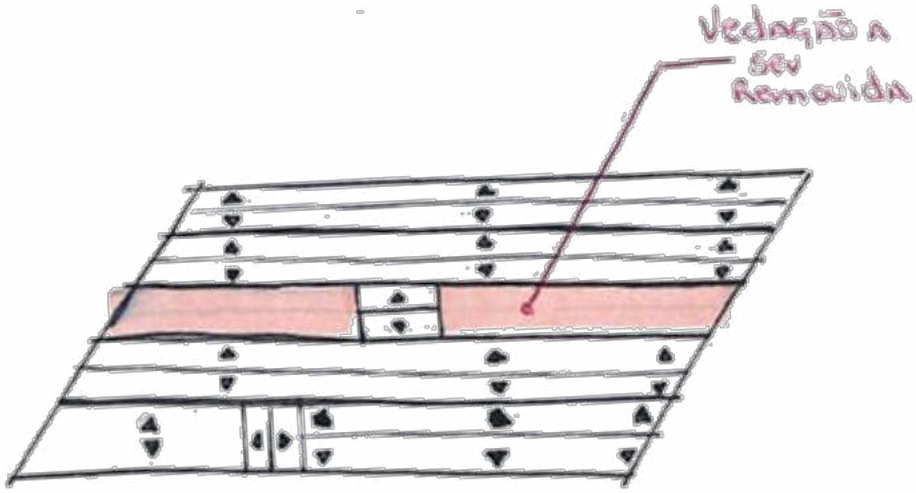


Fonte: Do autor. 2018.

As intervenções são fundamentadas nos preceitos de intervenção critico conservativa a qual explora os ideais de Brandi, 2004.

> *A integração deverá ser sempre e facilmente reconhecível; mas sem que por isto se venha a infringir a própria unidade que se visa a reconstruir.*

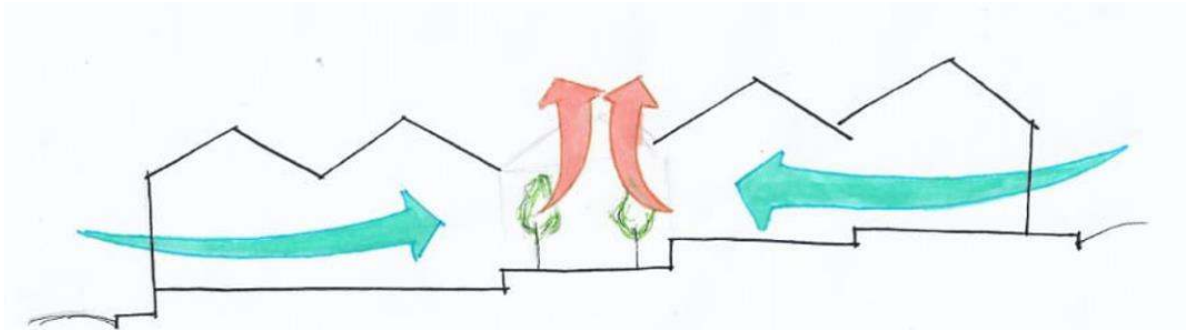
Figura 40 – Croqui cobertura, com destaque para o eixo central, onde a vedação foi removida.



Fonte: Do autor. 2018.

Remoção parcial de vedação da cobertura central, afim de criar maior permeabilidade ao solo, permitir que a iluminação e ventilação natural incidam no interior da edificação. Além de marcar o eixo central do complexo, no qual localiza-se o deck elevado cercado por árvores e arbustos, deste modo criando o eixo verde ao longo da praça central. Para a criação do eixo, a vedação será removida, sendo as telhas deste empregadas no reparo das demais coberturas do complexo, já as tesouras serão mantidas afim de ditar o ritmo original do edifício e expressar as camadas temporais. Afim de garantir a integridade das tesouras expostas as intempéries naturais, as mesmas devem receber tratamento para proteção, em verniz, além da proteção de fungos e cupins.

Figura 41 – Croqui esquemático, simulando a ventilação por efeito chaminé.

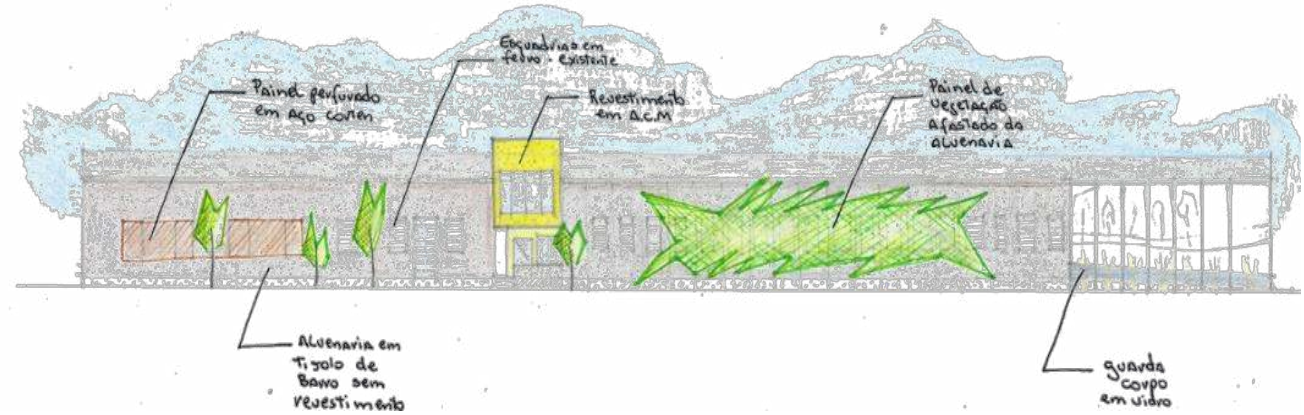


Fonte: Do autor. 2018.

A proposta tem como objetivo o uso da iluminação e ventilação natural, afim de evitar o uso de equipamentos como ar condicionados ou exautores. Deste modo a remoção parcial da cobertura central permite que as correntes de ar frio possam adentrar o edifício através de suas aberturas e expulsar o ar

quente para fora, através da circulação em efeito chaminé. Além disso criar um clima necessário para a implantação do paisagismo, o qual é peça fundamental para a criação da praça central.

Figura 42 – Croqui fachada R. Duque de Caxias, com proposta de materiais utilizados.



Fonte: Do autor. 2018.

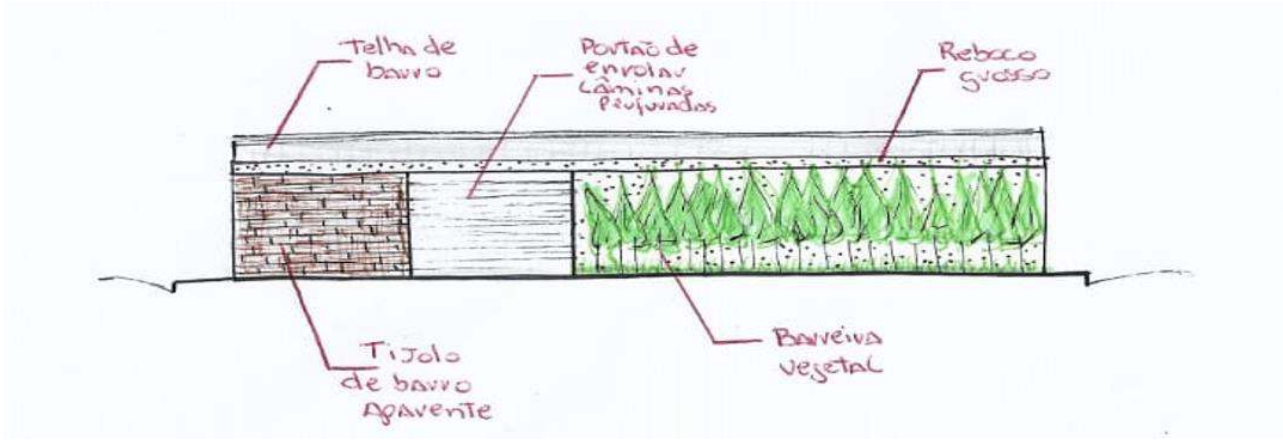
Brise vegetal – Pensado para permitir maior conforto térmico e acústico no interior do edifício, instalado em estrutura metálica afastado da alvenaria. Forma irregular a interromper o ritmo original da fachada, simulando uma desconstrução.

Revestimento em ACM (Alumínio composto) – Afim de marcar e evidenciar a forma original do edifício, além de criar um marco que permite fácil identificação do edifício administrativo.

Tijolo aparente – Remoção parcial do revestimento, afim de evidenciar a técnica construtiva do complexo, ilustrando as camadas temporais.

Muxarabi metálico em tubos horizontais – Tem a função de marcar a forma original do edifício, além de reduzir a incidência dos raios solares no interior, durante os solstícios de inverno (8h ao poente) e verão (12h ao poente). As estritas propostas pelo brise remetem aos isoladores cerâmicos produzidos no antigo pavilhão.

Figura 43 – Croqui fachada R. José Piva, com materiais utilizados.



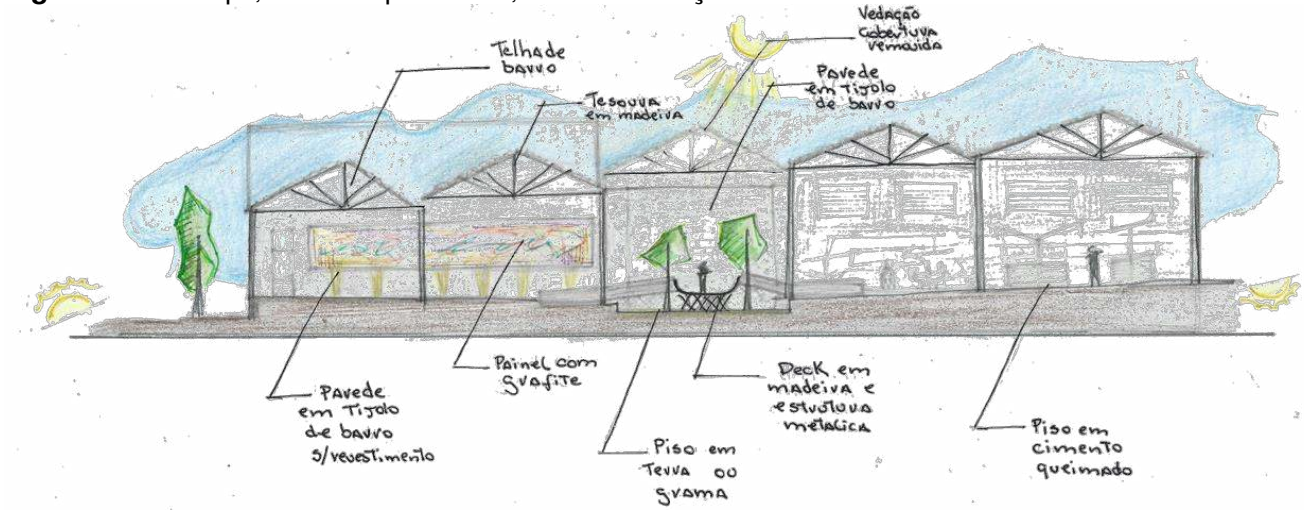
Fonte: Do autor. 2018.

Barreira Vegetal – Criada afim de reduzir o calor incidente no interior da edificação, parte da associação de espécies vegetais de arbustos de médio porte e trepadeiras.

Reboco Grosso – Impermeabilizado, pensado afim de facilitar a aderência das espécies de trepadeiras, além de criar um contraste entre o tijolo de barro original e o reboco a base de cimento em sua cor natural.

Portão de enrolar – Afim de permitir o controle de acesso e funcionamento, pensado em um sistema automatizado de enrolar com lâminas perfuradas, na cor cinza grafite. A perfuração permite a constante ventilação e a permeabilidade visual.

Figura 44 – Croqui, corte esquemático, com setorização e materiais utilizados.

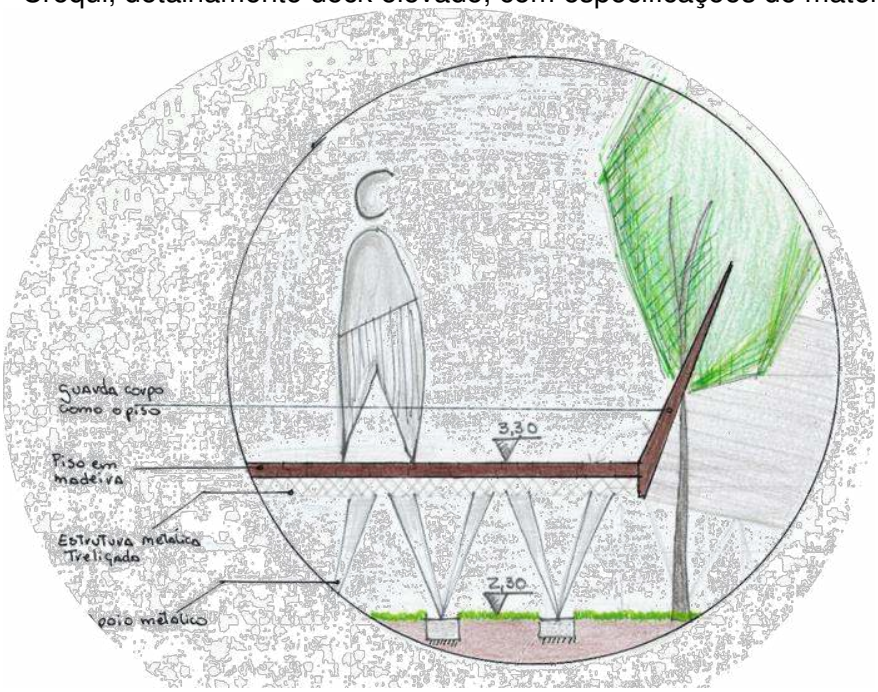


Fonte: Do autor. 2018.

O principal objetivo foi criar um centro de convívio, que ofereça serviços, comércio e entretenimento a população, afim de trazer nova vida e

movimentação ao centro do munícipio, o qual encontra-se degrado e com uso obsoleto e pontual, e não atrativo os munícipes. Fomentar novas práticas criando um complexo público que contemple diversos usos para assim corresponder as demandas recuperando uma área de grande importância que se encontra degradada.

Figura 45 – Croqui, detalhamento deck elevado, com especificações de materiais.



Fonte: Do autor. 2018.

O complexo organiza-se em um grande deck o qual corta todo o prédio, elevado do solo afim de marcar as camadas temporais, sendo o principal eixo, construído em madeira e estrutura metálica. O paisagismo é peça chave na composição da arquitetura visto que junto ao deck formam uma grande praça interna.

Figura 46 – Proposta de intervenção, R. Duque de Caxias.



Fonte: Do autor. 2018.

Figura 47 – Proposta de intervenção, R. Duque de Caxias e R. José Piva.



Fonte: Do autor. 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta de intervenção no antigo pavilhão requalifica uma importante área do município, rica em infraestrutura urbana, além de evidenciar um período de prestigio da história da cidade, durante o auge da porcelana, o qual foi responsável pela recuperação econômica do município após o fim do ciclo cafeeiro, o que também deu o título de flor da porcelana ao município.

Conclui-se que a necessidade dos moradores por espaços que ofereçam

atividades de lazer, atrelada a preservação da memória foram os guias para o desenvolvimento do projeto, fomentando novas práticas culturais, de se vincular passado e presente, evidenciado na arquitetura original, e nas intervenções propostas.

REFERÊNCIAS

BRANDI, Cesare. **Teoria da restauração**. Coleção Cantos do Rio, 3ª edição, São Paulo, Ateliê Editorial, 2004.

FERRAZ, Marcelo. **Numa Velha Fábrica de Tambores - SESC Pompéia Comemora 25 anos**. Minha Cidade, São Paulo/SP, Ano 08, nº.09301, Vitruvius. Abr. 2008.

KÜHL, Beatriz Mugayar. **Algumas questões relativas ao patrimônio industrial e à sua preservação**. Revista do IEEE América Latina, Brasília, v. 4, p. 1-10, 2006.

ROCHA, Ana A; NERY, Cleusa M.G. **A Porcelana em Pedreira – Cem anos de história**. Pedreira/SP: Auana, 2014.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BERNARDES, Hamilton Jr. **Investir para Enfrentar a Crise**. Belo Horizonte/MG: Compós Editorial, 1997.

CARTA DE VENEZA. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Veneza%201964.pdf

CERÁVOLO, Ana L. **Interpretações do Patrimônio**. São Carlos/SP: Edufscar, 2013.

CUNHA, Claudia dos Reis e. **A atualidade do pensamento de Cesare Brandi**. Resenhas Online, São Paulo, ano 03, n. 032.03, Vitruvius, ago. 2004.

PEREIRA, J. H. M. **As fábricas paulistas de louça: estudo de tipologias arquitetônicas na área de Patrimônio Industrial**, São Paulo/SP, 2007.

RODRIGUES, Marly. **Patrimônio Industrial, entre o fetiche e a memória**. USJT, v. 3, São Paulo/SP, 2010.

TREVISAN, R.M.R. **Projeto e Patrimônio: Reflexões e Aplicações**. 1ªed. Rio de Janeiro/RJ: Rio Book's, 2016.

VARGAS, H.C; CASTILHO, Anna L.H. I**ntervenções em Centros Urbanos,** 3ªed. São Paulo/SP: Manole, 2015.

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE TRANSPORTE DO TIPO MONOTRILHO NO EIXO CAMPINAS-MOGI GUAÇU

Proposal For Monorail Transport Implementation on Campinas-Mogi Guaçu Hub

SILVA, Janini de Oliveira Dias
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

VICTÓRIO, Evandra Ramos
Centro Universitário de Jaguariúna – UNIFAJ

RESUMO: Este artigo avaliou o processo de industrialização e urbanização dispersa dos municípios do eixo Mogi Guaçu – Campinas e a relação com os meios de transporte coletivo utilizados neste eixo. Investigou-se a viabilização do sistema de VLT tipo Monotrilho elevado neste contexto regional e um levantamento de outros casos já existentes no Brasil. Para isso, apoiou-se na revisão da literatura específica e em levantamentos de campo, apresentando a teoria e a aplicação do que se investigou. Nesse processo, alguns mapas e gráficos foram confeccionados e hora se apresentam, também, como resultado da pesquisa.

Palavras-chave: Monotrilho; Mobilidade; Transportes

ABSTRACT: his article rated the process of industrialization and dispersed urbanization of the municipalities of the Mogi Guaçu - Campinas axis and the relation with the means of collective transportation used in this axis. It was investigated the viability of the high Monorail VLT system in this regional context and a survey of other cases already existing in Brazil. For this, it was based on the review of the specific literature and on field surveys, presenting the theory and the application of what was investigated. In this process, some maps and charts were made and time presented, as well, as a result of the research.

Key-words: Monorail; Mobility; Transportation

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo embasar a pesquisa para a proposta do traçado de um sistema de VLT tipo monotrilho e suas estações de embarque e desembarque inseridas ao longo da Rodovia SP 340 ligando os diversos municípios situados nesta rota de forma a contribuir na mobilidade e promover o desenvolvimento econômico e social da Região Metropolitana.

Para este estudo foi definido um trecho da Rodovia SP 340, que liga diretamente a cidade de Campinas ao município de Mogi Guaçu, passando pelos municípios de Jaguariúna, Holambra, Santo Antônio da Posse e Mogi Mirim. O trecho em questão possui grande importância econômica nacional por ser responsável pelo escoamento da produção industrial e agropecuária do norte do estado de São Paulo para os principais centros de distribuição nacionais como

o Aeroporto de Viracopos e o Porto de Santos. Bem como ser um dos principais centros de Pesquisa e Tecnologia. Segundo Vitte (2009) a região caracteriza-se como uma área estratégica no mundo dos negócios.

O Trecho estudado possui cerca de 90 quilômetros, partindo do Km 115, sentido Sul (Campinas) ao Km 170, sentido Norte (Mogi Guaçu), que é caracterizado por conurbações lineares dos polos industriais dos municípios ligados pela Rodovia, formando um grande corredor industrial.

Como recorte temporal, serão referências de projetos de monotrilhos já existentes, realizados a partir dos anos 1980 até 2017, selecionando-os de acordo com sua função principal (transporte coletivo de passageiros), priorizando os critérios de localização, solução espacial e uso dos materiais.

O objetivo deste estudo é elaborar uma proposta de projeto arquitetônico dos pilares e das estações do monotrilho elevado que ligará as cidades de Campinas á Mogi Guaçu, para transporte de passageiros. Visando promover a mobilidade de passageiros da região, através de um meio transporte sustentável e de baixo impacto ambiental.

Os objetivos específicos são pesquisa de referências de projetos de monotrilhos e VLTs, levantamento e análise de dados históricos, sociais e econômicos referentes a região escolhida e definição das necessidades que o projeto deverá cumprir atender.

As metodologias utilizadas nesta pesquisa envolveram a revisão bibliográfica de artigos, teses e monografias consultadas para a compreensão do processo de urbanização e histórico-industrial da Região Metropolitana de Campinas, do conceito de mobilidade urbana sustentável e análise da tecnologia e definições do método de transporte escolhido, monotrilho. Sobre o histórico e os processos de urbanização, a autora Maria Célia Caiado (2016), explica e situa o contexto do início da interiorização do desenvolvimento do Estado de São Paulo que transformou a RMC no terceiro polo tecnológico/industrial mais importante do país. Os conceitos de mobilidade urbana sustentável foram definidos pelo conjunto de leis da Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável, desenvolvido pelo Ministério das Cidades. E em relação ás definições, tecnologias, métodos e vantagens do uso do monotrilho, foram estudados os relatórios de Impactos Ambientais EIA/RIMA realizados pela equipe multidisciplinar da Cia de Metrô de São Paulo, como também a tese de

mestrado de Fábio de Souza (2012), que traz a realidade e os desafios do transporte urbano sustentável no Brasil e analisa a tecnologia do monotrilho como uma alternativa capaz de melhorar a mobilidade urbana da região metropolitana de Goiânia.

Outra metodologia utilizada foi o estudo de caso, onde foram selecionadas obras de monotrilhos em andamento e finalizadas até o ano de 2017. Foram selecionados para este estudo: o monotrilho de Poços de Caldas – MG (desativado) e as Linhas Ouro e Prata da Cia. de Metro de São Paulo (ativada e em construção). Sendo escolhidos para estudo de caso, por se tratarem de projetos recentes para transporte sustentável de passageiros utilizando a tecnologia do sistema elevado de monotrilho e por serem nacionais, enfrentam os mesmos desafios da pesquisa proposta. Outras metodologias empregadas serão os levantamentos fotográficos, topográficos e hidrográficos; produção de mapas; e identificação de pontes, viadutos, gasodutos e nascentes.

A situação atual do transporte coletivo quando analisada, considerando que a região escolhida possui aproximadamente 1,5 milhões de habitantes (IBGE, 2010) e que a quantidade de linhas existentes tem capacidade de transportar aproximadamente 2.880 pessoas por dia (EMTU, 2017), indica um déficit no sistema de transporte coletivo que gera o uso de automóveis particulares, criando congestionamentos tanto nos centros urbanos como também nas extensões das rodovias, além da poluição sonora e atmosférica da região.

Pensando na redução do tempo gasto no transporte, do uso de combustíveis fósseis, da emissão de gases poluentes e na melhoria da qualidade de vida, observa-se a necessidade de um sistema de transporte sustentável e funcional, que minimize as barreiras entre a cidade de Campinas e os municípios ao longo da Rodovia Adhemar de Barros.

REVISÃO TEÓRICA

Esta revisão teórica tem como objetivo apresentar as referências utilizadas para a concepção do projeto de conclusão de curso, que consiste na elaboração de uma proposta de sistema de transporte coletivo tipo monotrilho na

Rodovia SP340, de forma que promova a mobilidade urbana e incentive o transporte urbano sustentável na Região Metropolitana de Campinas.

PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS

Para compreender o processo de urbanização da RMC, a autora Maria Célia Caiado (2016) em seu artigo "O Padrão De Urbanização Brasileiro e a Segregação Espacial da População na Região de Campinas: o papel dos instrumentos de gestão urbana" apresentado em 2016 no XI Encontro Nacional de Estudos Populacionais da ABEP contextualiza o período histórico vivido pelo país entre meados de 1945 e 1980. Este período que era de desenvolvimento econômico nacional foi caracterizado pelas altas taxas de crescimento do PIB, a valorização do mercado interno, pelo rápido processo de industrialização do país e também pelas as migrações do meio rural para as cidades como parte fundamental para o processo de urbanização da região:

> *"Todo esse dinamismo atraiu para as cidades grandes contingentes da população, que passa a se concentrar nas grandes cidades, principalmente nas metrópoles, surgindo uma rede urbana dinâmica e integrada formada por cidades de diferentes tamanhos inseridas na divisão social do trabalho. (...) O período é marcado pela desconcentração espacial da população no interior da região metropolitana, apesar da permanência do processo de urbanização da população, ocorrendo o crescimento dos municípios do entorno do município sede, acentuando a formação de periferias metropolitanas"* (CAIADO, 2016).

Sobre a expansão urbana da RMC, Caiado relata da seguinte forma:

> *A Região de Campinas teve o seu processo de urbanização inserido no contexto de interiorização do desenvolvimento do Estado de São Paulo, onde os incentivos governamentais somaram-se a uma base agrícola moderna fortemente articulada ao setor industrial. A região desenvolve-se e expande seu dinamismo em função da desconcentração das atividades produtivas em direção ao interior paulista.*
>
> *Essa expansão urbana, associada ao intenso crescimento populacional, ao longo da via Anhanguera se deu principalmente em função da regra de instalação industrial que pautou o processo de interiorização do*

> *desenvolvimento, que privilegiou grandes eixos rodoviários regionais. Além deste condicionante, este movimento foi reforçado pela abertura do Aeroporto de Viracopos e pela implantação do Distrito Industrial de Campinas.*
>
> *A expansão urbana observada na região a partir dos anos 70 foi marcada pela crescente horizontalização e periferização dos espaços urbanizados, com a formação de vazios urbanos retidos como reserva de valor, explicando, em grande medida, a intensificação do processo de articulação urbana de Campinas com os municípios limítrofes e a conformação das áreas conurbadas.* (CAIADO, 2016)

A autora segue descrevendo sobre a lógica da localização dos polos industriais, que se desenvolveram ao longo das rodovias e sobre a origem de conurbações nos dois eixos resultantes deste processo de urbanização na RMC: O eixo da Rodovia Gov. Dr. Adhemar Pereira de Barros (SP 340) que liga Campinas á Mococa e o eixo da Rodovia Anhanguera (SP 330) que liga São Paulo a Campinas. Caiado (2016) justifica estes desenvolvimentos na Região Metropolitana de Campinas por sua localização estratégica, próxima ao centro industrial e comercial de São Paulo. A RMC assumiu papel relevante no decorrer do processo de desenvolvimento econômico paulista desde o período da cana-de-açúcar, passando pelos períodos da agroindústria cafeeira, industrial e atualmente, se destaca como o segundo centro produtor e distribuidor de alta tecnologia, após a região Metropolitana de São Paulo. (CAIADO, 2016)

> *Sobre os municípios do eixo da Rodovia SP 340 a autora define:o eixo norte – nordeste, na direção de Jaguariúna – Mogi-Mirim, apresenta-se como área de expansão da mancha urbana regional. Os Municípios de Artur Nogueira, Engenheiro Coelho, Holambra, Santo Antônio de Posse, Pedreira e Jaguariúna, apesar de manterem estreitas relações de interdependência com Campinas, ainda não se encontram conurbados, apresentando um processo de desenvolvimento econômico diferenciado do eixo da Anhanguera. São municípios com densidades mais baixas, população inferior a 30.000 habitantes e taxas de crescimento populacional próximas à média regional. Estes municípios, apesar de apresentarem atividades industriais, são municípios com significativa participação na produção agrícola total da região. Dentre estes municípios, Jaguariúna e Pedreira são os que possuem atividade industrial mais significativa. A localização industrial ao longo deste eixo intensificou-se após a abertura do Aeroporto de Viracopos e a instalação do*

> *Distrito Industrial de Campinas. Apesar da conurbação de Campinas e Jaguariúna ser ainda incipiente, deve-se considerar a possibilidade de adensamento e de provável compactação da mancha urbana nesta direção, a exemplo do que aconteceu ao longo da Anhanguera* (CAIADO, 2016).

Levando em consideração que a região escolhida atualmente possui aproximadamente 1,5 milhões de habitantes (IBGE,2010), e que a quantidade de linhas de ônibus existentes tem capacidade de transportar aproximadamente 2.880 pessoas por dia, nota-se um déficit que estimula a demanda de automóveis particulares, gerando congestionamentos tanto nos centros urbanos como também nas extensões das rodovias.

Atualmente a região conta com apenas quatro linhas de ônibus metropolitanos (Figura 1) que liga as cidades de Artur Nogueira, Holambra, Jaguariúna, Santo Antônio de Posse, Mogi Mirim e Campinas. E tais linhas são geridas pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo e Governo do Estado de São Paulo (EMTU).

Figura 1: Tabela das linhas de ônibus metropolitano da RMC

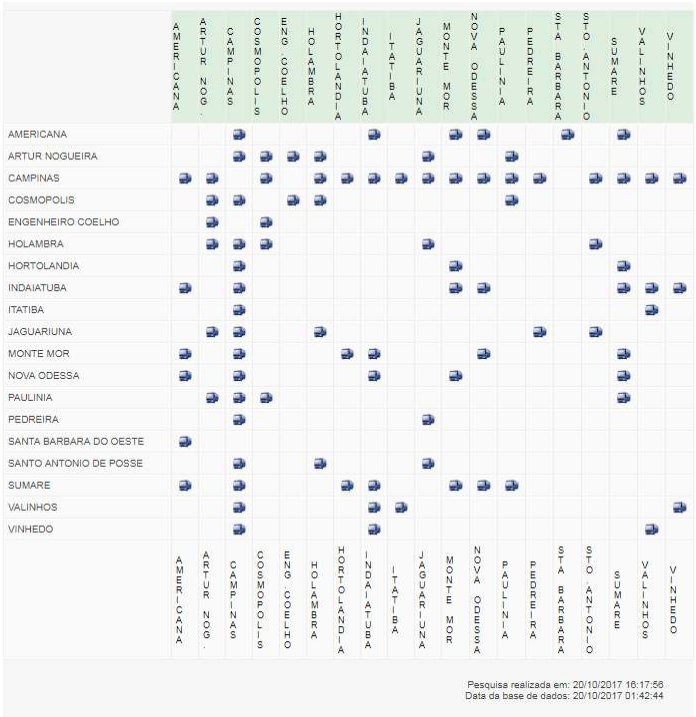


Fig. 1: Tabela com as linhas existentes para cada cidade da RMC em 2017. (EMTU/SP)

Pensando na redução do tempo gasto no transporte, na emissão de gases poluentes e na melhoria da qualidade de vida, observa-se a necessidade de mais de um tipo de transporte coletivo nesta região, de forma sustentável, oferecendo

um transporte de qualidade e funcional entre os municípios que margeiam a Rodovia Governador Adhemar de Barros.

DEFINIÇÕES DE MOBILIDADE URBANA

Segundo a Política Nacional de Mobilidade Urbana, a definição do termo "mobilidade" se trata do deslocamento de pessoas e transportes e também mostra a interação da população com a cidade. Ou seja, define a cultura e o cotidiano de uma cidade. Como por exemplo, a cidade de São Paulo é caracterizada pelos grandes congestionamentos e a cidade de Veneza é lembrada pelos canais e transporte aquático:

> *A mobilidade urbana é um atributo das cidades e se refere à facilidade de deslocamentos de pessoas e bens no espaço urbano. Tais deslocamentos são feitos através de veículos, vias e toda a infraestrutura (vias, calçadas, etc) que possibilitam esse ir e vir cotidiano. Isso significa que a mobilidade urbana é mais do que o que chamamos de transporte urbano, ou seja, mais do que o conjunto de serviços e meios de deslocamento de pessoas e bens. É o resultado da interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade.* (POLIS, 2012)

Neste parágrafo sobre desenvolvimento urbano, a cartilha do Instituto de Estudos, Formação e Assessoria em Políticas Sociais de 2005, define como se caracteriza os deslocamentos e migrações das grandes massas nos centros urbanos a partir do modelo de cidade que existe atualmente. E mostra também as dificuldades recorrentes na mobilidade resultantes da ausência de planejamento urbano.

> *Nossas cidades crescem a partir da abertura de novos bairros cada vez mais distantes dos locais de trabalho e lazer, geralmente mais centrais. Esse modelo de crescimento deixa as residências para as áreas mais distantes, ao mesmo tempo em que exige a construção de ruas e avenidas que conectem os novos bairros à cidade. O resultado desse crescimento é uma cidade cujos moradores têm que se deslocar distâncias muito grandes, gastando muito tempo nesse ir e vir, para viver o seu dia-a-dia.* (POLIS, 2017)

DEFINIÇÕES DE MONOTRILHO

Segundo a cartilha da Cia Metropolitana de São Paulo, o monotrilho constitui-se de um Veículo Leve Sobre Trilhos – VLT ou Veículo Leve Sobre Pneus (VLP), cuja característica básica, no que se refere ao deslocamento, é a movimentação sobre um único trilho sobreposto em uma viga metálica ou de concreto armado, abraçada pelo sistema de rolagem do trem e que podem usar rodas metálicas, rodas com pneus de borracha ou levitação magnética e são movidos à energia elétrica, vide Figura 2.

> *"Embora existam variações terrestres e subterrâneas, este sistema é mais conhecido pelos exemplos suspensos, devido a sua característica de liberação do solo. Outra característica fundamental é que os vagões não cruzam com outros modais de transportes, evitando acidentes e podendo integrar-se a outros modais".* (OLIVEIRA, 2009)

Como seus vagões são menores, os sistemas de VLT são economicamente mais viáveis em comparação com o transporte metropolitano por possuir maior flexibilidade nas curvas e rampas acima de 4% de declividade; e por sua estrutura suspensa, depende de menos intervenções e desapropriações do solo. Além de menor custo, a construção é mais simples e rápida sendo mais propícia à utilização de estrutura pré-moldada.

Figura 2: Esquema do Monotrilho

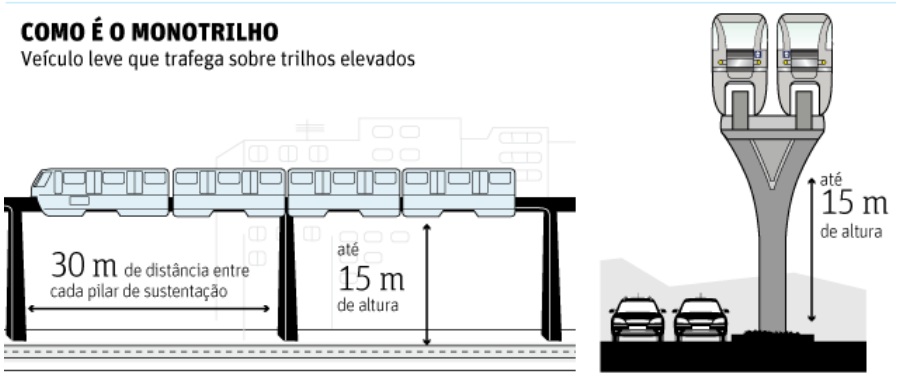


Figura 2: Esquema do Monotrilho. LANDI, 2017

Os VLTs podem ser considerados um meio de transporte sustentável por produzirem menos poluição ambiental e sonora além de serem movidos à energia elétrica, limpa e renovável, evitando assim a queima de combustíveis fósseis, o que contribui para a redução da emissão de gás carbônico no meio ambiente e, em muitos casos, são mais rápidos que os demais modais chegando a 80 km/h em velocidade máxima.

> *"A tecnologia monotrilho oferece capacidades que podem variar a partir da utilização de dois carros até seis carros por composição, podendo acompanhar o crescimento da demanda de acordo com a implantação dos trechos e atende a parâmetros de projetos de traçado mais favoráveis que aqueles tradicionais do metrô convencional, proporcionando mais flexibilidade à concepção do projeto, visando melhorar a inserção geométrica da estrutura de suporte do sistema e a implantação de pátios mais compactos".* (SPTRANS, 2010).

Os sistemas de monotrilho oferecem a oportunidade de transformar a paisagem e melhorar o meio ambiente. Eles desempenham um papel estrutural no desenvolvimento urbano, abrindo áreas da cidade, substituindo equipamentos nas ruas e protegendo a paisagem local. Por causa destas características, eles têm sido utilizados na solução de problemas de mobilidade nas grandes cidades de países em desenvolvimento por oferecer inúmeras vantagens em relação a outros meios de transporte coletivo existentes.

Medeiros (2012) cita algumas vantagens e desvantagens do monotrilho:

Vantagens	Desvantagens
Menor impacto visual comparado com os sistemas elevados em plataforma;	Dificuldade de evacuação dos passageiros em caso de emergência;
Maior capacidade que o VLT – velocidade operacional relativamente alta	Custo de implantação maior que o VLT e BRT em nível;
Menos custo de implantação comparado com qualquer outro sistema em via elevada;	Impacto visual pode ser não tolerado em regiões nobres da cidade;
Ruído inferior aos sistemas com trilhos metálicos;	Pneu de borracha com vida útil inferior à roda metálica;
Possibilidade de vencer rampas íngremes e curvas fechadas.	Estações elevadas – maior custo e dificuldade de acesso.

Tabela1: Vantagens e desvantagens do uso do monotrilho por Medeiros.

Em todos os artigos pesquisados, assim como também nos relatórios técnicos e cartilhas nacionais de mobilidade, nota-se que mesmo existindo algumas desvantagens, o sistema de monotrilho tem grande potencialidade para ser um meio de transporte efetivo para diversas situações por ser muito versátil e se adaptar mais facilmente aos diferentes territórios.

Em nações emergentes, onde ocorre expansão urbana desenfreada, o sistema monotrilho é uma ferramenta com potencial de ser muito bem aproveitado para minimizar os congestionamentos em centros urbanos e reduzir o tempo gasto no trânsito.

ESTUDO DE CASO

MONOTRILHO DE POÇOS DE CALDAS-MG

Em 1981, foi implantado o primeiro sistema de monotrilho do Brasil em Poços de Caldas - Minas Gerais. O monotrilho de Poços de Caldas (fig.9) é um sistema de linha elevada, que interligava o terminal rodoviário da cidade até a área central, totalizando 6 km de extensão e 11 estações de embarque e desembarque.

Figura 3: Monotrilho de Poços de Caldas-MG



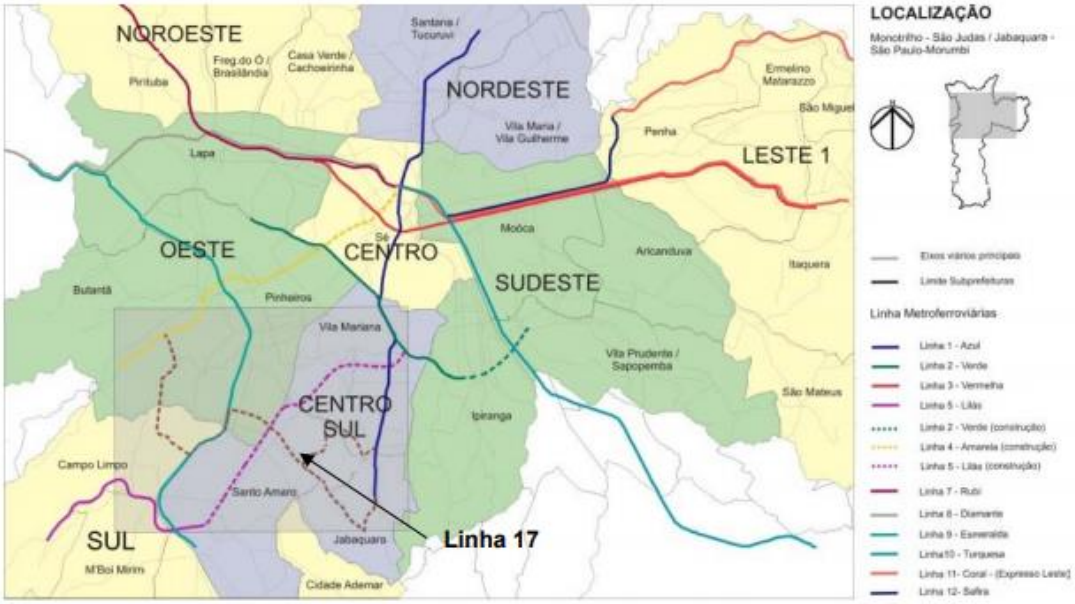
Figura 3: Monotrilho de Poços de Caldas-MG. Via Trolebus. 2016.

As pilastras e vigas foram erguidas nos anos 80, mas o sistema foi inaugurado em 2000 com 8 km de extensão, porém, entre 2001 e 2003, o transporte funcionou poucas vezes devido uma pane onde 19 pessoas precisaram ser retiradas pelo Corpo de Bombeiros. Em 2003, duas pilastras desabaram e desde então o modal nunca mais foi ativado. (LOBO, 2016)

MONOTRILHO DE SÃO PAULO

Uma das referências para este estudo é o Projeto da linha 17- Ouro em São Paulo que faz parte do Plano de Expansão da Rede Metroferroviária da cidade e contribuirá para a melhoria dos sistemas de transporte da cidade de São Paulo. Serão 18 km de extensão, fazendo integração com outras três linhas do Metrô e uma da CPTM, ligando o bairro do Morumbi ao Jabaquara e ao Aeroporto de Congonhas. Estão previstas dezoito estações ao longo do trajeto, sendo quatro delas interligadas com outras linhas do Metrô e da CPTM.

Fig. 4: Localização macro da linha 17



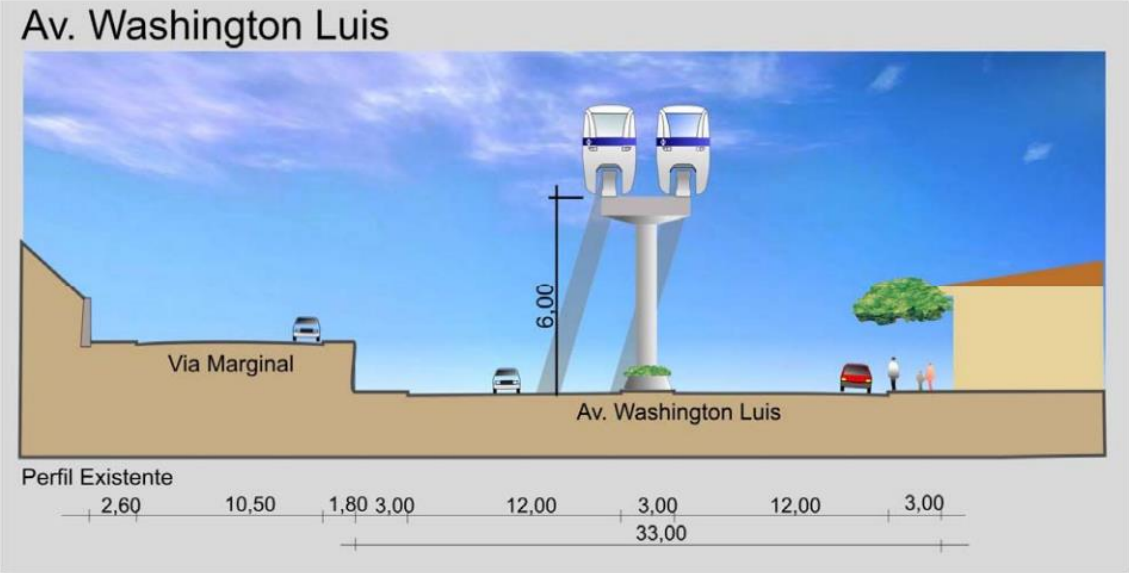
Fonte: Ouro. Cia Metropolitana de São Paulo, 2010.

O modelo do monotrilho foi escolhido por ser o de menor impacto ambiental e sonoro, menor prazo de construção e seu baixo custo, orçado para R$ 2,4 bilhões. Além disso, exige menos desapropriações, não interferindo no trânsito, sendo mais amigável urbanisticamente. (SOUZA, 2012).

INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO MONOTRILHO EM SÃO PAULO

O monotrilho da Linha Ouro pesará aproximadamente 15 toneladas por carro, enquanto que cada um dos seis carros do metrô pesa cerca de 30 toneladas. Segundo a empresa responsável pela fabricação, os trens do monotrilho terão a mesma capacidade de transporte de passageiros que o metrô convencional, porém com a metade do peso, consumindo menos energia:

O método construtivo utilizou peças pré-fabricadas de concreto, o que reduz o impacto da obra em vias públicas durante a execução. Serão duas mil vigas, medindo entre 1,2 e 1,5 metros de altura e 30 metros de comprimento. Cada uma consumirá, em média, 42 m³ de concreto. Esse complexo sustentará lajes com 30 metros de comprimento e 70 toneladas de peso. (Metro, 2018)

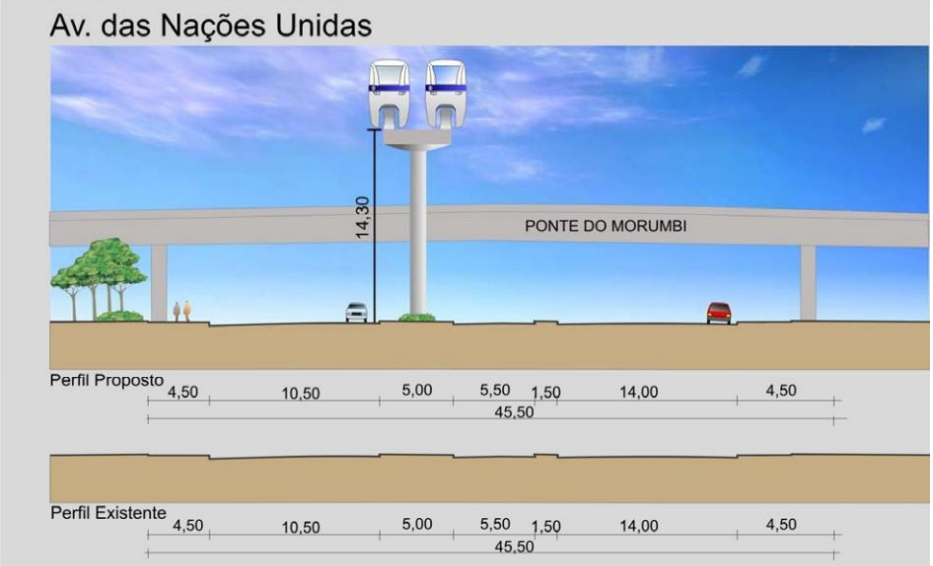


Fonte: Projeto Funcional - Metrô/GPM (2009)

Figura 5: Seção transversal Av. Washington Luís. Cia Metropolitana de São Paulo, 2010.

Para a inserção dos pilares do elevado no eixo das avenidas, considerou-se como necessária uma largura mínima de 2,50m nos canteiros centrais, resultado da soma do diâmetro do pilar (1,50 m) e do espaço necessário para implantação de muretas de proteção contra colisões dos veículos.

O traçado em perfil considerou, a sequência de viadutos e passarelas previstos pelo município. Por esta razão o elevado terá cerca de 14,20 m, considerando os gabaritos de 6,20 m para o tráfego geral, a estrutura dos viadutos transversais, estimado em 2,50m, e o gabarito mínimo para o tráfego geral sobre esses viadutos, 5,50 m. Para manter um alinhamento estético da estrutura, adotou-se 14,20m como altura padrão do elevado no segmento desta avenida. (EIA RIMA METRÔ SP)



Fonte: Projeto Funcional - Metrô/GPM (2009)

Figura 6: Seção transversal na Av. Nações Unidas. Cia Metropolitana de São Paulo, 2010.

No projeto do traçado em perfil devem-se contemplar aspectos estéticos, definindo-se para cada trecho uma altura ideal para o elevado, de modo a reduzir o efeito sombra e a intrusão visual, e que evite sua utilização como abrigo por moradores de rua.

Em segmentos onde os ruídos sejam mais notados e incômodos, o elevado deverá ser protegido com invólucro ou barreira acústica (refletora de som) de forma a mitigar a propagação do ruído. Tanto na fase de obras, como na fase operacional, os ruídos para os ambientes externos deverão estar em conformidade com o zoneamento, com a Lei 13885 de 25/08/2004 do município de São Paulo, bem como às normas NBR 10151 e NBR 10152.

ESTAÇÕES

No projeto das estações procurou-se desenvolver dois modelos: um com plataformas laterais e outro com plataforma central, ambos com estrutura independente da via permanente. De modo geral, a disposição das plataformas laterais se adapta melhor às condições do traçado do sistema da Linha 17-Ouro em elevado ao longo do canteiro central das avenidas, sem necessidade de modificar a direção das vias em função da plataforma central (Fig. 7).

Figura 7: Acompanhamento de construção da estação



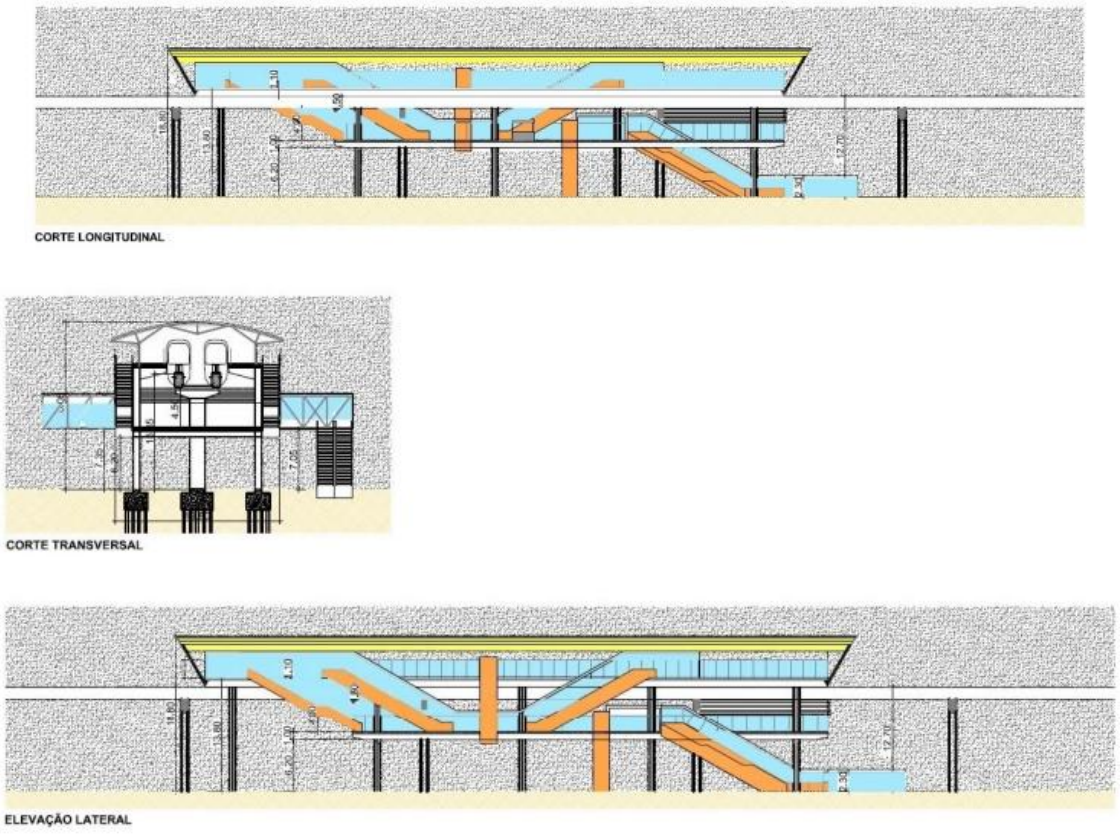
Fonte: Acompanhamento da obra. METRO, 2017.

A Figura 7 representa os cortes e plantas das estações tipo do monotrilho linha Prata, demonstrando os detalhes construtivos, estruturais e arquitetônicos. As estações elevadas possuem três níveis: o acesso no térreo que possui integração com as linhas de metrô e BRT; o mezanino que oferece bilheterias, serviços e acomodação aos passageiros, e a plataforma de embarque e desembarque do monotrilho.

A estação padrão estudada situa-se em elevado e apresenta plataformas laterais com 4 m de largura e 70 m de comprimento. O mezanino situa-se a 7,20 m acima do nível da rua, de modo a garantir um gabarito viário mínimo para o tráfego de cargas especiais (6,20 m) e sua estrutura (1,0 m). As plataformas encontram-se a cerca de 13,80 m acima da rua. Nesta situação, considerou-se um pé direito mínimo de 3,5 m para o mezanino. O mezanino tem cerca de 57 m de comprimento por 15 m de largura.

Além das escadas fixas, as estações dispõem de escadas rolantes e elevadores e de um sistema de portas automáticas em toda a extensão da plataforma.

Figura 8: Cortes esquemáticos das estações



Fonte: Diretrizes básicas para a estação padrão. Cia Metropolitana de São Paulo, 2010

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Nos trechos de via, as estruturas são compostas por fundações (estações e blocos), por pilares únicos espaçados a cada 30m com altura de cerca de 15 metros e por um par de vigas de concreto protendido distantes entre si de 4,80 metros, por onde trafegam as composições.

Esse arranjo resulta numa mínima interferência na superfície, representada apenas pelos pilares ao longo da via e pelos acessos das estações. Nesse contexto, os únicos elementos enterrados são as fundações, sendo que para os blocos de fundação, existirão duas ou três estações. Os blocos suportam os pilares e são apoiados sobre as estações.

As estações são elementos de fundação com diâmetro de 1,20m e profundidade variável de 15 a 20m. Como são escavados mecanicamente em solo com ferramentas rotativas, não há ruídos, impactos ou vibrações como as que ocorrem no caso de estacas cravadas. O tempo médio para a execução destas estações é de 5 a 8 horas e, tão logo se termine a escavação, eles são

imediatamente preenchidos com concreto. Com isso, não há alterações no nível do lençol freático, quando o mesmo se fizer presente.

CONCLUSÃO

A partir destes levantamentos, foi desenvolvida uma proposta de monotrilho para o trecho Mogi Guaçu- Viracopos, totalizando 90 km. Esta região vem apresentando alto índice de congestionamento de veículos, segundo a concessionária da Rodovia SP 340, Renovias (2018) foi feito um levantamento no mês de Janeiro de 2018, nos pontos km (pedágio) e no km (pórtico) que apresenta a quantidade de veículos que trafegaram na Rodovia SP 340 durante o período de Janeiro. Isso demonstra que cerca de 23 mil veículos trafegam diariamente do interior com sentido Sul - Campinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAIADO, MARIA CÉLIA SILVA. O Padrão De Urbanização Brasileiro E A Segregação Espacial Da População Na Região De Campinas: O Papel Dos Instrumentos De Gestão Urbana. XI **Encontro Nacional de Estudos Populacionais da ABEP 2016**.

CAMPOS, Vânia B. G. UMA VISÃO DA MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL. **Revista dos Transportes Públicos**, 2006.

CUNHA, JOSÉ M. P. Aglomerações urbanas e mobilidade populacional: o caso da Região Metropolitana de Campinas. ***Rev. bras. estud. popul***. [online]. 2016, vol.33, n.1, pp.99-127. ISSN 0102-3098. http://dx.doi.org/10.20947/S0102-309820160006.GOMES, M. T. S.. A desconcentração industrial e o crescimento da indústria no interior do estado de São Paulo-Brasil. In: **12° Encuentro de Geógrafos de América Latina. Caminhando em uma América Latina em transformação, Montevidéu.**, 2009. v. 1. p. 1-8.

EIA-RIMA METRÔ. Relatório de Impacto Ambiental e Estudo de Impacto Ambiental. **SP Trans**, 2012. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/eia_rima_eva/EIA_sistema_monotrilho_-_volume_I_de_IV.pdf

EIA-RIMA – Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental Linha17 – OURO – Ligação Do Aeroporto De Congonhas À Rede Metroferroviária. SPTrans, 2010. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/alt_caract_emp.pdf

EMTU. Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo S.A. **Itinerários da Região Metropolitana de Campinas,** 2017. Acesso em: 20/out/2017 Disponível

em: http://www.emtu.sp.gov.br/emtu/itinerarios-e-tarifas/consulte-origem-e-destino/por-regiao-metropolitana.fss

IBGE, **Censo Demográfico** 2010.

JUNIOR, Vanderlei C. Estudo De Alternativas De Transporte Coletivo Para A Ligação Entre O Centro De Florianópolis E O Sul Da Ilha. **Trabalho de Conclusão de Curso. UFSC**. 2015.

LOBO, Renato. Técnicos avaliam estrutura de monotrilho de Poços de Caldas. **Via Trolebus.** 2018. Disponível em: https://viatrolebus.com.br/2019/07/tecnicos-avaliam-estrutura-de-monotrilho-de-pocos-de-caldas/

LEI Nº 13.885, DE 25 DE AGOSTO DE 2004. São Paulo.

LOBO, Renato. Pilastra do Monotrilho de Poços de Caldas passa por manutenção. **Via Trolebus**. 2018. Disponível em: https://viatrolebus.com.br/2018/12/pilastra-do-monotrilho-de-pocos-de-caldas-passa-por-manutencao/

LOBO, Caio. Poços de Caldas terá que fazer reparos no monotrilho. **Via Trolebus**. 2016. Disponível em: https://viatrolebus.com.br/2016/03/pocos-de-caldas-tera-que-fazer-reparos-no-monotrilho/

MEDEIROS, Guilherme. Sistemas de média capacidade para transporte público de passageiros. Santa Catarina: **SCPar**, 2012.

OLIVEIRA, Uarlem José de Faria. Proposta de Implantação de Sistema de Transporte de Passageiros do Tipo Monotrilho na Região Metropolitana de Vitória. **Espírito Santo: IFES - Instituto Federal do Espírito Santo**, 2009.

POLIS, Instituto. **Relatório De Atividades**, 2012. Disponível em: https://polis.org.br/publicacoes/relatrio-de-atividades-2012/

SOUZA. F. TECNOLOGIA DE MONOTRILHO PARA O TRANSPORTE DE PASSAGEIROS. **Estudos PUC Goiás**. 2012.

SÃO PAULO, COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO – METRÔ. **Características**.

SÃO PAULO, METRÔ. RIMA – **Relatório de Impacto Ambiental** – Linha 18 – Bronze – Trecho Tamanduateí - Alvarengas. Online, 2012.

VASCONCELOS, Eduardo. Transporte urbano,espaço e equidade: análise das políticas públicas. **São Paulo: Annablume**, 2002

VITTE, C. de C. S.. Experiências de políticas de desenvolvimento econômico local nos municípios da Região Metropolitana de Campinas (SP) e os impactos no território. **Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales**, v. 137 11, 2007. Disponível em: http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-24550.htm. Acesso em: 15 de maio de 2018.

AS UNIDADES HABITACIONAIS NUM CONTEXTO SUSTENTÁVEL COMO FORMA DE INSERÇÃO URBANA APLICÁVEL A QUALIDADE DE VIDA

The Housing Units In A Sustainable Context As A Form Of Urban Inserts Applicable To The Quality Of Life

ANDRADE, Juan Carlo
Centro Universitário de Jaguariúna

ROSA, Adriana A. C. (Orientadora)
Centro Universitário de Jaguariúna – UniFAJ

RESUMO: Falar a respeito de habitações coletivas é sempre um desafio para arquitetos e urbanistas, visto que esse perfil habitacional exige estudo amplo, antropológico, histórico e físico do local de inserção. E poucos são os que se questionam a respeito do entorno dessas edificações, vida dos moradores locais e como essas construções afetaram aquele bairro/cidade. Dentro desse pensamento, juntamente, com questões sustentáveis, tema discutido intensamente nos últimos anos, essa pesquisa surgiu. Trabalhou-se dentro de temas como os cinco pilares arquitetônicos apresentados por Le Corbusier e várias habitações coletivas nacionais e internacionais, cujas edificações foram projetadas por arquitetos e urbanistas renomados. E através deste estudo, foi possível descobrir e entender o papel do arquiteto e urbanista como agente modificador físico-social de um ambiente ou sociedade, de modo que o novo espaço gerado aproximasse positivamente a relação homem e ambiente habitado.

Palavras-chave: Habitação de interesse social. Arquitetura moderna. Sustentabilidade.

ABSTRACT: To speak about collective housing is always a challenge for architects and urban planners, since this housing profile requires a broad, anthropological, historical and physical study of the place of insertion. And few people are questioning about the surroundings of these buildings, the lives of local residents and how these buildings affected that neighborhood. Within this thought, together with sustainable issues, a theme discussed intensely in recent years, this research emerged. It worked within themes such as the five architectural pillars presented by Le Corbusier and several national and international collective housing, whose buildings were designed by renowned architects and urbanists. And through this study, it was be possible to discover and understand the role of the architect and urbanist as a physical-social modifying agent of an environment or society, so that the new space generated positively approached the relationship between man and the inhabited environment.

Key words: Included social housing. Modern architecture. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A construção de uma edificação vai além do simples “levantar paredes”, visto que todo o contexto de sua inserção deve ser levado em conta. Conforme apresentado pelo grupo de arquitetos e urbanistas CECCHETTO, C. T. SIMON CHRISTMANN, S. PIEREZAN BIAZZI, J. PASINATTO ISTAN, L. E, DE OLIVEIRA, T. D. no artigo – Habitação de Interesse Social: Alternativas Sustentáveis – publicado na Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto – Gedecon (vol.3, nº 02, p.36-49) em 2015:

> *(...) Lago (2010), expressa que a habitação desempenha três funções importantes: social, ambiental e econômica. A função social sendo a de abrigar a família permitindo que se desenvolva. A função ambiental consiste na inserção dessa habitação no ambiente urbano para que sejam assegurados os princípios básicos de infraestrutura, saúde, educação, transportes, trabalho e lazer, e o impacto que a habitação exerce sobre o meio ambiente. Dessa maneira, as condições de vida, moradia e de trabalho da população estão estreitamente vinculadas ao processo de desenvolvimento urbano. Já a oportunidade de geração de emprego e renda, a mobilização de vários setores da economia local e a influência dos mercados imobiliários e de bens e serviços exercem uma função econômica inquestionável.*

O objetivo da pesquisa é ampliar os estudos dentro do contexto de habitações coletivas na sociedade contemporânea numa esfera sustentável, cuja proposta é a apropriação de tecnologias do conhecimento que deem suporte às necessidades de análise a qualidade de vida dos moradores de forma a integrá-los com o entorno, e buscar melhorias para uma vida mais saudável.

Com base nesse contexto, esta pesquisa apresenta a partir de edificações de caráter de cunho habitação de interesse social de que a função dos arquitetos e urbanistas é mostrar para uma comunidade/população cuja esta, será receptora dessa nova forma em seu ambiente, que esses profissionais através dessa intervenção, transformarão positivamente tal ambiente completamente, considerando uma modificação de 360º, a qual melhora a qualidade de vida dos moradores e ameniza grande parte das problemáticas existentes. Dessa forma, criar assim um ambiente aperfeiçoado, mais agradável e com várias possibilidades de interações sociais tanto da parte dos moradores com o entorno, quanto entre os próprios moradores e consequentemente seus

diversos usos. Como exemplificado por Alejandro Aravena em uma de suas apresentações para o TED Global 2014 – Ideas Worth Spreading, em outubro de 2014, ao falar de situações de arquitetura participativa em suas construções, além do trabalho sustentável realizado para determinados sítios onde se encontravam problemáticas distintas. Com isso, ao falar em sustentabilidade, Aravena traz em suas exemplificações a questão do "encontrar as perguntas certas para responder as problemáticas existentes", fator importante para a resolução de diversos problemas ao lidar com habitações coletivas e/ou de interesse social, o que faz com que a qualidade da edificação seja bem distinta de um gesto de caridade para os que ali irão viver.

Acentuado a essa questão, ao falar de habitação são levadas em conta nesta pesquisa apontamentos relacionados a sustentabilidade e o que profissionais e estudantes da área da Arquitetura e Urbanismo pensam a respeito dos edifícios modernistas estudados dentro de contextos sustentáveis e qualitativos quanto as moradias atuais. Como apresentado no item "7.4 Foco na qualidade e vida útil" deste artigo, "Sustentabilidade na produção da habitação de interesse social", dos pesquisadores Prof. Dr. Vanderley M. John (Escola Politécnica da USP) e Cibele de Barros (Sciranda de Projetos e Tecnologias Ltda.), que faz parte do volume 3 – Habitação Social e sustentabilidade – do conjunto de textos desenvolvidos por diversos profissionais e pesquisadores para o Ministério do Meio Ambiente e Sustentabilidade urbana para discussões da Rio+20, 2015:

> *O **desafio é melhorar a qualidade e a vida útil do ambiente a ser construído**: sustentabilidade social, ambiental e econômica somente serão atingidas se o novo estoque habitacional for capaz de sobreviver pelos próximos 50 anos, o que depende de controlar custos em uso e em manutenção e permitir melhorias contínuas.*

Utilizando-se de artigos, vídeos e resultados obtidos em pesquisa realizada com profissionais e estudantes da área arquitetônica e urbanística serão ilustrados os aspectos defendidos a fim de que os pontos aqui apresentados possam servir de base para futuras pesquisas dentro desse mesmo tema ou temáticas relacionadas, servindo até mesmo como fonte para

realização de comparações do conteúdo apresentado com habitações modernas e contemporâneas.

2. EDIFÍCIOS ESTUDADOS

Todos os edifícios e conjuntos habitacionais que foram estudados e estão aqui inseridos possuem singularidades, apesar de estarem inseridos no mesmo perfil periódico de estilo arquitetônico: o MODERNISTA. Por essa razão cabe entender que dentro de cada singularidade, já que estão inseridos em locais distintos, possuem similaridades que conseguiram se encaixar perfeitamente, mesmo estando esses localizados em lugares dispares, mostrando que a aplicação dos pontos de Le Corbusier poderiam ser aplicados em diferentes realidades.

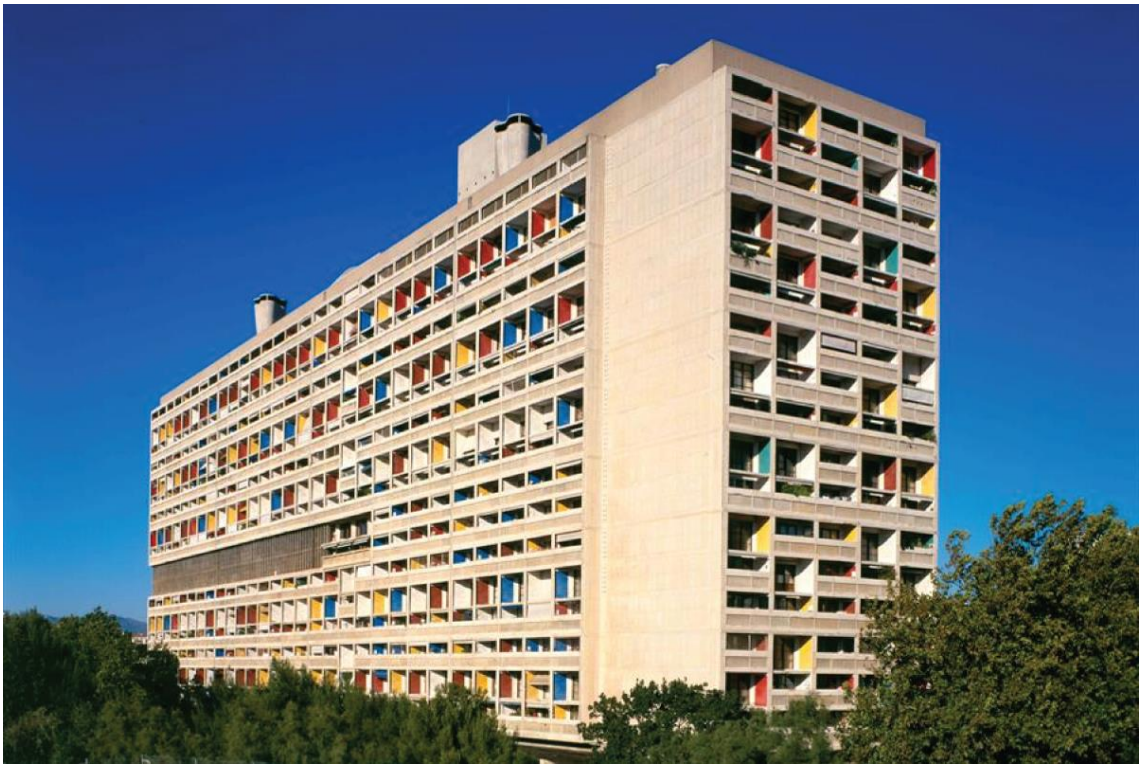
2.1 UNIDADE DE HABITAÇÃO EM MARSELHA (1953), de Le Corbusier

Esse edifício traz consigo os cinco pontos apresentados por Le Corbusier, cujos aspectos se tornaram uma espécie de assinatura do renomado arquiteto ao projetar suas edificações.

Essa unidade seria como um condomínio vertical, afinal, abrange desde diferentes classes sociais até distintos usos e locais para fruição, como por exemplo o topo, onde estão inseridos espaços de lazer para os moradores.

Esse é um excelente exemplo de habitação e/ou espécie de “condomínio fechado” – apesar da verticalidade – que não segrega a sociedade e sim a mescla, aproximando as diversas realidades dentro de um programa de necessidades que atinge a todos, sem exceção, visto que adapta-se a cada família e indivíduo.

Figura 1 – Unidade de Habitação em Marselha. Marselha - França



Arquiteto Le Corbusier - Ano de conclusão 1953

Fonte: http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/default.aspx / Foto: Paul kozlowski, 1997

2.2 CONJUNTO RESIDENCIAL PREFEITO MENDES DE MORAES (1947) e o CONJUNTO RESIDENCIAL DA GÁVEA (1952), de Affonso Eduardo Reidy

Mais conhecido como Pedregulho, o conjunto Residencial Prefeito Mendes de Moraes, assim como o Conjunto Residencial da Gávea, foi projetado para abrigar funcionários públicos do Rio de Janeiro, que no período de sua construção era Distrito Federal, é um dos conjuntos habitacionais de cunho popular mais importantes do Brasil. Muito semelhante a Unidade de Habitação em Marselha, esse edifício, assim como o de Marselha nasceu com a ideia de atender às necessidades básicas de um grupo social, economicamente e com a apresentação de equipamentos coletivos destinados a fruição dos moradores ali presentes. Além disso, é possível encontrar elementos presentes na edificação que são defendidos por Le Corbusier, por exemplo, uso de novas tecnologias aplicadas às construções, economia para construção de tal edificação, preocupações com funcionalidade relacionadas a soluções formais, como o controle de iluminação, circulação e ventilação do ambiente. Agregado a isso, está sua forma sinuosa e orgânica que enche os olhos de quem vê a edificação serpenteante.

Segundo a perspectiva de Carmen Portinho:[9]

> *Affonso Eduardo Reidy lutava por uma arquitetura social e econômica. Toda a sua obra foi realizada nesse sentido. Não se conhece um só projeto seu que não fosse para a comunidade. Não projetou palácios nem prédios suntuosos, pois era cônscio da responsabilidade social da arquitetura. Foi sempre um arquiteto sóbrio e revolucionário no que fez.*

Figura 2 – Conjunto Habitacional Pedregulho. Rio de Janeiro – Brasil



Arquiteto Affonso Eduardo Reidy - Ano de conclusão 1947
Fonte: http://arqguia.com/obra/pedregulho/?lang=ptbr / Foto: Leonardo Finotti

Figura 3 – Conjunto Residencial da Gávea. Rio de Janeiro – Brasil



[9] Carmen Portinho. Engenheira Civil. Estudou sobre habitação popular na Inglaterra. Em 1947, assumiu a Diretoria do Departamento de Habitação Popular da Prefeitura do Rio de Janeiro. (1903-2001)

Arquiteto Affonso Eduardo Reidy - Ano de conclusão 1952
Fonte: https://www.inesbonduki.com/pioneirosdahabitacao / Foto: Inês Bonduki

2.2 OUTRAS HABITAÇÕES E CONJUNTOS HABITACIONAIS MODERNISTAS NO BRASIL E EM PORTUGAL

Além das habitações mencionadas anteriormente, existem outras várias que compõem o cenário de construções arquitetônicas de interesse social que também são referências para discussões, quanto ao estudar edificações modernistas. São elas: o Conjunto Residencial Armando de Arruda Pereira (1957) – mais conhecido como Japurá (fig. 4), de Eduardo Keneese de Mello; Conjunto Residencial do Parque Eduardo Guinle (1948-1954) (fig. 5), de Lúcio Costa; e, Conjunto Habitacional Realengo (1942), de Carlos Ferreira (fig. 6).

Assim como no Brasil, também houve o crescimento do perfil arquitetônico com caráter modernista em diversos locais do globo, dentre eles, pode-se citar alguns existentes em Portugal, cujos edifícios são muito similares aos modernistas que foram construídos no Brasil. São eles:

A. Conjunto Habitacional da Avenida Infante Santo (1954), de Alberto Pessoa, Hernani Gandra e Abel Manta (fig. 7)
B. Conjunto do Bairro das Estacas (1949), de Formozinho Sanchez e Rui Athoughia (fig. 8)
C. Edifício Esther (1935), de Vital Brazil e Adhemar Marinho (fig. 9)
D. Bloco de Carvalhosa (1945), de Cassiano Barbosa e Arménio Losa (fig. 10)

Figura 4 – Conjunto Residencial Armando de Arruda Pereira (1957), Japurá – Eduardo Kneese de Mello. São Paulo - Brasil



Fonte: http://www.historica.arquivoestado.sp.gov.br/materias/anteriores/edicao29/materia03/ / Foto: Maquete do Edifício Japurá, parte posterior, BONDUKI, 1998

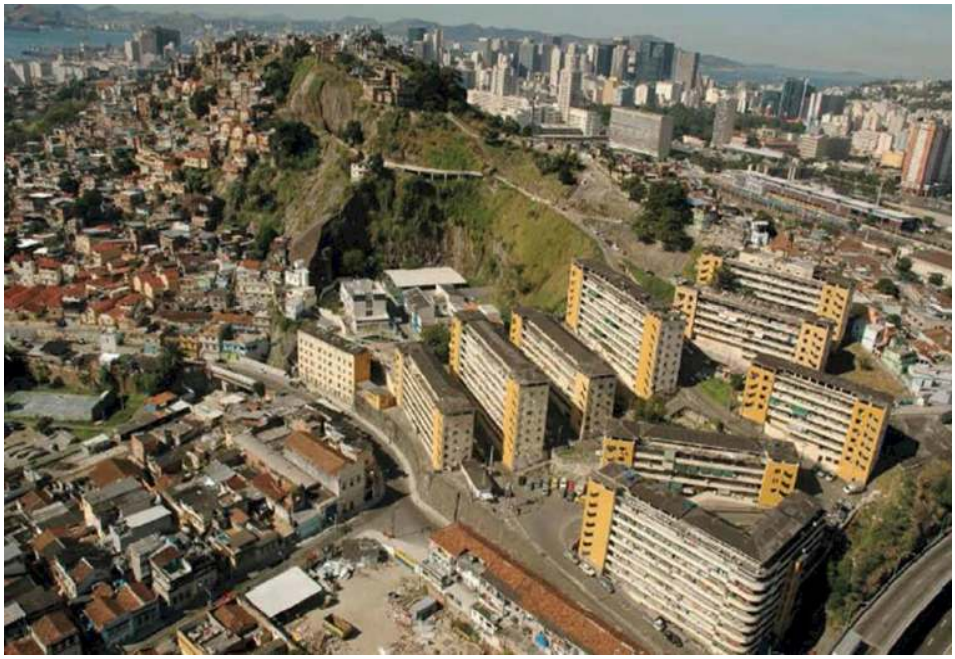
.

Figura 5 – Conjunto Residencial do Parque Eduardo Guinle (1948 a 1954) – Lúcio Costa. Rio de Janeiro – Brasil



Fonte: https://www.archdaily.com.br/br/01-14549/classicos-da-arquitetura-parque-eduardo-guinle-lucio-costa / Foto: KON, Nelson

Figura 6 – Conjunto Habitacional Realengo (1942) – Carlos Ferreira. Rio de Janeiro – Brasil



Fonte: http://www.scielo.br/pdf/ea/v29n83/0103-4014-ea-29-83-00317.pdf / Foto: BONDUKI, Nabil

Figura 7 – Conjunto Habitacional da Avenida Infante Santo (1954) – Alberto Pessoa, Hernani Gandra e Abel Manta. Lisboa - Portugal



Fonte: http://lisboadeantigamente.blogspot.com/2015_11_01_archive.html / Foto: SERÓDIO, Armando, 1958

Figura 8 – Conjunto do Bairro das Estacas (1949) – Formozinho Sanchez e Rui Athoughia. Lisboa – Portugal



Fonte: http://www.aefaup.com/nwsl/2016/5/17/3lsckw8sol8xdp2li4epgsq9wbkwz1

Figura 9 – Edifício Esther (1935) – Vital Brazil e Adhemar Marinho. São Paulo – Brasil



Fonte: http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/236/artigo301056-1.aspx / Foto: FINOTTI, Leonardo

Figura 10 – Bloco da Carvalhosa (1945) – Cassiano Barbosa e Arménio Losa. Porto – Portugal



Fonte: http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/330416

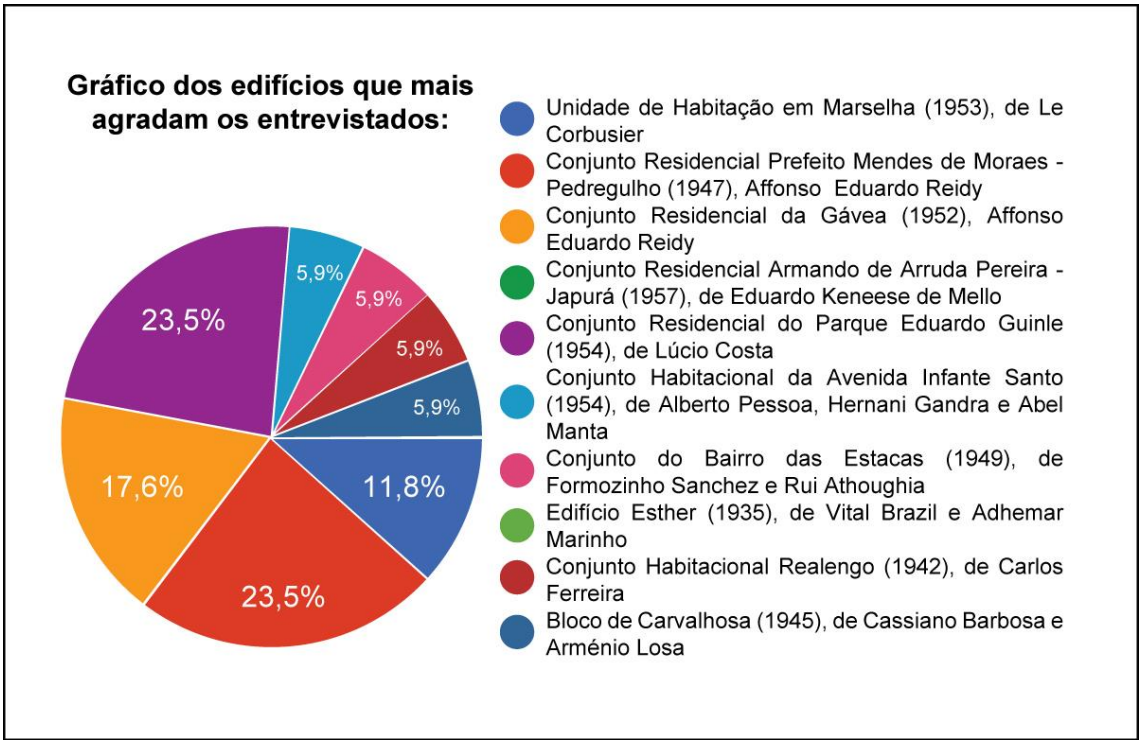
3. ANÁLISE DOS RESULTADOS: ARTIGOS, DOCUMENTÁRIO E PESQUISA

Com base nos diversos textos que foram estudados, vídeos assistidos e pesquisas realizadas, adquiriu-se alguns pontos significativos ao lidar com um perfil arquitetônico que deve atender diversas realidades sociais, e, que agora estarão inseridas num mesmo local, de modo sintético e harmônico.

Em relação a identificação com os edifícios estudados, em entrevista realizada com estudantes do último ano de graduação, mestres, doutores e especialistas da área arquitetônica e urbanística, além de engenheiros civis, assistentes sociais e especialistas da área de gestão ambiental e sustentabilidade, obteve-se o seguinte resultado: 23,5% dos entrevistados têm maio apreço pelo Pedregulho, o mesmo valor percentual é resultado de votos

para o Conjunto Residencial do Parque Eduardo Guinle. Vale lembrar que ambos são edificações nacionais que se destacam em seus contextos de inserção.

Figura 11 – Gráfico de pizza das preferências dos edifícios - gerado a partir de pesquisa realizada com estudantes do último ano de graduação, mestres, doutores e especialistas da área arquitetônica e urbanística, além de engenheiros civis, assistentes sociais e especialistas da área de gestão ambiental e sustentabilidade



Fonte: elaborado pelo autor. 2018.

Com justificativa a esses valores, foram apresentadas algumas questões da parte dos entrevistados:

• I. Qualidade – tanto formal, uso e junção de materiais, quanto a qualidade para a vida dos moradores, que agora se veem frente a um maior conforto, já que dessa forma, possuem vários serviços próximos;

• II. Localização e inserção na malha urbana local – esses pontos mostram que a geolocalização dos edifícios apesar de serem praticamente independentes de qualquer ligação com o externo, possuem em suas inserções uma leve proximidade com áreas verdes, parques e até mesmo outros pontos da parte considerada mais urbana, diferenciando-se de questões de isolamento

quase que total da cidade, como é o caso dos loteamentos fechados, muito comuns na sociedade contemporânea;

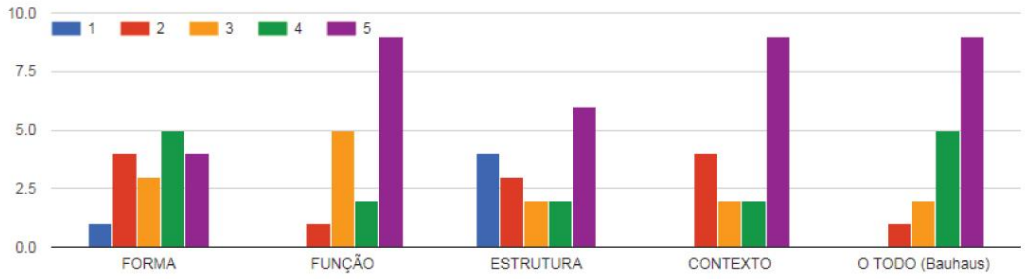
• III. Ligação público e privado – nesse tópico observa-se que o todo a nível social da edificação, consegue casar a liberdade de ter muito próximo serviços e locais que são de uso público a todos que estão inseridos nesses conjuntos habitacionais, ao mesmo tempo que a privatização existe no âmbito da organização social dentro desses edifícios (uma espécie de condomínio, com regras que devem ser seguidas para que haja uma ótima organização interna, de modo que todos zelem pelo bem comum, nesse caso, a edificação onde se encontram suas moradias).

Dentro da pesquisa houve a abordagem para questões relevantes de importância quanto ao pensar um projeto de cunho social ou não, a fim de que esse seja criado pensando de modo mais analítico da parte do arquiteto e urbanista que elabora tais projetos.

As primeiras abordagens se dispõem a questões ligadas a elaboração de um projeto, dentre elas estão: a Forma; a Função; a Estrutura; o Contexto e o Todo (Bauhaus). Cujas, para os entrevistados, a Função, o Contexto e o Todo (Bahaus), são os itens que obtiveram mais destaque na elaboração de um projeto. Desta forma, demonstra-se que não basta pensar em quais formas e estruturas ficarão excelentes e eficientes num projeto, sem que haja um estudo do contexto de inserção do mesmo, que somado à sua funcionalidade facilitará o encontro com o todo (Bauhaus).

Figura 12 – Gráfico de importâncias ao elaborar um projeto - gerado a partir de pesquisa realizada com estudantes do último ano de graduação, mestres, doutores e especialistas da área arquitetônica e urbanística, além de engenheiros civis, assistentes sociais e especialistas da área de gestão ambiental e sustentabilidade

Gráficos por nível de relevância de 1 (menos relevante) a 5 (mais relevante), as características que envolvem o processo de elaboração do projeto arquitetônico: FORMA; FUNÇÃO; ESTRUTURA; CONTEXTO; O TODO (Bauhaus).



Fonte: elaborado pelo autor. 2018.

Ainda dentro dessa abordagem, pode-se incluir a questão da Sustentabilidade como parte do que se deve levar em conta ao realizar um projeto que servirá de moradia para diversos perfis familiares, e aqui encontra-se o estudo local e regional (cultura, clima, pontos relevantes, históricos, entre outros), áreas que servirão como geradores de renda e empregos para os que residem nos edifícios, educação socioambiental destinada aos moradores para que entendam todos os processos que serão adotados nesse novo bloco que servirá para diversos usos coletivos, além de outros pontos propulsores para a evolução positiva para que esse novo espaço seja algo vivo e não morra (seja abandonado), como se vê acontecer com diversos edifícios que não possuem atividade frequente.

Quanto a norma brasileira existente destinada ao desempenho habitacional (NBR 15575/2013), alguns dos entrevistados apresentaram sugestões de melhorias que segundo eles poderiam compor essa norma para que também atenda projetos de interesse social, como por exemplo, acessibilidade, dimensionamento dos espaços, entre outros.

Retornando as questões de Sustentabilidade, ligadas a qualidade de vida, perguntou-se aos entrevistados se era possível a criação de uma normativa universal destinada a arquitetos e urbanistas do mundo todo. Grande parte das respostas foi “não”, porém, suas justificativas apontam que esse “não” refere-se a complexidade que o arquiteto e urbanista tem que planejar e estudar acerca

do local onde será inserido a edificação, porém, caso houvesse uma norma universal, ela deveria atender e promover a pluralidade de formas de viver.

Juntamente com as entrevistas realizadas encontra-se diversos artigos que falam a respeito de qualidade de vida, edificações, contextos urbanos e arquitetônicos dentro e fora dessas grandes edificações. Além disso, um outro exemplo que não foi citado anteriormente, contudo pode ser considerado como forma de exemplificar a inserção urbana dos edifícios residenciais e mistos é o documentário COPAN 60 horas, onde mostra um pouco dessa realidade que é estar inserido num edifício com pluralidade de realidades distintas, mas que convivem em harmonia, usufruindo dos mesmos serviços e espaços para lazer. Tanto que para os moradores desse edifício, especificamente, sua localização dentro da malha urbana de São Paulo, faz com que eles sintam-se à vontade e confortáveis por estarem instalados nessa famosa edificação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de todos os pontos apresentados, entende-se que mesmo após alguns anos de construção das edificações apresentadas, a importância do arquiteto e urbanista compreender com uma visão 360º a real situação do local onde será inserido tal edifício faz a diferença. Afinal, ao elaborar um projeto arquitetônico e urbanístico, o “TODO” (Bauhaus) carrega consigo um impacto positivo enorme para todos os que ali se instalarem e para os que estiverem ao redor. E esse projeto, se funcional, permanecerá intacto por longos anos. Porém, a geração de atividades dentro e fora desses edifícios merece ser levada em conta, sem que a essência cultural daquele local deixe de existir e grande parte da população que reside ali, tenha zelo pelo ambiente que é mais que uma moradia, um lar.

Tanto que como foi refletido por ALEXANDRE DA SILVA, G. J. ELIAS SILVA, S. ALEJANDRO, C. no artigo Densidade, dispersão e forma urbana - Dimensões e limites da sustentabilidade habitacional da **Revista Digital Vitruvius** (2016), é de extrema importância que ao se pensar novas habitações uni ou multi-familiares, seja repensado também cada um de seus impactos socioambientais no momento presente e no futuro:

> *Diante do atual cenário econômico mundial e latino-americano, tais demandas urbanas e a escassa disponibilidade de recursos para as políticas habitacionais e sociais demandam um planejamento estratégico na alocação de investimentos públicos que demandam, dentre outros aspectos, a aplicação e inovação tecnológica na área habitacional, proporcionando qualidade ambiental, menor impacto nos recursos naturais, otimização energética e de materiais, maior densidade e otimização de infraestrutura, proporcionando espaços que valorizem o convívio coletivo.*

A partir desses aspectos conclui-se que estudantes, profissionais e pesquisadores merecem estar atentos aos avanços dentro e fora de seu campo de estudo. Conforme apresentado por AYRES, M. V. A. ROMERO KUTIANSKI, G. F. DE OLIVEIRA JUNIOR W. A. C. TERUMI UNO, C. ZANCHETTA JUNIOR, C. no artigo **Sustentabilidade em Habitações de Interesse Social** (2006):

> *(...) um dos pioneiros na discussão do conceito de desenvolvimento sustentável, destaca que a sustentabilidade somente é inteiramente definida quando compreende cinco dimensões: ecológica, econômica, espacial, cultural e social"* (apud SACHS, 1993).

Com isso, a qualidade de vida estará presente dentro e fora da edificação através da interdisciplinaridade profissional que será passada ao edifício e consequentemente, à comunidade ali presente, causando assim um efeito dominó que aproxima diferentes contextos, realidades e histórias para que exista uma harmonia em cada parte desse conjunto desde o estrutural e urbanístico ao socioambiental.

Por fim, deve-se levar em conta que haverá várias questões que a partir dessa pesquisa serão levantadas para futuras pautas que serão colocadas para questionamentos que complementam esses primeiros estudos das unidades habitacionais que compõe a malha urbana e que por motivos do aumento progressivo da verticalização das cidades faz com que arquitetos e urbanistas, assim como outros profissionais da área habitacional e meio ambiente passem a olhar com mais atenção questões que envolvem sustentabilidade e qualidade de vida em habitações.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE DA SILVA, G. J. ELIAS SILVA, S. ALEJANDRO, C. **Densidade, dispersão e forma urbana - Dimensões e limites da sustentabilidade habitacional.** Revista Digital Vitruvius, fev. 2016. Disponível em: < http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/16.189/5957 >, Acesso em: 11 dez. 2017.

ARIOLI, A. T. GRUENDLING, F. S. CALDEIRA, G. LIMA, R. R. **Arquitetura Moderna De Le Corbusier Nas Habitações Populares Brasileiras.** 4º Seminário Ibero-Americano Arquitetura e Documentação, Belo Horizonte, de 25 a 27 de novembro 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho (partes 1 a 6).** Rio de Janeiro, 2013.

BRUAND, Yves. **Arquitetura contemporânea no Brasil.** São Paulo: Perspectiva, 2010.

CAMPOS NETO, Dirceu de Oliveira. **Habitação e modos de viver: um ponto de vista contemporâneo.** Intellectus Revista Acadêmica, Nº46, Vol.1, Ano 2018, página 97 até 108. Versão digital disponível em: < http://revistaintellectus.com.br/edicao.aspx?id=3 >, Acesso em: 06 de nov. 2018.

COPAN 60 HORAS. Direção: Cristina Aragão. Produção: Henrique Picarelli. São Paulo: GLOBO, 2017. (54min28) Disponível em: < https://www.youtube.com/watch?v=nQzu3cKF6UM >. Acesso em: 18 ago. 2018.

Alejandro Aravena: My architectural philosophy? Bring the community into the process. Rio de Janeiro - Brasil: TED Global 2014 – Ideas Worth Spreading, Outubro de 2014. (15min50) Disponível em: < https://www.ted.com/talks/alejandro_aravena_my_architectural_philosophy_bring_the_community_into_the_process >. Acesso em: 26 nov. 2018.

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA – Google Forms – Autores: Juan Carlo Andrade e Adriana A. Carneiro Rosa

Realizado com Arquitetos e Urbanistas de diversas titulações – desde último semestre de graduação até doutores e profissionais de outras áreas relacionadas a construção civil e assistência social.

SOBRE O AUTOR:

Juan Carlo Andrade: Graduando do quinto semestre de Arquitetura e Urbanismo **(UniFAJ, 2017/2021)**.
E-mail: arts.juancandrade@gmail.com

SOBRE A ORIENTADORA:

Adriana Aparecida Carneiro Rosa: Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela **Universidade de Alfenas** (1996) e mestrado em Engenharia Civil pela **Universidade Estadual de Campinas** (2003) na área de concentração em Arquitetura, Tecnologia e Cidade. Desde agosto de 2015, tem participações em congressos e em disciplinas nas áreas de Planejamento Urbano e Conforto Ambiental, pela **Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP** e pelo **Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ**. Atualmente é docente nos cursos de Arquitetura e Urbanismo do **Centro Universitário de Jaguariúna - UniFAJ** e Tecnologia em Construção de Edifícios do **Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa - IPEP**, respectivamente. Já atuou como docente e coordenadora do Curso Técnico em Edificações, no **Instituto Paulista de Ensino e Cultura - IPEC**. Tem experiência na área de Projetos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil. Atua principalmente nos seguintes temas: Projetos de Arquitetura e Urbanismo, Conforto Ambiental, Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, Desenho Assistido por Computador (AutoCAD) e Maquete Eletrônica (Revit). É membro participante dos Grupos de Estudos de Planejamento Urbano de Cidades Saudáveis - GEPUCS, na **FEC-UNICAMP**, Desenvolvimento Sustentável através das Águas - DES-AGUA e Tecnologia de Fabricação e Design Digital para Arquitetura e Urbanismo - **TecDAU na UniFAJ**.

E-mail: professoraadrianac@hotmail.com

EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS DE GRANDE PORTE EM SANTA BARBARA D'OESTE E O DESEMPENHO NO PROJETO

Large housing projects in Santa Barbara d'Oeste and design performance

BARROS, Raquel Regina Martini Paula
Centro Universitário Max Planck-Unimax

ARAUJO, Karina Borba de
Universidade Metodista de Piracicaba-Unimep

RESUMO: O trabalho apresenta parte dos resultados de pesquisa mais ampla na temática da qualidade da habitação e desempenho em projetos de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social-EHIS em municípios da Região Metropolitana de Campinas-RMC. Almeja o incremento daquela qualidade a partir da valorização dos avanços no contexto regulatório brasileiro. Mais especificamente, o objetivo foi contribuir para a consolidação de base de conhecimento sobre os projetos de EHIS no município de Santa Bárbara d'Oeste, SP à luz da Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais ABNT NBR15575. O delineamento do estudo foi o da pesquisa documental e bibliográfica. Após amplo levantamento e caracterização detalhada inclusive quanto aos sistemas construtivos adotados, foram selecionados projetos estudos de caso. Sobre esses foi verificado o grau de atendimento a uma seleção de requisitos da NBR15575. A pesquisa possibilitou reflexões sobre a importância da conformidade ao referencial normativo na fase do projeto da habitação. Base de conhecimento sobre os projetos de EHIS embasará futuras avaliações para a verificação do desempenho em uso e propostas de melhorias para esses e novos projetos.

Palavras-chaves: Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social; Qualidade do projeto da habitação; Desempenho de Edificações Habitacionais.

ABSTRACT: This paper presents partial results of a more comprehensive research on housing quality and the performance of social housing projects (EHIS) in the Metropolitan Region of Campinas (RMC). The overall goal is improving social housing production quality by valuing Brazilian advances in the regulatory context. More specifically, the goal was contributing to the consolidation of an EHIS knowledge base in Santa Barbara d´Oeste, SP in view of the Brazilian ABNT NBR 15575 Standard on Housing Performance. Documentary and bibliographic studies were conducted. After the completion of a comprehensive inventory and detailed characterization, case study projects were selected. The design projects were verified regarding compliance to a selection of NBR15575 requirements. Research allowed reflections on the importance of compliance to normative references in housing design phase. EHIS knowledge base can establish the foundation for future performance evaluations and design improvements for these and new projects.

Key-words: Social housing projects; Housing design quality; Housing performance.

INTRODUÇÃO

A complexidade da questão habitacional no Brasil é amplamente reconhecida e requer um enfoque mais direto sobre as cidades e sobretudo as metrópoles, onde se constata a espacialização da desigualdade socioeconômica associada a grandes desafios socioambientais. Muito embora os esforços do Programa Minha Casa Minha Vida-PMCMV, a produção habitacional urbana no Brasil para as faixas de menor poder aquisitivo não tem acompanhado o crescimento populacional. De fato, houve aumento do déficit habitacional no país, passando para 6 milhões e 355 mil em 2015 (FUNDAÇÃO, 2018). Mas para além da questão quantitativa, é urgente a busca pelo incremento da qualidade do projeto da habitação, com vistas à almejada moradia digna.

Tal produção requer melhorias no que se refere à sua localização na cidade, ao desenho urbano, à qualidade dos espaços coletivos, organização espacial das habitações, ao atendimento das necessidades dos moradores, áreas mínimas e possibilidades de transformação e flexibilidade das tipologias e suas soluções construtivas (BARROS, 2015). A inabilidade de resposta do projeto à dinâmica de usos e às necessidades e expectativas dos moradores atuais e futuros explica as intervenções espontâneas na habitação, que não contam com diretrizes de projeto e assessoria técnica profissional, geram desperdício energético e de materiais e aumentam a quantidade de resíduos de construção e demolição, comprometendo a permeabilidade do solo e a qualidade ambiental e estrutural das moradias. Adicionalmente, constata-se a necessidade de alterações no modo de produção da indústria da construção no Brasil, com a adoção de tecnologias e materiais mais sustentáveis.

Na construção civil, o termo “qualidade” associa-se ao desempenho satisfatório dos ambientes. No Brasil, ainda predomina a pouca demanda por qualidade e desempenho nos aspectos tecnológico e social. Como contraponto, destaca-se a Norma de Desempenho Edificações Habitacionais NBR15575 (ABNT, 2013). Enquanto norma de desempenho, não são especificados os materiais, componentes e subsistemas das edificações e sim indicados os requisitos e critérios a serem atendidos e os meios de comprovação que atestem o seu atendimento. As condições que expressam qualitativamente as características que a edificação e seus sistemas devem possuir para que

possam satisfazer as exigências do usuário são consideradas requisitos de desempenho. A NBR15575 (ABNT, 2013) se reporta a uma série de outras normas a serem consultadas para a sua aplicação e entrou em vigor em 19 de julho de 2013.

Todos os sistemas construtivos de edificações habitacionais devem atender aos requisitos da NBR15575, que institui um nível de desempenho mínimo para os elementos principais da obra ao longo de sua vida útil. Sobretudo os Sistemas de Vedação Vertical-SVVs vêm sendo objeto de inovação em projetos de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social-EHIS no Brasil, sendo considerados inovadores somente aqueles que ainda não possuem norma técnica específica. Tecnologias inovadoras passam por processo de avaliação para a obtenção do Documento de Avaliação Técnica-DATec, no âmbito do Sistema Nacional de Avaliação Técnica-SINAT (BRASIL, 2016). Com o intuito de estimular a melhoria da qualidade e desempenho em HIS, plataforma online continuamente atualizada sobre os sistemas inovadores e convencionais (BRASIL, s.d.) tem como premissa o atendimento aos requisitos e critérios de desempenho estabelecidos na NBR15575. A plataforma disponibiliza também conjunto de documentos referentes às especificações de desempenho nos EHIS baseadas na norma, incluindo catálogo que apresenta e orienta a utilização de fichas para a escolha de sistemas, subsistemas e elementos construtivos que atendam aos requisitos.

Uma variedade de publicações vem facilitando o entendimento da norma (AsBEA, 2015; CBIC, 2013) e aponta, também, os impactos e as dificuldades no seu atendimento (MOURÃO et al., 2016; CTE, 2016). A necessidade de aperfeiçoamento de requisitos da NBR15575, para uma maior aplicabilidade à realidade de projeto e/ou fabricação e/ou obra, levou à iniciativa de revisão pela ABNT, em andamento (SILVA, 2018).

O processo de projeto deve associar o conhecimento aprofundado da realidade local à consideração de referenciais conceituais e normativos, que compõem as novas exigências que podem contribuir para o incremento da qualidade e desempenho do projeto de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social-EHIS, a serem cumpridas pelos profissionais da área. Nesse sentido, os resultados discutidos no presente trabalho integram pesquisa mais ampla na temática da qualidade da habitação e desempenho de projetos de

EHIS em municípios da Região Metropolitana de Campinas. Mais especificamente, o trabalho apresenta os resultados de pesquisa que contribui para a consolidação de base de conhecimento sobre os projetos de EHIS no município de Santa Bárbara d'Oeste à luz da NBR15575 (ARAUJO, 2019), que poderão subsidiar futuras avaliações de desempenho em uso em EHIS.

METODOLOGIA

O delineamento principal do estudo foi o da pesquisa documental, visto que se pautou sobre a documentação técnica dos projetos (plantas, memorial descritivo, especificações de materiais, manual de uso, operação e manutenção). Foi também realizada pesquisa bibliográfica que se pautou sobre o referencial NBR15575 (ABNT, 2013) e trabalhos recentes a ela relacionados, a fim de embasar a verificação do seu atendimento nos projetos.

Em Araújo (2018), foi realizado amplo levantamento dos projetos de EHIS aprovados entre 2008 e 2017 pela Prefeitura (2017) e a sua caracterização detalhada, inclusive quanto aos sistemas construtivos adotados, segundo a classificação dos sistemas pela NBR15575. Dada a grande quantidade de projetos aprovada no período levantado (32 projetos) e que a maior parte desses (24 projetos) foi aprovada após a entrada em vigor da NBR15575, em Araújo (2019) foram selecionados 2 estudos de caso com o intuito de aprofundar o conhecimento no que se refere ao atendimento da norma. Foram selecionados aqueles:

- Aprovados pela Prefeitura após a entrada em vigor da NBR15575;
- Já construídos;
- Representativos de um maior número de Unidades Habitacionais-UHs de uma mesma tipologia edilícia;
- Representativos dos diferentes SVVs adotados no período.

A NBR15575 possui 6 partes – Requisitos Gerais, Sistemas de Pisos; de Vedações Verticais Internas e Externas; de Coberturas; Hidrossanitários – e abrange 3 grupos de exigências dos usuários: Segurança, Habitabilidade e Sustentabilidade. Tais grupos incluem 13 fatores de desempenho e um total de 161 critérios. Foram selecionados para a verificação do atendimento da norma parte dos requisitos e critérios que se referem às seguintes exigências dos usuários e respectivos fatores:

- Habitabilidade (Desempenho térmico; Desempenho lumínico; Funcionalidade e Acessibilidade);
- Sustentabilidade (Durabilidade; Adequação ambiental).

Na sequência, foi elaborado um roteiro adaptado a partir daquela seleção de requisitos e critérios da NBR15575, do check-list proposto por Mourão et al. (2016) e dos roteiros otimizados propostos por Mendes (2018).

A NBR15575 prevê 4 métodos de avaliação para verificar se um critério foi atendido e em qual nível de desempenho. São eles: Ensaio; Inspeção; Simulação e Análise de Projeto. Na pesquisa aqui retratada foi adotado o método de avaliação "Análise de Projeto" para a verificação de atendimento aos critérios da norma nos projetos estudos de caso.

Os dados obtidos com as verificações nos estudos de caso foram sistematizados e, por fim, refletiu-se sobre os resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já referido, a pesquisa adotou o método de avaliação "Análise de Projeto" para a verificação de atendimento dos critérios da NBR15575. Foram selecionados parte dos requisitos e critérios referentes aos seguintes fatores: Desempenho térmico; Desempenho lumínico; Funcionalidade; Acessibilidade; Durabilidade; Adequação ambiental.

Foram identificados 3 tipos de SVVs nos projetos levantados, a saber, Alvenaria Estrutural (cerâmica); Alvenaria Estrutural (concreto) e Parede de concreto moldada no local. Nenhum desses é considerado sistema construtivo inovador, visto que o SVV "parede de concreto moldada no local" já se encontra normatizado pela NBR16055 (ABNT, 2012), abrangendo a maioria dos SVVs nessa modalidade, exceto aqueles que possuem alguma especificidade não abrangida pela norma.

Seguindo os critérios apresentados na Metodologia, foram selecionados 2 estudos de caso para aprofundamento. Os EHIS de n.º 12 e 19, destacados no Quadro 1, agregam 6 conjuntos habitacionais cada, sendo que cada um deles repete uma mesma tipologia edilícia e tipologia de UH.

Quadro 1: EHIS aprovados após entrada em vigor da NBR15575:2013

Nº	FAIXA RENDA	DATA APROVAÇÃO	TIPOLOGIA EDILÍCIA	QUANT. UHs	SISTEMA VEDAÇÃO VERTICAL-SVV	SUB-TOTAIS POR SVV
14	F2	fev-15	VA	20	Alvenaria Estrutural (cerâmica)	
16	F2	dez-14	VA	20	Alvenaria Estrutural (cerâmica)	
17	F2	out-14	VA	196	Alvenaria Estrutural (cerâmica)	236
03	F2	fev-17	VA	120	Alvenaria Estrutural (concreto)	
04	F2	dez-16	VA	306	Alvenaria Estrutural (concreto)	
05	F2	dez-16	VA	408	Alvenaria Estrutural (concreto)	
06	F2	dez-16	VA	408	Alvenaria Estrutural (concreto)	
07	F2	out-16	VA	80	Alvenaria Estrutural (concreto)	
08	F2	set-16	VA	216	Alvenaria Estrutural (concreto)	
09	F2	ago-16	VA	160	Alvenaria Estrutural (concreto)	
10	F2	ago-16	VA	128	Alvenaria Estrutural (concreto)	
11	F2	jul-16	VA	68	Alvenaria Estrutural (concreto)	
12	**F1**	**fev-16**	**VB**	**1360**	**Alvenaria Estrutural (concreto)**	
13	F2	fev-15	VA	128	Alvenaria Estrutural (concreto)	
15	F2	ago-15	VB	176	Alvenaria Estrutural (concreto)	
18	F2	set-14	VA	300	Alvenaria Estrutural (concreto)	
20	F2	jun-14	H	6	Alvenaria Estrutural (concreto)	
21	F2	mai-14	VA	28	Alvenaria Estrutural (concreto)	
22	F2	fev-14	VB	64	Alvenaria Estrutural (concreto)	
23	F2	fev-14	VB	64	Alvenaria Estrutural (concreto)	
24	F2	fev-14	VB	16	Alvenaria Estrutural (concreto)	4036
01	F1,5	set-17	VB	480	Paredes de concreto (moldadas no local)	
02	F1	jun-17	VB	304	Paredes de concreto (moldadas no local)	
19	**F1**	**ago-14**	**VB**	**1320**	**Paredes de concreto (moldadas no local)**	2104
				6376		

Fonte: Elaboração própria a partir de dados obtidos de Prefeitura (2017).

Onde: H = Horizontal (térreas e assobradadas); VA = Vertical Alta (mais de 5 pisos); VB = Vertical Baixa (até 5 pisos sem elevador)

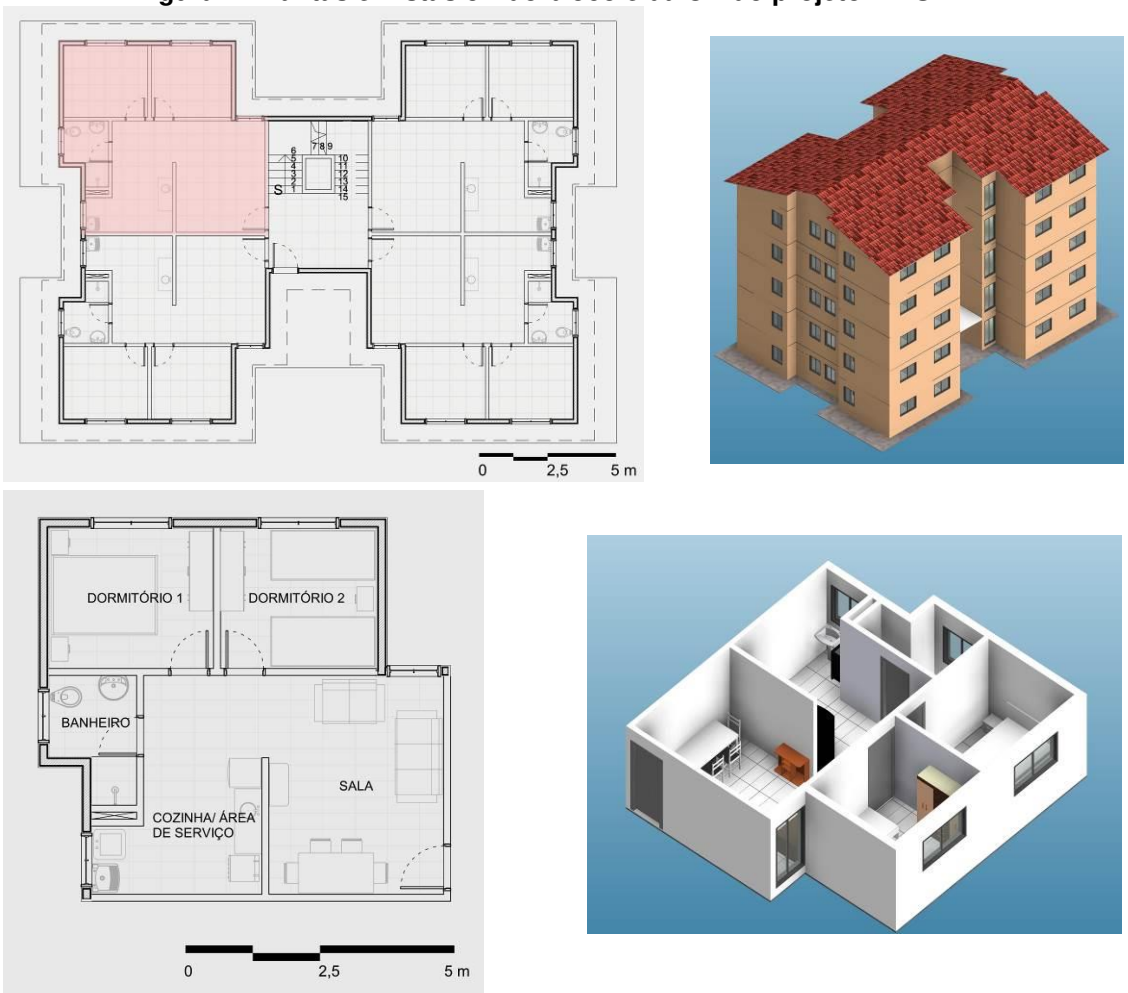
Na sequência são apresentados uma síntese dos dados técnicos dos projetos estudos de caso **EHIS 12** (Quadro 2 e Figura 1) e **EHIS 19** (Quadro 3 e Figura 2) e da sua análise, respectivamente nos Quadros 4 e 5.

Quadro 2: Dados do projeto EHIS 12.

Área terreno (bruta): Total = 246.216,83m² = 24,63ha. **Lotes residenciais:** (a)19.498,33m²; (b)16.237,70m²; (c)19.954,34m²; (d)16.028,18m²; (e)24.338,50m²; (f)22.199,09m².
Faixa de renda: F1; **Inserção urbana:** intervalo de distância radial até o centro: 4,14km
UHs: 1.360; **Densidade (UHs/ha):** 55,22; **Densidade (hab/ha):** 193,26
Tipologia das Edificações: VB; **Tipologia das UHs:** 2 dormitórios; **Área da UH:** 48,79m².
Descrição: 6 conjuntos totalizam 68 blocos de 5 pisos cada, com 4UHs por piso desde o piso térreo. Cada conjunto é independente dos demais, com sistema de segurança e áreas de convivência e lazer próprios. Conjuntos: (a)240UHs em 12 blocos; (b)200UHs em 10 blocos; (c)200UHs em 10 blocos; (d)180UHs em 9 blocos; (e)300UHs em 15 blocos; e (f)140UHs em 12 blocos. Áreas internas dos conjuntos possuem vagas de estacionamento para moradores e visitantes. Ligação entre blocos se dá por calçadas.
Sistemas Construtivos: Estrutural: Fundação: blocos de fundação de concreto estrutural; Estrutura e fechamento: blocos de concreto estrutural. Piso: Interno: piso desempenado com argamassa de cimento; Áreas úmidas: piso cerâmico simples; Externo: não especificado. Vedações Verticais: paredes de bloco de concreto; Internas: gesso + tinta látex PVA; Áreas úmidas: cerâmica na parede hidráulica até o forro + massa corrida e pintura com látex acrílica; Externas: emboço com argamassa de cimento. Cobertura: Laje: concreto; Telhado: estrutura metálica com perfis galvanizados e telhas cerâmicas tipo romana.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados obtidos de Prefeitura (2017).

Figura 1: Plantas e Vistas 3D do bloco e da UH do projeto EHIS 12.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados obtidos de Prefeitura (2017).

Quadro 3: Dados do projeto EHIS 19.

Área terreno (bruta): Total = 177.695,91m² = 17,77ha. **Lotes residenciais:** (a)13.793,03m²; (b)15.298,36m²; (c)15.259,61m²; (d)16.777,35m²; (e)19.800,65m²; (f)19.763,34m².
Faixa de renda: F1; **Inserção urbana:** intervalo de distância radial até o centro: 4km
UHs: 1.320; **Densidade (UHs/ha):** 74,28; **Densidade (hab/ha):** 260
Tipologia das Edificações: VB; **Tipologia das UHs:** 2 dormitórios; **Área da UH:** 47,84m².
Descrição: 6 conjuntos totalizam 66 blocos de 5 pisos cada, com 4UHs por piso desde o piso térreo. Cada conjunto é independente dos demais, com sistema de segurança e áreas de convivência e lazer próprios. Conjuntos: (a)180UHs em 9 blocos; (b)200UHs em 10 blocos; (c)200UHs em 10 blocos; (d)220UHs em 11 blocos; (e)260UHs em 13 blocos; e (f)260UHs em 13 blocos. Implanta Centro de Referência de Assistência Social-CRAS e escola municipal de ensino fundamental, com quadra esportiva para o bairro. Áreas internas dos conjuntos possuem vagas de estacionamento para veículos e motos, para uso dos moradores e visitantes. Ligação entre blocos se dá por calçadas.
Sistemas Construtivos: Estrutural: Fundação: radier; Estrutura e fechamento: paredes de concreto moldadas no local. Piso: Interno: laminados; Áreas úmidas: piso cerâmico; Externo: concreto. Vedações Verticais: paredes de concreto moldadas no local; Internas: pintura com textura sedosa; Áreas úmidas: revestimentos cerâmicos até 1,5m de altura; Externas: pintura texturizada. Cobertura: Laje: maciça de concreto moldada no local; Telhado: estrutura metálica com telhas de concreto.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados obtidos de Prefeitura (2017).

Figura 2: Plantas e Vistas 3D do bloco e da UH do projeto EHIS 19.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados obtidos de Prefeitura (2017).

Quadro 4: Roteiro da análise do projeto EHIS 12.

Critérios - Desempenho Térmico	**Atende**	**Não atende**	**Atende Parcial.**
Áreas de aberturas (janelas) de dormitórios são adequadas às adequações mínimas da Z.B. da cidade	☑	☐	☐
Áreas de aberturas (janelas) de sala de estar/jantar são adequadas às recomendações mínimas da Z.B. da cidade.	☑	☐	☐
Transmitância Térmica (U - W/m²K) das paredes externas é adequada às recomendações da Z.B. da cidade.	☑	☐	☐
Capacidade Térmica (CT - J/m²K) das paredes externas é adequada às recomendações da Z.B. da cidade.	☑	☐	☐
Transmitância Térmica (U - W/m²K) da cobertura é adequada às recomendações da Z.B. da cidade.	☑	☐	☐
Estratégia de condicionamento térmico passivo no inverno de aquecimento solar da edificação.	☑	☐	☐
Estratégia de condicionamento térmico passivo no inverno de vedações internas pesadas (inércia térmica).	☐	☑	☐
SVV paredes internas e externas é o mesmo. Possui as características físicas de parede leve, logo não foi adotada estratégia de condicionamento térmico que desempenhe inércia térmica nos ambientes.			
Estratégia de condicionamento térmico passivo no verão de ventilação cruzada.	☐	☑	☐
Não há possibilidade de ventilção cruzada nas UHs.			
Critério - Desempenho Lumínico			
Todos os dormitórios possuem mecanismos de controle de iluminância, assim como venezianas, integrado aos caixilhos.	☑	☐	☐
Critérios - Funcionalidade			
Dormitórios, salas de estar/jantar e espaços multifuncionais têm pé-direito igual ou superior a 2,50m.	☑	☐	☐
Cozinha e área de serviço têm pé-direito igual ou superior a 2,50m.	☑	☐	☐
Banheiros têm pé-direito igual ou superior a 2,30m.	☑	☐	☐
Não existem elementos estruturais que possam impedir o aumento ou conjugação de dormitórios e salas de estar/jantar (MENDES, 2018).	☐	☑	☐
Manual do Proprietário destaca proibição de reformas ou alterações que envolvam a remoção, modificação ou abertura de vãos nas alvenarias, inclusive rasgos para instalação embutida de tubulações hidráulicas e/ou elétricas.			
Para os projetos de arquitetura habitacional de unidades habitacionais, é prevista no mínimo a disponibilidade de espaço nos cômodos da edificação habitacional para colocação e utilização dos móveis e equipamentos-padrão listados no Anexo G (NBR 15575-1)?	☐	☐	☑
Sem previsão de espaço para os seguintes equipamentos-padrão: apoio para refeição (2 pessoas) na cozinha e escrivaninha ou mesa + cadeira para desenvolver tarefas como estudar, ler, escrever, etc.			
Critérios - Acessibilidade			
Todos os vãos de passagem do caminho da rua até a porta das unidades têm largura igual ou superior a 0,80m e não possuem soleiras com desnível igual ou superior a 5mm.	☑	☐	☐
Nas unidades todas as portas têm vãos de 0,80m de largura ou existe a possibilidade de sua ampliação e não possuem soleiras com desnível igual ou superior a 5mm.	☑	☐	☐
As áreas privativas devem receber adaptações necessárias para pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida nos percentuais previstos na legislação, e as áreas de uso comum atendem ao estabelecido na NBR 9050.	☑	☐	☐
Critérios - Durabilidade			
O manual do proprietário ou documento similar contém informações relativas às sobrecargas limitantes no uso da edificação.	☑	☐	☐
O edifício e seus sistemas apresentam durabilidade compatível com a vida útil de projeto (VUP) preestabelecida em 14.2.1 (NBR 15575-1)?	☐	☑	☐
Não especificado o valor da VUP.			
O projeto do edifício e seus subsistemas foi concebido de modo a possibilitar meios que favoreça, a inspeção predial e condições de manutenção.	☑	☐	☐
A edificação possui o Manual de Uso, Operação e Manutenção das edificações.	☑	☐	☐
Critério - Adequação ambiental			
No caso de reúso de água para destinação não potável, são atendidos os parâmetros estabelecidos na Tabela 8 (NBR 15575-1)?	☐	☑	☐
Não há reúso de água.			

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 5: Roteiro da análise do projeto EHIS 19.

Critérios - Desempenho Térmico	**Atende**	**Não atende**	**Atende Parcial.**
Áreas de aberturas (janelas) de dormitórios são adequadas às adequações mínimas da Z.B. da cidade	☑	☐	☐
Áreas de aberturas (janelas) de sala de estar/jantar são adequadas às recomendações mínimas da Z.B. da cidade.	☑	☐	☐
Transmitância Térmica (U - W/m²K) das paredes externas é adequada às recomendações da Z.B. da cidade.	☐	☑	☐
Transmitância Térmica (U) da parede de concreto (Upc) maciço de espessura total da parede 10 cm: Upc = 4,40[W/(m².K)], maior que Transmitância Térmica (U) determinada pela norma para Z.B. 3 (U ≤ 3,7[W/(m².K)]).			
Capacidade Térmica (CT - J/m²K) das paredes externas é adequada às recomendações da Z.B. da cidade.	☑	☐	☐
Transmitância Térmica (U - W/m²K) da cobertura é adequada às recomendações da Z.B. da cidade.	☐	☑	☐
Transmitância Térmica (U) da cobertura: Ucb = 2,25[W/(m².K)], classificada como leve refletora. Portanto, fora do estabelecido pela norma para a Z.B. 3 (cobertura leve isolada com U ≤ 2,00 [W/(m².K)]).			
Estratégia de condicionamento térmico passivo no inverno de aquecimento solar da edificação.	☑	☐	☐
Estratégia de condicionamento térmico passivo no inverno de vedações internas pesadas (inércia térmica).	☐	☑	☐
SVV paredes internas e externas é o mesmo. Possui as características físicas de parede leve refletora, logo não foi adotada estratégia de condicionamento térmico que desempenhe inércia térmica nos ambientes.			
Estratégia de condicionamento térmico passivo no verão de ventilação cruzada.	☑	☐	☐
Critério - Desempenho Lumínico			
Todos os dormitórios possuem mecanismos de controle de iluminância, assim como venezianas, integrado aos caixilhos.	☑	☐	☐
Critérios - Funcionalidade			
Dormitórios, salas de estar/jantar e espaços multifuncionais têm pé-direito igual ou superior a 2,50m.	☑	☐	☐
Cozinha e área de serviço têm pé-direito igual ou superior a 2,50m.	☑	☐	☐
Banheiros têm pé-direito igual ou superior a 2,30m.	☑	☐	☐
Não existem elementos estruturais que possam impedir o aumento ou conjugação de dormitórios e salas de estar/jantar (MENDES, 2018).	☐	☑	☐
Manual do Proprietário destaca proibição de reformas ou alterações que envolvam a remoção, modificação ou abertura de vãos nas alvenarias, inclusive rasgos para instalação embutida de tubulações hidráulicas e/ou elétricas.			
Para os projetos de arquitetura habitacional de unidades habitacionais, é prevista no mínimo a disponibilidade de espaço nos cômodos da edificação habitacional para colocação e utilização dos móveis e equipamentos-padrão listados no Anexo G (NBR 15575-1)?	☐	☐	☑
Sem previsão de espaço para os seguintes equipamentos-padrão: apoio para refeição (2 pessoas) na cozinha e escrivaninha ou mesa + cadeira para desenvolver tarefas como estudar, ler, escrever, etc.			
Critérios - Acessibilidade			
Todos os vãos de passagem do caminho da rua até a porta das unidades têm largura igual ou superior a 0,80m e não possuem soleiras com desnível igual ou superior a 5mm.	☑	☐	☐
Nas unidades todas as portas têm vãos de 0,80m de largura ou existe a possibilidade de sua ampliação e não possuem soleiras com desnível igual ou superior a 5mm.	☑	☐	☐
As áreas privativas devem receber adaptações necessárias para pessoas com deficiência física ou com mobilidade reduzida nos percentuais previstos na legislação, e as áreas de uso comum atendem ao estabelecido na NBR 9050.	☑	☐	☐
Critérios - Durabilidade			
O manual do proprietário ou documento similar contém informações relativas às sobrecargas limitantes no uso da edificação.	☑	☐	☐
O edifício e seus sistemas apresentam durabilidade compatível com a vida útil de projeto (VUP) preestabelecida em 14.2.1 (NBR 15575-1)?	☐	☑	☐
Não especificado o valor da VUP.			
O projeto do edifício e seus subsistemas foi concebido de modo a possibilitar meios que favoreça, a inspeção predial e condições de manutenção.	☑	☐	☐
A edificação possui o Manual de Uso, Operação e Manutenção das edificações.	☑	☐	☐
Critério - Adequação ambiental			
No caso de reúso de água para destinação não potável, são atendidos os parâmetros estabelecidos na Tabela 8 (NBR 15575-1)?	☐	☑	☐
Não há reúso de água.			

Fonte: Elaboração própria.

Antes mesmo das questões de desempenho mais especificamente enfocadas nesse trabalho, a caracterização dos projetos estudos de caso a partir dos dados técnicos obtidos permite pontuar: a inserção urbana precária dos EHIS dada as grandes distâncias até o centro da cidade e a infraestrutura insuficiente sobretudo no que se refere à mobilidade urbana; o porte excessivo dos EHIS, com mais de 1300UHs cada; a tipologia do bloco "H" para as edificações e da UH de 2 dormitórios, determinando a ausência de diversidade.

A verificação do atendimento a uma seleção de requisitos e critérios da NBR15575 nos estudos de caso permite destacar que:

Ambos os estudos de caso atendem apenas parcialmente aos requisitos necessários ao *Desempenho térmico*. Como explicado no Quadro 4 e seguindo as recomendações para a Zona Bioclimática 03, o EHIS 12 não atende no que se refere às estratégias: (1) de condicionamento térmico passivo para o inverno "vedações internas pesadas (inércia térmica) ", visto que adota um mesmo tipo de vedação interna e externa que é caracterizada como parede leve; (2) de condicionamento térmico passivo para o verão "ventilação cruzada". Já o EHIS 19 (Quadro 5) não atende no que se refere a: (1) Vedações (Externas) dado o valor da "transmitância térmica das paredes externas"; (2) Vedações (cobertura) dado o valor da "transmitância térmica da cobertura"; (3) estratégia de condicionamento térmico passivo para o inverno "vedações internas pesadas (inércia térmica) ", visto que adota um mesmo tipo de vedação interna e externa que é caracterizada como parede leve refletora. Assim, ambos não se enquadram no mínimo estabelecido pela NBR15575.

Nesse sentido, os resultados do procedimento simplificado (normativo) seguido para a avaliação da adequação das habitações apontou desempenho térmico insatisfatório no que se refere ao fator *Desempenho Térmico*. O projeto EHIS 19, que adotou o SVV parede de concreto moldada no local, apresentou menor grau de conformidade à NBR15575 quando comparado ao EHIS-12, que adotou o SVV alvenaria estrutural em concreto.

Por meio da análise dos projetos e respectivos Manuais de Uso, Operação e Manutenção, em ambos os estudos de caso constatou-se que foram especificados somente os prazos de garantia e não os valores da Vida Útil do Projeto-VUP. Todavia, é necessário que os sistemas das edificações apresentem durabilidade compatível com a VUP pré-estabelecida na norma,

para a almejada *Durabilidade*. Tampouco foram identificadas iniciativas para a redução de desperdícios para uma melhor *Adequação Ambiental*, tais como o reúso de água para destinação não potável. E no que se refere ao fator *Funcionalidade*, muito embora a tipologia edilícia VB adotada em ambos EHIS não permita a ampliação das UHs, os respectivos projetos poderiam ter adotado SVVs para paredes internas que permitissem mudanças de layout tais como a conjugação entre ambientes por meio da remoção de parede interna, adaptando os espaços de acordo com as necessidades dos usuários, como sugere o critério proposto por Mendes (2018) em *Funcionalidade*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressalta-se que, dos 32 EHIS levantados e totalizando 7932 UHs (ARAUJO, 2018), 24 EHIS foram aprovados após a entrada em vigor da NBR15575, totalizando 6376 UHs ou 80,4%. E também que nesses projetos mais recentes constata-se a crescente adoção do SVV paredes de concreto moldadas no local, em termos de quantidade de UHs -- 3 projetos totalizam 2104UHs com esse SVV. Todavia, como pode-se observar no caso do EHIS 19, tal adoção não agregou melhoria no atendimento aos requisitos da norma.

A análise realizada sobre os estudos de caso permitiu constatar a conformidade a alguns requisitos e a não conformidade a outros, com destaque para aqueles do *Desempenho térmico*. Reflexões sobre os resultados permitem também dizer que parte dos requisitos referentes a *Funcionalidade*, *Acessibilidade* e *Adequação ambiental* são pouco exigentes para o desempenho mínimo que se almeja no projeto, tais como aqueles relacionados ao pé direito mínimo; à disponibilidade mínima de espaços para uso e operação da habitação; à porcentagem de UHs adaptadas para Pessoas com Deficiência-PcDs, que se limita aos percentuais previstos na legislação. Adicionalmente, outros requisitos que poderiam agregar qualidade e desempenho para a habitação constam na NBR15575 apenas como opcionais, tais como o caráter evolutivo das UHs, que é previsto apenas como possibilidade de ampliação no caso de projetos de edificações térreas e assobradadas; e o reuso de água para destinação não potável.

Para além dos aprimoramentos necessários à NBR15575 (ABNT, 2013), as exigências de desempenho não plenamente contempladas nos projetos

estudos de caso prejudicam a qualidade de vida os moradores da habitação e demonstram que o seu atendimento não vem sendo priorizado nos projetos de EHIS aprovados desde a entrada em vigor da norma. Adicionalmente, compõem a avaliação desses projetos a inserção urbana precária; o porte excessivo e as tipologias simplistas e repetitivas adotadas. Nesse sentido, o estudo realizado aponta para a necessidade de revisão de valores por parte dos projetistas, construtores e empreendedores, com vistas à maior qualidade do projeto da habitação e de vida de seus moradores. Os projetos de EHIS analisados, muito embora aprovados após a vigência da norma, ainda reproduzem os padrões insuficientes usualmente encontrados no mercado.

Desenvolvimentos futuros em pesquisa permitirão verificar o atendimento a um maior número de fatores, requisitos e critérios da norma; acrescentar avaliação segundo o método da simulação computacional, visto que os resultados do procedimento simplificado (normativo) para a avaliação da adequação das habitações apontou desempenho térmico insatisfatório; verificar o desempenho em uso da habitação, por meio de avaliação pós-ocupação-APO em estudo de caso, a partir do cadastro na Plataforma Brasil/ Comitê de Ética em Pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio recebido (bolsa de iniciação científica PIBIC). À Unimep pelo apoio recebido (bolsa de iniciação científica FAPIC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, K.B. **Empreendimentos de Habitação de Interesse Social em Santa Barbara d'Oeste, SP: estudos de caso sob o enfoque do desempenho no projeto**. Relatório Parcial de Iniciação Científica. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica-PIBIC-CNPq. Santa Bárbara d'Oeste, FEAU-UNIMEP, 2019.

ARAUJO, K.B. **Habitação social em Santa Bárbara d'Oeste, SP: levantamento e caracterização de projetos sob enfoque da qualidade e desempenho**. Relatório Final de Iniciação Científica. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica-FAPIC-UNIMEP. Santa Bárbara d'Oeste, FEAU-UNIMEP, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR15575: Norma de Desempenho - Edificações Habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR16055: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações**. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR15220: Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA-AsBEA. **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR15.575**. São Paulo: AsBEA, 2015. Disponível em: http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d4067859bc53891dfce5e6b282485fb4.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

BARROS, R.R.M.P. Humanização e resiliência: a capacidade adaptativa para o habitar urbano. In: Latin American and European Conference on Sustainable Buildings and Communities, 2015, Guimaraes. **Proceedings of EURO ELECS**, 2015. Guimarães: Univ. do Minho, 2015. v.3. p.1961-1970.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação-SNH. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat-PBQP-H. **Regimento do Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Sistemas Inovadores e Convencionais-SINAT**. Brasília-DF, 2016. Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_SINAT.php. Acesso em: 21/05/2019.

_____. **Desempenho Técnico para HIS**. s.d. Disponível em: http://app.cidades.gov.br/catalogo/. Acesso em: 21/05/2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO-CBIC. **Catálogo de inovação na construção civil**. Câmara Brasileira da Construção Civil. Brasília-DF, 2016. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo_de_Inovacao_na_Construcao_Civil_2016.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

_____. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT 15575/2013.** Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia_da_Norma_de_Desempenho_2013.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES-CTE. **Norma de desempenho: panorama atual e desafios futuros.** São Paulo: CBIC/ SENAI, 2016. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2018/03/Panorama.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil**. Plataforma FJP Dados, 11 de abril de 2018. Disponível em: http://fjpdados.fjp.mg.gov.br/deficit/. Acesso em: 29/05/2019.

MENDES, M.C.M. **A percepção dos moradores sobre o uso dos sistemas construtivos inovadores em habitações: uma contribuição da avaliação pós-ocupação**. Tese (pós-graduação). FAUUSP, São Paulo, 2018. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-17092018-101554/en.php. Acesso em: 21/05/2019.

MOURÃO, A. et al. **Análise dos critérios de atendimento a Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575. Estudo de caso em empresas do Programa Inovacon-CE**. Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará-INOVACON, 2016. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Analise_dos_Criterios_de_Atendimento_A_Norma_de_Desempenho_ABNT_NBR_15_575_2017.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

PREFEITURA Municipal de Santa Bárbara D'Oeste, Secretaria de Planejamento Urbano. Dados técnicos dos projetos. Santa Bárbara d'Oeste, 2017.

SILVA, M.A.C. **Subsídios à revisão da norma de desempenho**. In: ENCONTRO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 90., Florianópolis, 2018. Palestra em 18/05/2018.

SOBRE AS AUTORAS:

RAQUEL REGINA MARTINI PAULA BARROS
Arquiteta e Urbanista, Dr.ª Engenharia Civil, Área Arquitetura e Construção
Pós-Doutorado em Arquitetura e Urbanismo (Unicamp/ FAPESP)
Docente no Centro Universitário Max Planck-UniMAX
Grupo de Estudos Qualidade do Projeto da Habitação
e-mail: rpaulabarros@gmail.com

KARINA BORBA DE ARAUJO
Aluna do 5º ano do Curso de Arquitetura e Urbanismo
Universidade Metodista de Piracicaba-Unimep
Grupo de Estudos Qualidade do Projeto da Habitação
e-mail: kariina.araaujo@gmail.com

ESTUDO DO CONFORTO LUMÍNICO E DA CONSERVAÇÃO DO ACERVO EM BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA

Study of Luminous Comfort and Conservation of the Collection in University Library

CASALE, Lorenzzo Aroca
Universidade Metodista de Piracicaba – Unimep

CASTRO, Adriana Petito de Almeida Silva
Universidade Metodista de Piracicaba – Unimep

RESUMO: A importância do conforto ambiental percebida pelo usuário tem sido objeto de estudo recorrente e se mostrado como norteador de projetos para os mais diversos usos, em especial em edifícios escolares. Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o conforto visual da biblioteca da Unimep (Universidade Metodista de Piracicaba), campus Santa Bárbara d'Oeste/SP, confrontando dados obtidos através de medições de iluminância com o resultado de questionários aplicados aos usuários. A caracterização física do espaço foi o primeiro passo, incluindo o levantamento de dimensões da edificação, das aberturas e das proteções solares bem como disposição de mobiliário, luminárias e lâmpadas. Posteriormente foram realizadas medições de iluminância tanto no inverno quanto no verão enquanto os usuários respondiam a um questionário. Pode-se concluir que o atual sistema de iluminação, natural e artificial, não atende a NBR 8995-1/2013, contudo a percepção dos usuários é de um ambiente "claro" e sem pontos de ofuscamento. O que não dispensa um projeto de melhoria para a iluminação, através de luminárias de mesa e prateleiras de luz. Quanto à conservação do acervo, nota-se incidência direta de raios luminosos das lâmpadas. Dessa maneira, recomenda-se a fixação de prateleiras nos últimos suportes das estantes de livro.

Palavras-chave: Conforto luminoso; Biblioteca universitária; Conservação de acervo.

ABSTRACT: The importance of the environmental comfort perceived by the user has been the object of a recurrent study and shown as guiding projects for the most diverse uses, especially in school buildings. Within this context, the aim of this work was to evaluate the visual comfort of the Unimep library, at Santa Bárbara d'Oeste campus, comparing data obtained through illuminance measurements with the result of questionnaires applied to users. The physical characterization of space was the first step, including the survey of dimensions of the building, the openings and the solar protections as well as arrangement of furniture, luminaires and lamps. Later, illuminance measurements were performed both in winter and summer while users answered a questionnaire. It can be concluded that the current natural and artificial lighting system does not meet NBR 8995-1/2013; however, the users' perception is of a "clear" environment with no glare points. This does not dispense an improvement in lighting design, through table lamps and light shelves. Regarding the conservation of the books, it is noticed direct incidence of light rays of the lamps

in the material. In this way, it is recommended to attach shelves on the top of bookshelves.

Keywords: Luminous comfort; University library; Book conservation.

INTRODUÇÃO

Atualmente, percebe-se na literatura uma evolução na abordagem sobre estudos de iluminação com um olhar cada vez mais voltado à percepção e satisfação dos usuários, uma vez que a iluminação natural, por sua característica dinâmica, influencia na maneira como o usuário irá perceber visualmente o ambiente ao longo do dia. O projeto dos espaços deve atender às exigências do usuário como centro das necessidades (RIZZARDI e PEREIRA, 2018).

Conforme Ruivo *et al.* (2018), o uso da iluminação artificial em ambientes de trabalho ao longo do dia é um dos fatores que mais contribuem com o elevado consumo de energia em edificações. Dessa forma, aproveitar a iluminação natural é um processo que deve nortear o desenvolvimento de projetos de arquitetura na busca por edificações mais sustentáveis e eficientes energeticamente.

Lamberts *et al.* (1997 *apud* GARROCHO, 2005) afirmam que as condições que geram conforto luminoso ao ambiente estão relacionadas a atributos fundamentais responsáveis por prover uma situação tranquila do processo visual. Estes são: iluminância suficiente; uniformidade de iluminação; ausência de ofuscamento e modelagem dos objetos. Entretanto, Barbosa (2010) entende que o conforto luminoso aborda, também, as necessidades humanas não visuais da luz, porém fisiológicas, responsáveis por interferir nas condições de bem-estar, produtividade e saúde dos usuários.

Edifícios escolares são exemplos de uma tipologia arquitetônica em que o projeto exige características muito específicas do espaço. São lugares onde a ocupação é enfatizada principalmente pelas ações de ver e ouvir, dentro do conceito de caráter produtivo-laborativo do uso da luz. Condições adequadas de conforto visual são de grande relevância no ambiente construído das bibliotecas, onde a qualidade das condições ambientais pode influenciar nas atividades de concentração, leitura e aprendizagem. Entende-se que as sensações geradas

pelo ambiente são interpretadas de acordo com as preferências e valores dos usuários, dependendo de sua história pessoal e de seu contexto sociocultural. Assim, para uma avaliação do ambiente, a análise não deve restringir-se apenas às condições físicas e ao uso de normas, mas também em compreender as necessidades do indivíduo a fim de lhe proporcionar um espaço agradável de prazer e bem-estar.

Tendo em vista a abordagem quantitativa, a NBR 8995-1 (ABNT, 2013) propõe alguns valores de iluminância que devem ser aplicados de acordo com o ambiente e atividade realizada. Para bibliotecas, a norma recomenda que ambientes de leitura tenham iluminância mantida de 500 lux, as estantes de 200 lux e os espaços de atividades das bibliotecárias de 500 lux.

Inanici e Hashemloo (2017) destacam que as abordagens de desempenho centradas no ocupante promovem decisões de projeto que apoiam o conforto visual humano, produtividade e preferências visuais, juntamente com critérios de desempenho visual e eficiência energética.

Atentando à importância de assegurar uma longa vida útil ao acevo bibliográfico, algumas medidas devem ser consideradas no ambiente da biblioteca, especialmente no espaço de armazenamento do acervo. Considerando-se a conservação preventiva, no que tange aos causados pela luz, tem-se que toda fonte de iluminação, tanto natural quanto artificial, deve estar disposta de forma a não incidir raios luminosos diretamente no acervo. A radiação emitida, especialmente a ultravioleta (UV), provoca danos irreversíveis e cumulativos ao material, tornando o papel frágil, amarelecido, quebradiço, escurecido e comprometendo a legibilidade do texto, devido às alterações nas tintas que podem desbotar ou mudar de cor (CASSARES, 2000).

O presente trabalho analisa o conforto visual e a conservação do acervo de uma biblioteca universitária, por meio de medições de iluminância, de análise da sensação/preferência do usuário e de observações *in loco*. A metodologia utilizada compreendeu medições no verão e no inverno, considerando iluminação natural e composta, elaboração e aplicação de questionários, além de diversas visitas à biblioteca.

OBJETIVO

Este trabalho tem como finalidade analisar as condições de conforto luminoso e de conservação do acervo bibliográfico e de periódicos da biblioteca da Unimep, campus Santa Bárbara d'Oeste.

METODOLOGIA

A execução do presente trabalho se deu por quatro etapas:

1. Caracterização da biblioteca, levantando medidas das dimensões da edificação, assim como a disposição do mobiliário, das aberturas, das proteções solares, das luminárias e lâmpadas.

2. Medições de iluminância, tanto no período de inverno quanto no verão, considerando a iluminação natural e a composta.

3. Aplicação de questionário sobre o conforto luminoso da biblioteca para alunos usuários do espaço.

4. Avaliação da conservação do acervo através da análise de valores de iluminância e de observações realizadas durante visitas à biblioteca.

Caracterização da biblioteca

A edificação analisada é a biblioteca da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), campus Santa Bárbara d'Oeste. A Universidade situa-se no município de Santa Bárbara d'Oeste, no interior do estado de São Paulo, à margem da Rodovia Luiz Ometto (SP 306) no km 24. A biblioteca pertence ao Bloco 4 do campus, inserido na parte central do campus (Figura 48), o qual possui aproximadamente 916m² de área total.

A biblioteca foi dividida em cinco ambientes de acordo com seus espaços físicos e atividades desenvolvidas (Figura 49). Na Sala de Estudo em Grupo (Ambiente 1), Sala de Estudo Individual (Ambiente 2) e Área de Estudo Integrada (Ambiente 3) são praticadas atividades de leitura e estudo. Na área Atendimento/Acervo de Periódicos (Ambiente 4), localiza-se o balcão de empréstimos, o local das atividades das bibliotecárias e o acervo dos periódicos. Por fim, o espaço Acervo Bibliográfico (Ambiente 5) é o local de armazenamento e consulta do acervo bibliográfico.

Figura 48 – Localização da biblioteca, em vermelho.

Figura 49 – Planta baixa da biblioteca.



Fonte: Google Earth (acesso em 10 de jan. de 2019), adaptado pelos autores.



Fonte: Os Autores.

O bloco 4 localiza-se em um terreno plano, com suas fachadas orientadas para o nordeste, noroeste, sudoeste e sudeste. Ao longo da fachada sudoeste há uma pequena fileira de árvores e a fachada noroeste está à frente de um terreno bem arborizado. A fachada sudoeste possui algumas poucas árvores à sua frente.

O pé direto da biblioteca é de aproximadamente 3 m e área interna total é de 916,00 m²; de onde se tem respectivamente do ambiente 1 ao 5: 48,75 m², 60,86 m², 66,54 m², 216,82 m², 238,00 m².

As janelas da biblioteca que ficam voltadas para o exterior estão representadas na Figura 3. Essas são do tipo basculante, compostas por caixilhos de aço na cor preta, que prendem seis placas de vidro, transparentes e lisos, por coluna e apresentam peitoril de 1,10 m. Cada vidro tem dimensões de 1,02 m de comprimento por 0,21 m de altura. Já as janelas voltadas para o átrio, presentes nos ambientes 4, 5 e na sala de vídeo, são semelhantes às janelas citadas anteriormente, com a diferença de possuírem oito vidros por coluna. Portanto, são janelas maiores e com peitoril menor (0,50 m), conforme Figura 4.

A biblioteca conta com um átrio localizado no centro da edificação, o qual possui abertura zenital e venezianas translúcidas (Figura 4), que promove luz natural, principalmente para os ambientes 3, 4, 5 (todos com aberturas para o átrio) e para as áreas de circulação entre a entrada e o átrio. O ambiente 2 possui

abertura voltada para a área de circulação interna e, dessa forma, também recebe luz proveniente do átrio, porém, em pouca quantidade.

A respeito de proteções solares, a construção possui beiral e brise-soleil fixo em toda sua envoltória. Além disso, há persianas verticais de cor cinza em todas as janelas dos ambientes 1, 2, 3, da sala técnica e da sala de vídeo; o ambiente 4, a sala de coordenação e a copa possuem persianas do mesmo modelo nas aberturas voltadas para a área de circulação interna da biblioteca. O ambiente 2 e a sala de vídeo dispõem de portas de aço com vidro liso, as quais possuem persianas instaladas do lado interno.

Figura 50 – Janelas da biblioteca voltadas para o exterior do edifício.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 51 – Aberturas voltadas para o átrio da biblioteca.



Fonte: Acervo pessoal.

O sistema de iluminação artificial é formado por luminárias abertas de sobrepor com calha refletora de alumínio e aletas, para duas lâmpadas fluorescentes tubulares; as luminárias possuem aproximadamente 8 cm de altura. O átrio, excepcionalmente, possui luminárias abertas, de sobrepor simples, para uma lâmpada fluorescente tubular. As lâmpadas usadas possuem 32 W de potência, com reatores também de 32 W. A tensão elétrica instalada na biblioteca é de 220 V.

A partir das várias visitas à biblioteca, foi verificada a disposição dos móveis presentes nos ambientes estudados, devido às relações que o sistema de iluminação apresenta com a disposição do mobiliário.

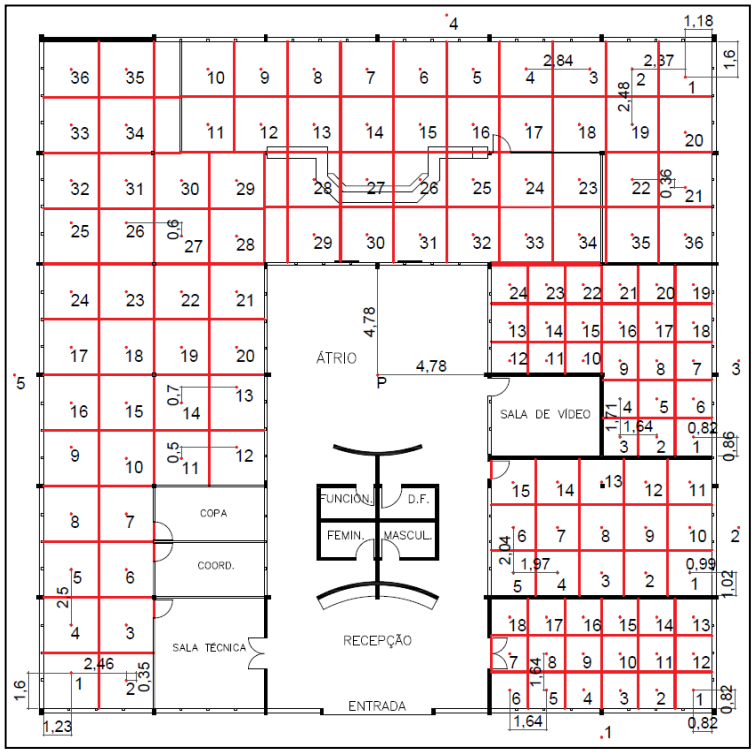
Deve-se ressaltar que a Universidade não disponibilizou informações sobre os materiais, sistema de iluminação, dentre outros dados pertinentes para a realização deste trabalho. Portanto, essas informações foram coletadas pelo

autor, bem como a elaboração de plantas e levantamento da tipologia dos materiais, cotas e/ou medidas.

Medições de iluminância

As medições de iluminância foram realizadas seguindo as orientações da NBR 15215-4:2005 (ABNT, 2005). Dessa maneira, inicialmente foi determinado o número mínimo de pontos a serem medidos em cada ambiente. Em seguida, foi estabelecida a malha de pontos (Figura 5) utilizada para as medições. O aparelho utilizado para a determinação dos valores de iluminância foi um luxímetro digital da marca Lutron Eletronics, modelo Lx-102, com faixa de leitura de 0 a 50.000 lux (Figura 6).

Figura 52 – Malha de pontos para as medições de iluminância.



Fonte: Os Autores.

Figura 53 – Luxímetro usado para as medições de iluminância.



Fonte: Acervo pessoal.

As medições de verão ocorreram em três dias do mês de fevereiro de 2018 e as medições de inverno sucederam-se em três dias do mês de julho do mesmo ano. Durante estes dias foram coletados os valores de iluminância para iluminação natural e composta. As medições foram realizadas, sempre, com todas as persianas abertas. Além disso, durante as medições de iluminação natural, todas as luzes foram apagadas.

Foram coletadas iluminâncias para a iluminação natural e composta às 9 h, 12 h, 15 h e 18 h. Todas as medições (no total de 6336) foram feitas exclusivamente pelo autor do trabalho em tela; dessa forma, devido à quantidade de pontos a serem medidos, foi criado um percurso com o intuito de padronizar os intervalos de medições para cada ponto. Inicialmente, para cada horário de medição, foram feitas as coletas de iluminação natural, para em seguida ser feita a da iluminação composta. Além disso, entre as medições da iluminação natural e a composta, foi avaliada a iluminância externa de referência em pontos externos perpendiculares a maior abertura de cada ambiente, conforme recomenda a norma. Também se coletou a iluminância de um ponto posicionado no centro do átrio. O percurso de cada ambiente obedeceu a sequência numérica crescente estabelecida na malha de pontos. As medições de todos os pontos do percurso de um determinado horário levaram aproximadamente uma hora. As coletas de cada ponto foram realizadas adotando o plano de área de trabalho com 75 cm de altura em relação ao piso, altura das mesas da biblioteca e, também, a recomendada pela norma para áreas sem altura da superfície de trabalho definida. Para cada horário de medição foram coletados também valores de iluminação externa, como referência, e verificado as condições do céu, conforme é recomendado pela ABNT.

Aplicação de questionários

A avaliação qualitativa foi realizada com a aplicação de questionários que visavam obter informações quanto ao nível de satisfação dos usuários com a qualidade da iluminação dos espaços estudados da biblioteca. Os questionários foram adaptados dos questionários de conforto ambiental de Ritter (2014) e Gomes (2007).

Os questionários de percepção e preferência foram estruturados nas seguintes linhas de investigação:

- Avaliação da qualidade da iluminação natural e composta dos cinco ambientes estudados, separadamente. Esta questão foi respondida por meio de uma escala de cinco pontos: muito escuro, escuro, nem claro nem escuro, claro e muito claro; além disso, foi inserida a alternativa “não sei”, devido à possibilidade de haver alunos que não frequentam determinados ambientes da biblioteca, o que impossibilitaria sua avaliação.

- Percepção da presença de ofuscamentos desconfortáveis e, caso positivo, em quais ambientes.

- Avaliação da quantidade de iluminação presente na biblioteca, de modo geral; foi delimitada uma escala de cinco pontos para responder a este item, os quais são: muito baixo, baixo, nem alto nem baixo, alto e muito alto.

- Dois questionamentos sobre a preferência, o primeiro indagando quais ambientes os usuários gostariam que tivesse mais iluminação; e o segundo quais eles gostariam que tivesse menos.

- Avaliação se o usuário prefere fazer o uso do sistema de iluminação artificial da biblioteca durante o dia e, caso afirmativo, em quais ambientes.

Os questionários foram aplicados para alunos de graduação no mês de junho. Ao todo, 60 pessoas responderam ao questionário.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

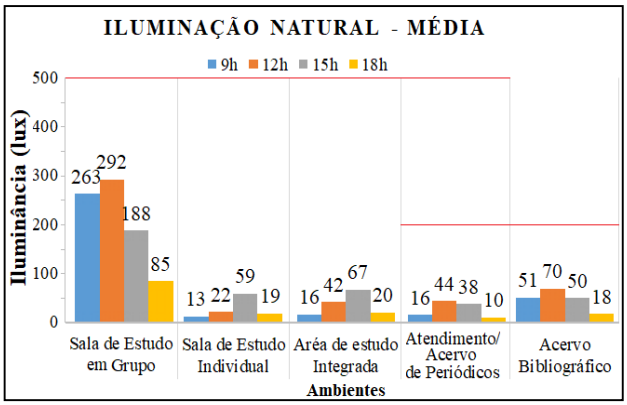
A seguir são apresentados os resultados obtidos nesta pesquisa. Os dados coletados com as medições de iluminância e também com a aplicação dos questionários foram tabulados para, em seguida, serem realizadas médias aritméticas, as quais foram utilizadas para a elaboração de gráficos, de forma a facilitar a visualização dos resultados.

Medições de iluminância

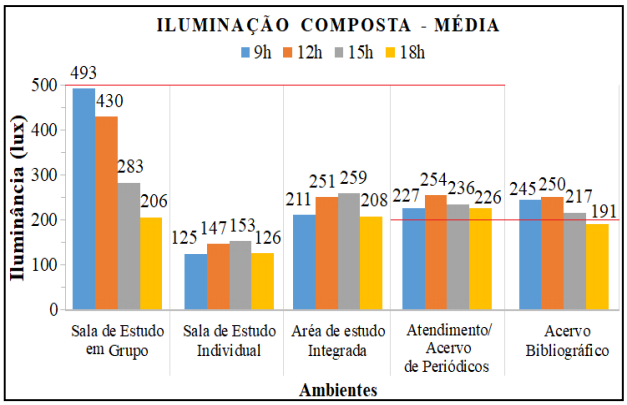
Os valores de iluminação natural e composta coletados foram tabulados e foi realizada a média das iluminâncias de cada horário, a fim de se identificar a iluminação média nos cinco pontos e, principalmente, a variação da iluminância ao longo do dia. As Figuras 7 e 8 apresentam os valores obtidos para a iluminação natural e composta, respectivamente.

Figura 7 – Iluminância natural média por horários de medição de cada ambiente.

Figura 8 – Iluminância composta média por horários de medição de cada ambiente.



Fonte: Os autores.



Fonte: Os autores.

As linhas vermelhas dispostas nos gráficos indicam os valores de iluminância mantida recomendada pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013). Dessa forma, através dos gráficos, foi possível verificar que nenhum dos ambientes de leitura atingiu o valor mínimo recomendado pela norma. Destaca-se a Sala de Estudo em Grupo como a que apresentou os maiores valores de iluminância, pelo fato de ser o espaço no qual a iluminação natural possui maior impacto, e a Sala de Estudo Individual como a que possui a menor iluminação, com as médias de iluminância para a iluminação composta abaixo de 200 lx, resultado da baixa contribuição de iluminação natural, somada a uma iluminação artificial considerada fraca para a atividade desempenhada nesse espaço.

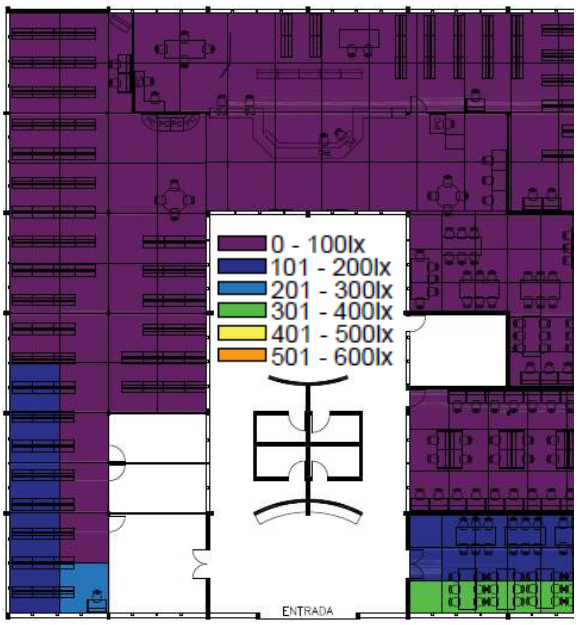
Os espaços dos acervos de periódicos e do bibliográfico atingiram valores mais próximos do recomendado, tendo em vista que a norma estabelece que nestes espaços a iluminância mantida seja de 200 lx. No entanto, como será apresentado mais adiante, notou-se que a iluminação não apresentou uma distribuição uniforme nestes espaços.

Por fim, salvo a Sala de Estudo em Grupo, a biblioteca apresenta pouca contribuição da iluminação natural e os valores de iluminância apresentam pequenas variações ao longo do dia.

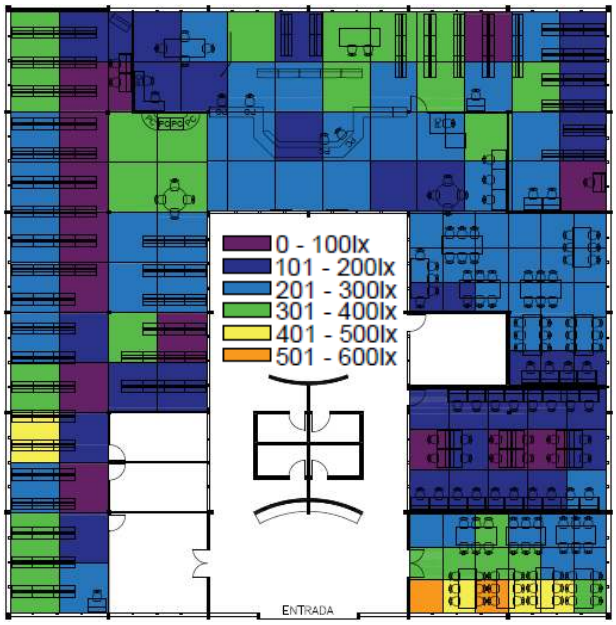
Em seguida, foi realizada a média aritmética da iluminância obtida em cada ponto, considerando a iluminação natural e a composta separadamente. Os valores de iluminância encontrados foram inseridos na planta da biblioteca, conforme uma escala de cores e dentro do respectivo quadrante do ponto. As Figuras 9 e 10 apresentam os valores obtidos para a iluminação natural e a composta, respectivamente.

Figura 9 – Iluminância média geral de cada ambiente com iluminação natural.

Figura 10 – Iluminância média geral de cada ambiente com iluminação composta.



Fonte: Os autores.



Fonte: Os autores.

Através da análise das Figuras 9 e 10 foi possível verificar a situação da iluminação da biblioteca inserida na planta baixa, proporcionando uma análise mais completa, pois integra os valores de iluminância com a disposição do mobiliário e, respectivamente, com as atividades desempenhadas em cada área de medição da biblioteca. Sendo assim, ao analisar a Figura 9, que expõe a situação da iluminação natural, percebe-se que apenas a Sala de Estudo em Grupo e uma pequena parte da área do Acerco Bibliográfico possuem iluminância acima de 100 lx, o que expõem uma distribuição uniforme de baixa contribuição da luz natural dentro do edifício da biblioteca.

Ao verificar a situação da iluminação composta, apresentada na Figura 10, observou-se que a Sala de Estudo em Grupo foi o único espaço de estudo que apresentou pontos nos quais a iluminância apresentava valor igual ou maior que 500 lx, conforme orientação da ABNT. Além disso, percebe-se que a Sala de Estudo Individual apresentou valores muito abaixo do recomendado, especialmente para as mesas de estudo localizadas na parte central da sala, possuindo áreas com iluminância abaixo de 101 lx.

Ao analisar a área de Atendimento/Acervo de Periódicos, vê-se que o espaço destinado para as atividades dos funcionários da biblioteca, como o balcão de atendimento, nota-se uma baixa iluminação uniforme, variando de 100 a 300 lx, sendo que o recomendado é o mínimo de 500 lx. Em contrapartida, a parte destinada para o acervo de periódicos apresentou considerável variação

de luz, possuindo pontos com pouca e pontos com excesso de iluminação. Na mesma linha, a área do Acervo Bibliográfico também apresentou iluminação irregular, com os pontos próximos às janelas com excesso enquanto que os pontos centrais apresentaram carência de iluminação.

Em geral, a biblioteca apresentou pouca uniformidade e baixa iluminação para os ambientes destinados para a leitura e estudo.

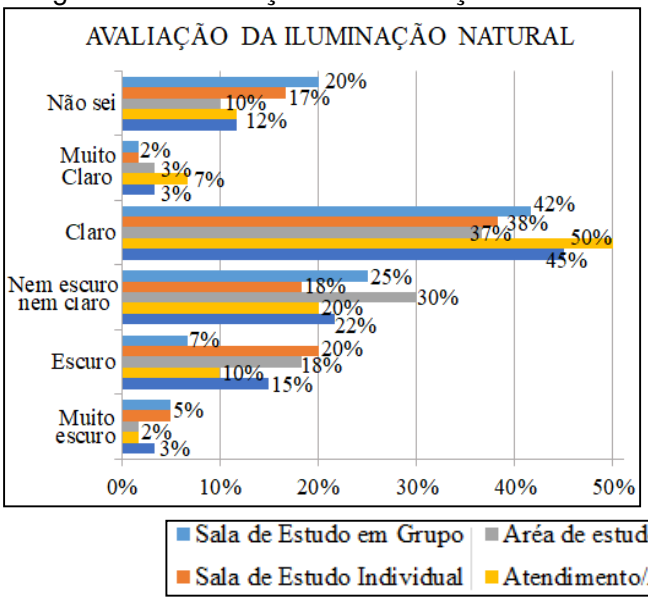
Questionários

Os resultados obtidos com a aplicação dos questionários serão apresentados a seguir. Para isso, dividiu-se em dois tópicos, primeiramente serão expostos os resultados das perguntas relativas à percepção e, em seguida, às que dizem respeito à preferência dos usuários.

Percepção

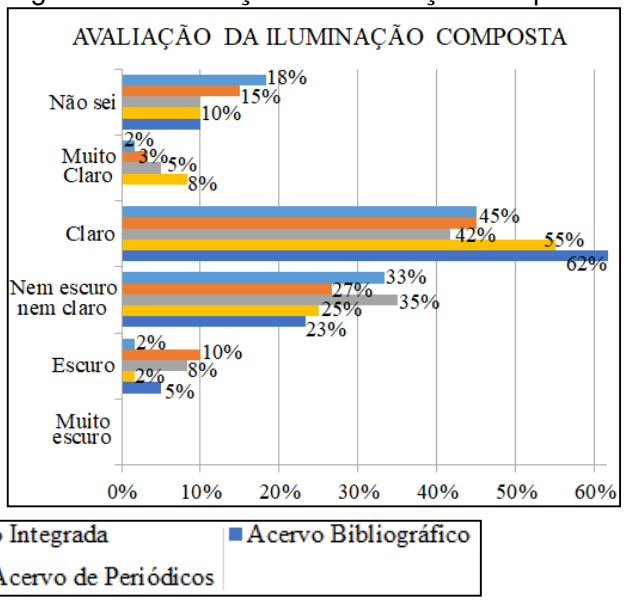
A avaliação da percepção da iluminação dos ambientes estudados está apresentada nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 – Avaliação da iluminação natural.



Fonte: Os autores.

Figura 12 – Avaliação da iluminação composta.

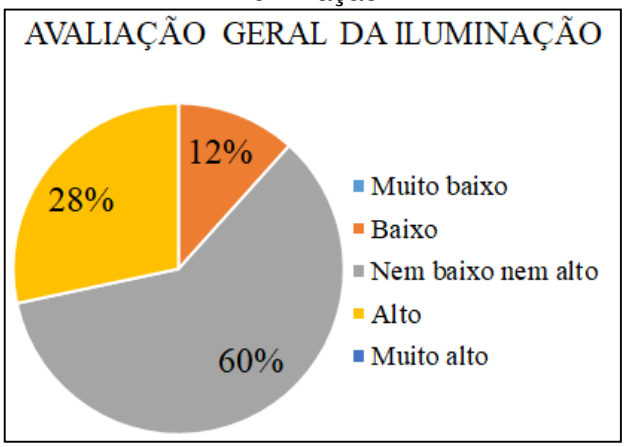


Fonte: Os autores.

Percebeu-se que os usuários avaliaram, majoritariamente, os ambientes estudados como “Claro”, seguido por “Nem claro nem escuro”. Destaca-se a maior presença da consideração “Escuro” para a avaliação da iluminação natural, comparado com a obtida na iluminação composta, como era de se esperar.

A partir da avaliação da percepção do nível de iluminação geral da biblioteca (Figura 13), ou seja, considerando a biblioteca como um todo, constatou-se que pouco mais da metade dos respondentes consideram que a biblioteca possui nível de iluminação "nem baixo nem alto" (60%). Os outros 40% estão divididos entre "alto" (28%) e baixo (12%). Ninguém considerou o nível de iluminação "muito baixo" e nem "muito alto".

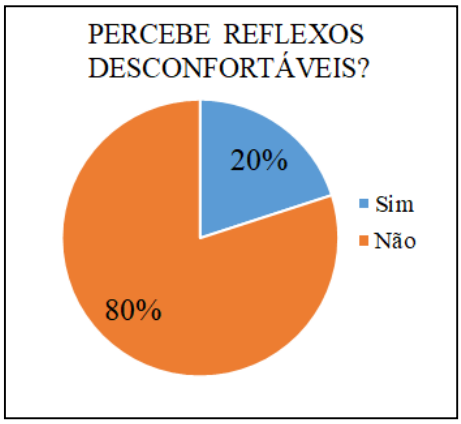
Figura 13 – Avaliação geral do nível de iluminação.



Fonte: Os autores.

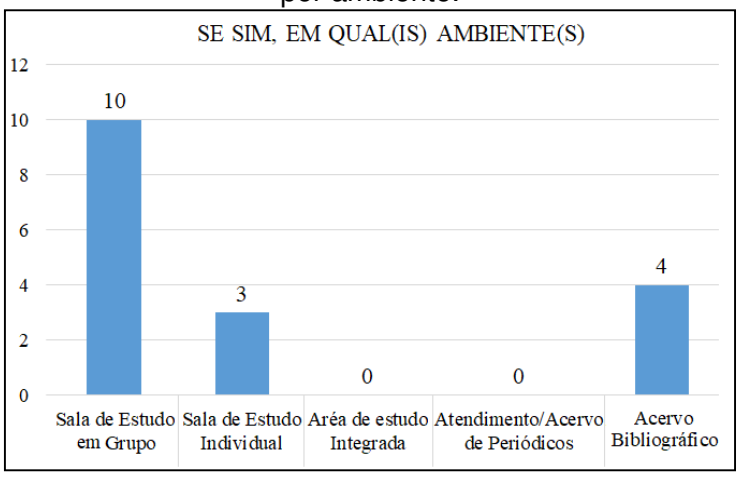
Os gráficos referentes às questões sobre a percepção de ofuscamentos desconfortáveis são apresentados nas Figuras 14 e 15.

Figura 14 – Avaliação da presença de ofuscamentos desconfortáveis.



Fonte: Os autores.

Figura 15 – Avaliação de ofuscamentos desconfortáveis por ambiente.



Fonte: Os autores.

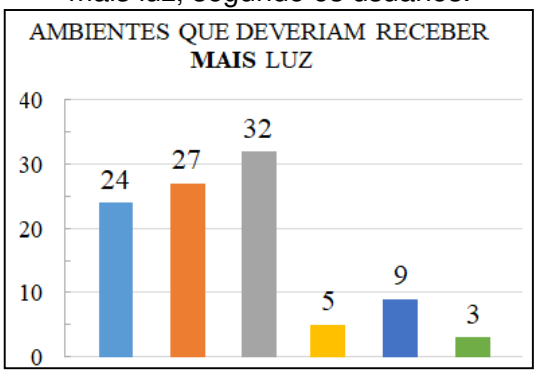
Conforme retratado na Figura 14, apenas 20% dos usuários notaram ofuscamentos desconfortáveis na biblioteca. A Sala de Estudo em Grupo foi onde mais pessoas relataram a presença de desconforto por ofuscamento (10 pessoas), seguido pelo espaço do Acervo Bibliográfico (4 pessoas) e a Sala de

Estudo Individual (três pessoas). Ninguém considerou que há ofuscamento desconfortável nos demais ambientes.

Preferência

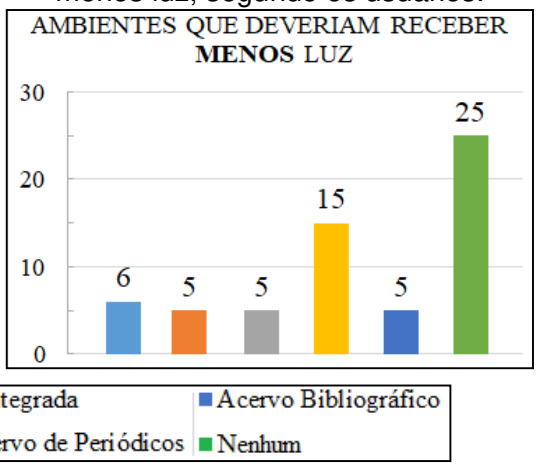
A seguir são apresentados os gráficos sobre as perguntas referentes às preferências dos usuários. As Figuras 16 e 17 expõem os ambientes onde os usuários preferem que sejam mais iluminados e menos iluminados, respectivamente.

Figura 16 – Ambientes que deveriam receber mais luz, segundo os usuários.



Fonte: Os autores.

Figura 17 – Ambientes que deveriam receber menos luz, segundo os usuários.



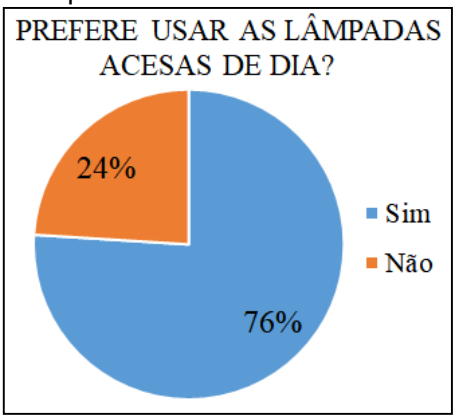
Fonte: Os autores.

Confrontando o gráfico de preferência por mais iluminação (Figura 16) com o de menos iluminação (Figura 17), percebe-se que há maior preferência para que a biblioteca seja mais iluminada do que menos; enfatizado pelo número de pessoas que não assinalaram nenhum dos ambientes para menos iluminação e pela grande diferença na quantidade absoluta de ambientes assinalados para que tenham mais iluminação (97) com a quantidade absoluta de ambientes assinalados para que sejam menos iluminados (36).

Além disso, na Figura 16 evidencia-se a preferência para que os espaços de estudo recebam mais luz, com destaque para a Sala de Estudo Individual. Já na Figura 17, sobressai a preferência para que nenhum ambiente seja menos iluminado.

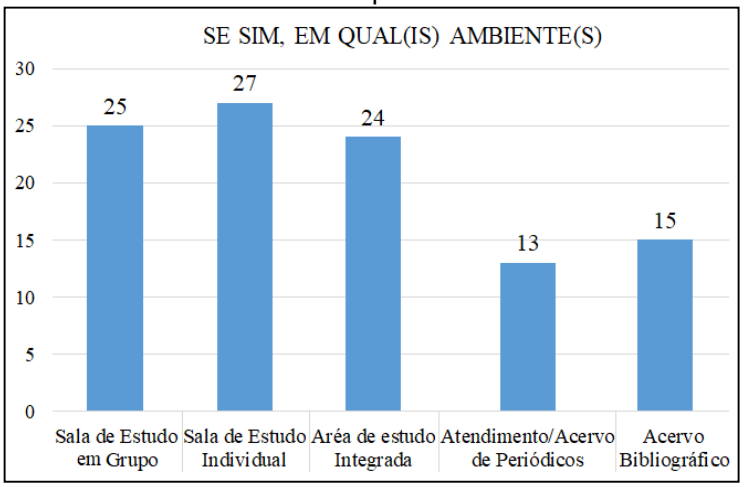
As Figuras 18 e 19 expõem o resultado da avaliação quanto à preferência dos usuários ao uso das lâmpadas durante o dia.

Figura 18 – Preferência pelo uso das lâmpadas acesas durante o dia.



Fonte: Os autores.

Figura 19 – Preferência de uso das lâmpadas acesas durante o dia por ambiente.



Fonte: Os autores.

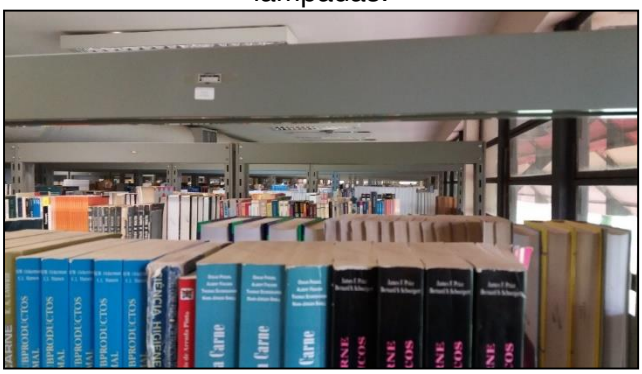
Percebe-se que a maioria dos respondentes (76%) prefere usar as lâmpadas acesas durante o dia. Enquanto que, 24% anotaram que não preferem fazer o uso das lâmpadas ligadas de dia.

Dos usuários que responderam “sim”, a Sala de Estudo Individual foi a com maior preferência pelo uso das lâmpadas acessas durante o dia, assinalado por 27 pessoas. Logo em seguida, tem-se a Sala de Estudo em Grupo marcada por 25 pessoas e a Área de Estudo Integrada por 24. Destaca-se a preferência pelas lâmpadas acesas durante o dia. principalmente nos espaços destinados ao estudo.

Conservação do acervo

No que se refere à conservação preventiva do acervo, foi observado iluminância acima da recomendada (200lx) em pontos próximos às estantes de livros, conforme observado na Figura 10. Também, constatou-se que os livros posicionados na prateleira mais alta da estante estão sujeitos a radiação direta das lâmpadas (Figura 20), o que os deixam em maior contato com a radiação ultravioleta proveniente das lâmpadas.

Figura 20 – Acervo desprotegido da radiação ultravioleta oriunda das lâmpadas.



Fonte: Os autores.

Esta exposição direta à radiação ultravioleta pode prejudicar a vida útil do acervo. Portanto, para garantir maior durabilidade, recomenda-se a instalação de prateleiras nos últimos suportes das estantes, de forma que proteja o acervo da radiação direta das lâmpadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, entende-se que o sistema de iluminação da biblioteca é deficiente em oferecer a quantidade de iluminância sugerida pela NBR 8995-1 (ABNT, 2013). No geral, a biblioteca apresentou valores mais baixos do que o recomendado; no entanto, para o local de armazenamento do acervo bibliográfico, constatou-se também valores mais altos, o que prejudica a durabilidade do mesmo.

Todavia, interpreta-se que os valores de iluminância presentes, no geral, não provocam incômodo relevante para a maioria dos usuários, como observado através dos questionários, em especial sobre a percepção do ambiente como "claro" e com relação aos reflexos desconfortáveis, quando 80% dos respondentes não os apontam.

Como proposta de melhoria para a biblioteca, do ponto de vista do conforto visual, sugere-se a melhoria da iluminação geral e a implementação de sistema conjunto de iluminação local, através da instalação de luminárias nas mesas de estudo, por exemplo.

Do ponto de vista da preservação do acervo, recomenda-se a instalação de prateleiras nos últimos suportes das estantes de livros, pois as mesmas

atuariam bloqueando a radiação ultravioleta emitida pelas lâmpadas, que incidem diretamente sobre o acervo.

Para futuros trabalhos, pretende-se estudar o incremento da iluminação natural através de algumas técnicas, como, por exemplo, as prateleiras de luz, realizando simulações computacionais, para avaliar a real melhoria antes de serem instaladas. Além disso, pretende-se realizar uma análise estatística dos dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15215-4.** Iluminação natural. Parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações. Método de medição. Rio de Janeiro, 2005.

BARBOSA, C. V. T. **Percepção da iluminação no espaço da arquitetura**: preferências humanas em ambientes de trabalho. 2010. 238 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CASSARES, N. C. **Como fazer conservação preventiva em arquivos e bibliotecas.** São Paulo: Arquivo do Estado: Imprensa Oficial, 2000.

GARROCHO, J. S. **Luz natural e projeto de arquitetura**: estratégias para iluminação zenital em centros de compras. 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

GOMES, S. H. T. **Edifícios para bibliotecas universitárias: perspectivas e diretrizes a partir da avaliação pós-ocupação**. 2007. 550 p. Tese (Doutorado – Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

INANICI, M.; HASHEMLOO, A. **An investigation of the daylighting simulation techniques and sky modeling practices for occupant centric evaluations**. Building and Environment, v. 113, p. 220–231, 2017.

RITTER, V. M. **Avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no ambiente escolar, no período de inverno**: O Caso do Campus Pelotas Visconde da Graça. 2014. 179 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

RIZZARDI, A. F., PEREIRA, F. O. R. Estudo experimental de percepção visual da Iluminação Natural. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

RUIVO, R. B. FERNADES, T. B. CORREA, C. B. Análise da Iluminação Natural no Foro da Comarca de Pelotas - RS. In: **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA**

DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento fornecido e aos funcionários da biblioteca pela compreensão e apoio para a execução deste trabalho.

SOBRE OS AUTORES:

Lorenzzo Aroca Casale: graduando do curso de Engenharia Civil na Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). Este artigo é resultado de projeto de Iniciação Científica, realizado com bolsa PIBITI/CNPq.
e-mail: lorenzzocasale@gmail.com

Adriana Petito de Almeida Silva Castro: professora doutora dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, nas instituições: UNIMEP – Universidade Metodista de Piracicaba, UNIP – Universidade Paulista e UNIFAJ – Centro Universitário de Jaguariúna.
e-mail: dripasc@gmail.com

DESEMPENHO E INOVAÇÃO NA HABITAÇÃO: REFERENCIAIS PARA O PROJETO E A AVALIAÇÃO EM USO

Performance and innovation in housing: references for design and building-in-use evaluations

BARROS, Raquel Regina Martini Paula
Centro Universitário Max Planck-Unimax

CORREIA, Yasmin Fabiane Santos
Universidade Metodista de Piracicaba-Unimep

SILVA, Cayo Hitalo Soares da
Universidade Metodista de Piracicaba-Unimep

RESUMO: O trabalho apresenta parte dos resultados de pesquisa mais ampla na temática da qualidade da habitação e desempenho em projetos de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social-EHIS. Valoriza os avanços no contexto regulatório brasileiro e a possibilidade de adoção de tecnologias construtivas inovadoras, que podem propiciar um incremento naquela qualidade. Mais especificamente, os objetivos foram: interpretar os requisitos referentes às exigências da Norma de Desempenho Edificações Habitacionais ABNT NBR15575:2013 e do Sistema Nacional de Avaliação Técnica-SINAT; avaliar as motivações e dificuldades vivenciadas na busca por seu atendimento por parte dos profissionais responsáveis; reunir coletânea atualizada de metodologias e instrumentos adequados para futuras avaliações-pós-ocupação-APOs em EHIS. O delineamento do estudo foi o da revisão bibliográfica. A pesquisa possibilitou reflexões sobre a importância da conformidade aos referenciais normativos na fase do projeto e da avaliação do desempenho da habitação em sua fase de uso, com vistas à melhoria da qualidade de futuros projetos.

Palavras-chaves: Desempenho de Edificações Habitacionais; Tecnologias construtivas inovadoras; Avaliação Pós-Ocupação.

ABSTRACT: This paper presents partial results of a more comprehensive research on housing quality and the performance of social housing development projects (EHIS). It values advances in the Brazilian regulatory context as well as the possibility of adopting innovative construction technologies, which can provide a housing quality increase. More specifically, the goals were interpreting the requirements of the Brazilian Standard on Housing Performance ABNT NBR15575:2013 and the National Technical Evaluation System (SINAT); analyzing the motivations and difficulties in order to achieve compliance by the professionals involved; gathering a collection of valid methods and instruments for future post-occupancy evaluations (POE). Bibliographical research was used in this study. Research allowed reflections on the importance of compliance to normative references in housing design phase as well as of building-in-use performance evaluations in order to improve housing quality in future design projects.

Key-words: Housing performance; Innovative construction technologies; Post-occupancy evaluation.

INTRODUÇÃO

A partir dos anos 2000 houve um aumento das atividades da construção civil e produção em escala da habitação no Brasil, sobretudo para as faixas de menor poder aquisitivo. Contudo, tal produção não tem acompanhado o crescimento populacional e, para além da questão quantitativa, faz-se necessária a busca pelo incremento de sua qualidade e sustentabilidade. Nesse sentido, considera-se relevante a geração de conhecimento sintonizado às mudanças e novas exigências normativas que podem contribuir para o incremento da qualidade e desempenho do projeto de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social-EHIS, a serem cumpridas pelos profissionais da área.

Na construção civil, o termo “qualidade” associa-se ao desempenho satisfatório dos ambientes. No Brasil, ainda predomina a pouca demanda por qualidade e desempenho nos aspectos tecnológico e social. Como contraponto, destaca-se a Norma de Desempenho Edificações Habitacionais NBR15575 (ABNT, 2013). Enquanto norma de desempenho, não são especificados os materiais, componentes e subsistemas das edificações e sim indicados os requisitos e critérios a serem atendidos e os meios de comprovação que atestem o seu atendimento. As condições que expressam qualitativamente as características que a edificação e seus sistemas devem possuir para que possam satisfazer as exigências do usuário são consideradas requisitos de desempenho. A NBR15575 se reporta a uma série de outras normas a serem consultadas para a sua aplicação.

Segundo a CBIC (2016), a NBR15575 induz à adoção de tecnologias construtivas inovadoras para a construção habitacional. Com efeito, considera-se que tais tecnologias podem contribuir para a mudança daquele quadro de pouca demanda por qualidade e desempenho no país. As tecnologias inovadoras devem ser submetidas à aprovação do Sistema Nacional de Avaliação Técnica-SINAT (BRASIL, 2016), enquanto não possuem normas técnicas específicas. O SINAT é um dos projetos do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat-PBQP – programa de adesão voluntária do governo federal criado em 1998 – que visa a melhoria da qualidade do habitat

e a modernização produtiva. Ao final de 2016, a estrutura do SINAT foi ampliada, passando a incorporar também as avaliações técnicas de sistemas convencionais.

O entendimento da relação entre qualidade e satisfação dos moradores ganhou consistência acadêmica com trabalhos de Avaliação Pós-Ocupação-APO enquanto conjunto de métodos e técnicas que tem por objetivo mensurar o desempenho de edificações em uso, levando em consideração não somente o ponto de vista técnico, mas também o grau de satisfação dos usuários, possibilitando processo cíclico retroalimentador para o projeto (VILLA; ORNSTEIN, 2013). Para Ono et al. (2015), os instrumentos de APO utilizados até recentemente têm sido desenvolvidos enfocando o grau de satisfação dos usuários com aspectos sensoriais e funcionais, sem uma ênfase maior nos aspectos inerentes aos sistemas construtivos, principalmente a durabilidade e a manutenibilidade. Considerando que a verificação dos níveis de satisfação na fase de uso da edificação com a utilização de instrumentos de APO não é contemplada pela NBR15575 (ABNT, 2013), Ono et al. (2015) propõem instrumentos de APO para a avaliação de sistemas construtivos em habitações econômicas em contextos inovadores no Brasil.

Os resultados discutidos no presente trabalho integram pesquisa mais ampla na temática da qualidade da habitação e desempenho de projetos de EHIS em municípios da Região Metropolitana de Campinas. Mais especificamente, eles tratam dos requisitos referentes às exigências dos referenciais NBR15575 e SINAT, às motivações e dificuldades vivenciadas na busca por seu atendimento (CORREIA, 2018) e, em continuidade, destacam as metodologias e instrumentos adequados e expeditos para a APO de habitações, que poderão subsidiar futuras avaliações de desempenho em uso em EHIS (SILVA, 2019).

METODOLOGIA

O delineamento do estudo foi o da pesquisa bibliográfica, pautando-se sobre os referenciais normativos NBR15575 (ABNT, 2013) e SINAT (BRASIL, 2016) e trabalhos relacionados; bem como sobre os trabalhos referentes às metodologias e instrumentos adequados para APOs em EHIS, incluindo artigos científicos, monografias, relatórios de pesquisa, dissertações, teses e livros.

Primeiramente, na etapa da pesquisa sobre os referenciais normativos objetos do estudo, foram interpretados os fatores e requisitos do referencial NBR15575. Foram também interpretados os requisitos e diretrizes de avaliação de produtos inovadores no SINAT (BRASIL, 2016), sobretudo no que se refere aos sistemas construtivos para EHIS, com atenção para os fatores de desempenho abordados. Na sequência e a partir do levantamento bibliográfico encontrado, foram avaliadas as motivações e dificuldades na busca pelo seu atendimento por parte dos profissionais que atuam nas empresas e órgãos responsáveis por projetos de EHIS dos quais é requerida a conformidade (CORREIA, 2018).

No que se refere aos referenciais para avaliações da habitação em uso ou APOs (SILVA, 2019), as metodologias e instrumentos identificados na literatura incluem, para além da avaliação da satisfação dos usuários com aspectos sensoriais e funcionais, os aspectos inerentes aos seus sistemas construtivos, sejam eles considerados ou não inovadores no Brasil, e os requisitos da NBR15575 (ABNT, 2013). Foram selecionadas as metodologias e instrumentos adequados para verificar a avaliação do desempenho em uso com atenção aos fatores e requisitos da NBR15575. Foi possível obter estruturação em fichas de avaliação para a aplicação em futuras APOs de EHIS.

Por fim, refletiu-se sobre os resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Referenciais para o desempenho e a inovação

A NBR15575 possui 6 partes – Requisitos Gerais, Sistemas de Pisos; de Vedações Verticais Internas e Externas; de Coberturas; Hidrossanitários – e abrange 3 grupos de exigências dos usuários: Segurança, Habitabilidade e Sustentabilidade. O grupo *Habitabilidade* inclui os fatores Funcionalidade e Acessibilidade, Conforto Tátil e Antropodinâmico, Desempenho Térmico, Acústico, Lumínico, Estanqueidade à Água e Saúde, Higiene e Qualidade do ar. Já o grupo *Sustentabilidade* engloba os fatores Durabilidade, Manutenibilidade e Impacto Ambiental. Ao todo são 161 critérios de desempenho.

Desde a entrada em vigor da norma, várias iniciativas vêm sendo tomadas para facilitar o entendimento e esclarecer sobre as oportunidades para a melhoria constante (MOURÃO et al., 2016; AsBEA, 2015; CBIC, 2013).

Com relação à busca por informações relacionadas às motivações e dificuldades na adoção dos referenciais, a NBR15575 está mais presente em trabalhos publicados do que o SINAT. No entanto, ambas normativas vêm ganhando espaço em publicações dos meios profissional e acadêmico.

Estudo de caso em empresas do Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará-INOVACON (BRANDÃO et al., 2016) resultou na proposição de importante check-list para a verificação do atendimento dos 161 critérios da NBR15575 (ABNT, 2013). A pesquisa possibilitou destacar os possíveis itens mais perceptíveis aos clientes, cujos requisitos demandam maior atenção, a saber: Estanqueidade, Desempenho acústico, Funcionalidade e acessibilidade, Conforto tátil e antropodinâmico. Posteriormente à elaboração da proposta de check-list, 2 construtoras e respectivos projetos de EHIS foram analisados tendo o check-list como ferramenta. Os EHIS multifamiliares e localizados em Fortaleza, CE, foram elaborados antes da vigência da NBR15575. Foram analisados os respectivos projetos executivos, serviços executados em obra e sistemas construtivos. Observou-se semelhança nos diagnósticos obtidos: Construtora 1: 64% dos requisitos atendidos; 7% não atendidos; 29% itens não evidenciados; Construtora 2: 70% dos requisitos atendidos; 8% não atendidos; 22% itens não evidenciados. Os resultados anteciparam o que as construtoras têm que fazer para evidenciar e atender à norma.

Pesquisa conduzida pelo CTE (2016) teve como objetivo principal o conhecimento da situação das empresas do setor da construção civil que já tivessem iniciado o processo de adequação aos requisitos da NBR15575. Foi respondida por 45 empresas, sendo 64% construtoras, 23% projetistas e 13% indústrias. Com relação aos principais impactos da norma, são necessários(as):

- Novas informações em projeto (Construtores: 91%; Fabricantes: não aplicável; Projetistas: 86%);
- Maior detalhamento nos projetos (Construtores: 82%; Fabricantes: não aplicável; Projetistas: 60%);

- Atender a normas técnicas anteriormente desconhecidas (Construtores: 78%; Fabricantes 29%; Projetistas 66%);
- Realizar ensaios de validação de elementos e/ou componentes construtivos (Construtores: 67%; Fabricantes: não aplicável; Projetistas: não aplicável);
- Indicar a vida útil nos projetos (Construtores: 51%; Fabricantes: não aplicável; Projetistas: 60%);
- Melhorar a informação ao usuário, implicando em alterações no Manual de Uso, Operação e Manutenção (Construtores: 90%; Fabricantes: 59%; Projetistas: não aplicável).

Com relação às principais dificuldades de atendimento à norma, destacam-se:

- Falta de informações sobre os materiais e componentes construtivos (Construtores: 72%; Fabricantes: 24%; Projetistas: 70%);
- Aumento de custo de projetos e/ ou serviços (Construtores: 58%; Fabricantes: 41%; Projetistas: 23%).

As pesquisas conduzidas por Brandão et al. (2016) e CTE (2016) apontam, para além dos benefícios, os impactos e as dificuldades no atendimento da norma. Outros estudos indicam a necessidade de aperfeiçoamento dos requisitos da NBR15575 (ABNT, 2013) para que sejam mais aplicáveis à realidade de projeto e/ou fabricação e/ou obra. As demandas incluem também maior clareza em alguns enunciados e informação para a viabilidade no atendimento e comprovação especialmente nos requisitos referentes ao desempenho acústico e à durabilidade. Iniciativas para a primeira revisão da norma pela ABNT se encontram em andamento (SILVA, 2018).

Tanto os sistemas inovadores como os convencionais devem atender aos requisitos da NBR15575, que institui um nível de desempenho mínimo para os elementos principais da obra ao longo de sua vida útil. Com o intuito de estimular a melhoria da qualidade e desempenho em HIS, plataforma online continuamente atualizada sobre os sistemas inovadores e convencionais (BRASIL, s.d.) tem como premissa o atendimento aos requisitos e critérios de desempenho estabelecidos na NBR15575. A plataforma disponibiliza também conjunto de documentos referentes às especificações de desempenho nos EHIS

baseadas na NBR15575, incluindo catálogo que apresenta e orienta a utilização de fichas para a escolha de sistemas, subsistemas e elementos construtivos que atendam aos requisitos.

Com efeito, síntese sobre os 20 anos do PBQP-H (BRASIL, 2018) aponta, dentre outros, os avanços alcançados desde o início da operação do SINAT em 2008, com destaque para o credenciamento de 11 Instituições Técnicas Avaliadoras-ITAs, a publicação de 13 Diretrizes, 35 Documentos de Avaliação Técnica-DATecs e 19 Fichas de Avaliação de Desempenho-FADs e outras 15 FADs em fase de análise pelo Comitê Técnico SINAT-Convencionais.

A partir do Quadro 1 observa-se que 9 das 13 Diretrizes SINAT destinam-se a sistemas de vedações verticais, estruturais e não estruturais, sendo que apenas as Diretrizes 8 e 9 são de sistemas de vedações não estruturais e que os painéis da Diretriz 10 podem ou não ter função estrutural.

Quadro 1 – Relação de Diretrizes e DATecs emitidas pelo SINAT

Diretriz SINAT	Descrição	DATecs
Nº 001-Rev.03	Paredes estruturais de concreto moldadas no local (Concreto Leve ou Concreto Reforçado com Fibra de Vidro)	01A, 02, 04, 05B, 06A, 10, 11, 26, 35
Nº 002-Rev.02	Sistemas de paredes integrados por painéis pré-moldados de concreto ou mistos para emprego em edifícios habitacionais	03B, 07A, 08B, 09B, 12C, 13, 18, 21A, 23A, 24A, 28, 29, 31, 32, 36
Nº 003-Rev.02	Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo "Light Steel Framing")	14, 15, 16, 30
Nº 004-Rev.01	Paredes estruturais constituídas de painéis de PVC preenchidos com concreto (Paredes de concreto com formas de PVC incorporadas)	17
Nº 005-Rev.02	Sistemas construtivos estruturados em peças leves de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas (Sistemas leves tipo "Light Wood Framing")	20C
Nº 006-Rev.01	Argamassa inorgânica decorativa para revestimentos monocamada	19, 33,
Nº 007-Rev.01	Telhas plásticas para telhados	22, 25
Nº 008-Rev.02	Alvenarias de blocos de gesso para vedações verticais internas sem função estrutural	27
Nº 009-Rev.01	Sistema de vedação vertical externa, sem função estrutural, multicamadas, formado por perfis leves de aço zincado e fechamentos em chapas delgadas com revestimento de argamassa (Fachada leve em steel frame)	
Nº 010	Sistemas Construtivos Formados por Painéis Pré-fabricados de Chapas Delgadas Vinculadas por Núcleo de Isolante Térmico Rígido.	
Nº 011	Paredes moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto.	

Nº 012	Reservatórios modulares de placas de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV) para armazenamento de água potável	34
Nº 013	Tubulações corrugadas de polietileno contendo polietileno de alta densidade reciclado para microdrenagem de áreas internas de empreendimentos residenciais e comerciais.	

Fonte: Adaptado de Correia (2018, p.35) e de Brasil (s.d.)

As Diretrizes 1 e 2 possuem o maior número de DATecs, com 9 e 15, respectivamente. Isso se dá devido ao grande incentivo pelo uso de paredes de concreto no Brasil, sejam elas moldadas no local ou pré-moldadas. Curcio (2017) relata que a Caixa Econômica Federal foi uma das maiores incentivadoras do uso dos pré-moldados, devido ao Programa Minha Casa Minha Vida-PMCMV, pois se fez necessária a execução de um grande número de empreendimentos com rapidez e uso de menos mão de obra, fazendo com que sistemas racionalizados e industrializados fossem bastante utilizados.

Além disso, os painéis possuem características semelhantes à alvenaria estrutural pelo alto potencial de racionalização e considerando a ainda marcante resistência cultural a sistemas construtivos inovadores no Brasil. Para Mamede (2006), os painéis pré-moldados são inseridos no processo construtivo sem que haja mudanças bruscas da base produtiva do setor: na alvenaria estrutural, os pré-moldados associam-se às particularidades desse processo no que se refere à rapidez de execução, ao controle de qualidade, à coordenação modular, à diminuição dos improvisos e desperdícios. Porém, uma das dificuldades encontradas pelos sistemas abrigados pela Diretriz 2 é a existência de poucos fabricantes no Brasil, o que implica em planejar e investir em uma fábrica, por vezes no próprio canteiro de obra, dificultando a implantação dos painéis em maior escala devido aos altos investimentos e a necessidade de execução simultânea de muitas unidades para o pagamento do investimento.

Referenciais para a avaliação em uso

Ono *et al.* (2018) associam o tema do desempenho e a relevância da APO, em muitos casos denominada avaliação do desempenho em uso-ADU, para obter diagnósticos sobre edificações, seus interiores e espaços livres. Trazem também experiências de aplicação e avanços e caminhos a seguir, partindo do pressuposto de que tal avaliação consiste de processo que permeia

todas as fases do ciclo de vida de uma edificação e não simples tarefa a ser conduzida de modo isolado após a construção.

Uma seleção de metodologias e instrumentos deve ser adotada para a etapa da avaliação do desempenho em uso, em função dos dados que se pretende obter, mas que também permita isolar uma situação e destinar um conjunto de instrumentos a se adequar a necessidades específicas. Ono et al. (2015) colocam que os instrumentos devem ser eficazes, de aplicação rápida e baixo custo. Cada etapa da estrutura dos procedimentos deve ser conduzida por pelo menos um profissional especializado que demonstre domínio sobre os critérios de desempenho.

Resultados de rede colaborativa de pesquisa INOVATEC/Finep concluída em 2018 (FABRICIO; BRITO; VITTORINO, 2017; KAZMIERCZAK; FABRICIO, 2016; FABRICIO; ONO, 2015), incluem a apresentação de métodos e instrumentos de avaliação que podem orientar avaliações do desempenho em uso ou APO, subsidiar a elaboração de novas diretrizes de avaliação de produtos inovadores e também serem utilizados no aperfeiçoamento da NBR15575 (ABNT, 2013).

O método integrado de APO (Ornstein et al., 2017), representado no Quadro 2, integra 6 instrumentos de pesquisa, a saber: Análise de documentação; Entrevista (profissional de assistência técnica); Ficha de verificação da obra (in loco); Ficha para avaliação da manutenção (in loco); Entrevista (síndico/ zelador); Questionário ao usuário.

Quadro 2 – Método integrado de avaliação de desempenho de pós-ocupação de sistemas construtivos inovadores

Avaliação de Desempenho					
Avaliação do especialista				**Avaliação do Usuário**	
Atividade pré-campo		**Atividade em campo**		**Atividade pré-campo**	**Atividade em campo**
Análise de documentação	Entrevista (profissional de assistência técnica)	Ficha de verificação da obra (in loco)	Ficha para avaliação da manutenção (in loco)	Entrevista (síndico/ zelador)	Questionário ao usuário

Fonte: Adaptado de Ornstein et al. (2017, p.297)

Na mesma linha e a partir de protocolo já elaborado para a aplicação sistemática de um conjunto de instrumentos integrados resultado daquela rede

colaborativa de pesquisa INOVATEC/Finep, Mendes (2018) avaliou o desempenho em uso de 3 EHIS de diferentes tecnologias construtivas inovadoras, a saber: painéis pré-moldados de concreto preenchidos com blocos cerâmicos; painéis moldados in loco em formas de PVC; painéis leves estruturados em madeira. Foi obtida a percepção dos moradores sobre o uso dos referidos sistemas. Na sequência, Mendes (2018) propôs critério de avaliação do sistema construtivo inovador que inclui roteiro otimizado para a Avaliação do Projeto e para a Avaliação do Manual de Uso, Operação e Manutenção; Verificação da Obra (in loco) e Avaliação da Manutenção, todos à luz da NBR15575.

A obtenção dos dados sobre os métodos e instrumentos de APO possibilitou identificar um conjunto de fichas de avaliação para futuras aplicações em EHIS, além de questionários complementares que podem proporcionar uma oportunidade extra para as observações dos moradores referentes à caracterização da moradia atual e à satisfação com especificidades da moradia (SILVA, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os trabalhos investigados, a NBR15575 (ABNT, 2013) vem tendo impacto e quebrando paradigmas, mas há espaço para aprimoramentos. Requisitos de desempenho acústico e durabilidade, por exemplo, precisam ser clarificados para que sejam seguidos plenamente. E para que a competitividade das empresas no setor da construção se consolide de fato, é preciso maior engajamento no desenvolvimento de tecnologias construtivas inovadoras que atendam às normas técnicas. O SINAT (BRASIL, 2016) vem viabilizando a adoção dessas tecnologias e garantindo maior desempenho, mas elas devem desenvolver interfaces como um todo: não se pode pensar apenas na rápida execução dos revestimentos e esquecer do desempenho do conjunto e sua manutenibilidade. Quanto mais adaptáveis e de fácil adoção, mais elas tendem ao sucesso.

O SINAT vem propiciando a consolidação de uma cultura de avaliação técnica, controle laboratorial e monitoramento da produção até então rara no Brasil. Base de referência de dados de desempenho no âmbito nacional poderá fortalecer não só a NBR15575 mas o conjunto de normas que potencializam o

desenvolvimento tecnológico, e poderá também garantir a conformidade de componentes e sistemas a requisitos, principalmente aqueles relacionados à durabilidade e segurança. Desenvolvimento tecnológico consolidado qualitativamente propicia melhorias à produção em escala, que se beneficia da sistematização e conhecimento dos referenciais normativos.

Muito embora a análise da satisfação do usuário seja uma etapa importante para o projeto, inclusive para a sua retroalimentação e aprimoramento, ela ainda é pouco considerada pelos projetistas. Os trabalhos identificados foram produzidos com foco na definição dos instrumentos e métodos compositivos da APO, visando os usuários de EHIS. Faz-se necessária a noção de avaliação continuada para o estabelecimento de políticas públicas que atendam cada vez melhor aos moradores de EHIS e contribuam para o alcance da moradia digna.

A classificação dos problemas encontrados em EHIS deve ser estabelecida para atestar a origem destes e gerar uma situação de maior conforto e qualidade em futuros projetos, incluindo desde projetos novos até a melhoria dos projetos já construídos. Aprimoramentos projetuais podem produzir um estado ampliado de bem-estar e uma maior valorização desses por parte dos usuários. A comunicação entre as partes envolvidas na APO é fundamental: os instrumentos buscam estabelecer comunicação clara em todos os aspectos, dos mais técnicos aos mais implícitos, aproximando-se do morador e buscando compreender de fato as suas necessidades, apreensões e pontos que considera positivos para serem adotados em situações de semelhança, atentando às condições e especificidades da habitação.

Reflexões sobre os referenciais normativos que compõem o contexto regulatório para o projeto de EHIS na fase do projeto e sobre as metodologias e instrumentos necessários para uma avaliação abrangente e expedita do desempenho na fase de uso, geram conhecimento essencial para a atuação profissional de arquitetos e engenheiros civis, em relação estreita com as demandas da sociedade ao promover a melhoria da qualidade dos projetos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio recebido (bolsa de iniciação científica PIBITI). À Unimep pelo apoio recebido (bolsa de iniciação científica FAPIC).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR15575: Norma de Desempenho - Edificações Habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA-AsBEA. **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho ABNT NBR15.575**. São Paulo: AsBEA, 2015. Disponível em: http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d4067859bc53891dfce5e6b282485fb4.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação-SNH. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat-PBQP-H. **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat 20 anos/ 1998 - 2018**. Brasília-DF, 2018. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/03/Programa-Brasileiro-de-Qualidade-e-Produtividade-do-Habitat.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

_____. **Regimento do Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Sistemas Inovadores e Convencionais-SINAT**. Brasília-DF, 2016. Disponível em: http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_SINAT.php. Acesso em: 21/05/2019.

_____. **Desempenho Técnico para HIS**. s.d. Disponível em: http://app.cidades.gov.br/catalogo/. Acesso em: 21/05/2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO-CBIC. **Catálogo de inovação na construção civil**. Câmara Brasileira da Construção Civil. Brasília-DF, 2016. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo_de_Inovacao_na_Construcao_Civil_2016.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

_____. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT 15575/2013.** Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia_da_Norma_de_Desempenho_2013.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES-CTE. **Norma de desempenho: panorama atual e desafios futuros.** São Paulo: CBIC/ SENAI, 2016. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2018/03/Panorama.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

CORREIA, Y.F.S. **Desempenho de edificações habitacionais e tecnologias construtivas inovadoras: interpretando os requisitos e seu atendimento**. Relatório Final de Iniciação Científica. Programa Institucional de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação-PIBITI-CNPq. Santa Bárbara d'Oeste, FEAU-UNIMEP, 2018.

CURCIO, G. NBR 16.475 deve incentivar uso de painéis de parede de concreto pré-moldado no Brasil. **Revista Techne**, 2017. Disponível em: https://techne.pini.com.br/2017/10/nbr-16-475-deve-incentivar-uso-de-paineis-de-parede-de-concreto-pre-moldado-no-brasil/. Acesso em: 21/05/2019.

FABRICIO, M.M.; ONO, R.; VITTORINO, F. (Orgs.) **Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: conforto ambiental, durabilidade e pós-ocupação.** Porto Alegre: ANTAC, 2017. 1 Livro eletrônico. Disponível em: http://dx.doi.org/10.26626/978-85-5953-029-2.2017B0001. Acesso em: 21/05/2019.

FABRICIO, M.M.; ONO, R. (Orgs.) **Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: manutenção e percepção dos usuários**. Porto Alegre: ANTAC, 2015. 1 Livro eletrônico. Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/d804db_603f57d0b3b74e9d8f5ac32f1ba4deff.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

KAZMIERCZAK, C.S.; FABRICIO, M.M. (Orgs.) **Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: materiais e sustentabilidade.** Porto Alegre: ANTAC, 2016. 1 Livro eletrônico. Disponível em: https://docs.wixstatic.com/ugd/d804db_2ccb8319a0364d3099288a7c8fa465ff.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

MAMEDE, F.C.; CORREA, M.R.S. Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, v. 8, n. 33, p. 1-27, 2006. http://www.set.eesc.usp.br/cadernos/nova_versao/pdf/cee33_01.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

MENDES, M.C.M. **A percepção dos moradores sobre o uso dos sistemas construtivos inovadores em habitações: uma contribuição da avaliação pós-ocupação**. Tese (pós-graduação). FAUUSP, São Paulo, 2018. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-17092018-101554/en.php. Acesso em: 21/05/2019.

MOURÃO, A. et al. **Análise dos critérios de atendimento a Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575. Estudo de caso em empresas do Programa Inovacon-CE**. Programa de Inovação da Indústria da Construção Civil do Estado do Ceará-INOVACON, 2016. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Analise_dos_Criterios_de_Atendimento_A_Norma_de_Desempenho_ABNT_NBR_15_575_2017.pdf. Acesso em: 21/05/2019.

ONO, R.; OLIVEIRA, F.L.; ORNSTEIN, S.W.; GALVÃO. W.J.F.; GHOUBAR, K. Procedimentos para a avaliação de desempenho de sistemas construtivos inovadores em uso com vistas ao atendimento à NBR 15575:2013. In: FABRICIO, M. M.; ONO, R. (Orgs.) **Op. Cit.** Porto Alegre: ANTAC, 2015.

ONO, R.; ORNSTEIN, S.W.; VILLA, S.B.; FRANÇA, A.J.G.L. (Orgs.) **Avaliação Pós-Ocupação: na arquitetura, no urbanismo e no design: da teoria à prática.** São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

ORNSTEIN, S. W.; FABRICIO, M.M.; ONO, R.; OLIVEIRA, F.L.; MENDES, M.C.M.; PEREIRA, L.M.; BUZZAR, M.A. Avaliação pós-ocupação em sistemas construtivos inovadores: considerações finais. In: FABRICIO, M. M.; ONO, R. VITTORINO, F. (Orgs.) **Op. Cit.** Porto Alegre: ANTAC, 2017.

SILVA, C.H. **Avaliação do desempenho em uso de habitações: metodologias e instrumentos**. Relatório Parcial de Iniciação Científica. Programa Institucional de Iniciação Científica-FAPIC-UNIMEP. Santa Bárbara d'Oeste, FEAU-UNIMEP, 2019.

SILVA, M.A.C. **Subsídios à revisão da norma de desempenho**. In: ENCONTRO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 90., Florianópolis, 2018. Palestra em 18/05/2018.

VILLA, S.; ORNSTEIN, S.W. (orgs.) Lar, doce lar: a qualidade arquitetônica habitacional na mira dos usuários. Prefácio. In: **Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SOBRE OS AUTORES:

RAQUEL REGINA MARTINI PAULA BARROS
Arquiteta e Urbanista, Dr.ª Engenharia Civil, Área Arquitetura e Construção
Pós-Doutorado em Arquitetura e Urbanismo (Unicamp/ FAPESP)
Docente no Centro Universitário Max Planck-UniMAX
Grupo de Estudos Qualidade do Projeto da Habitação
e-mail: rpaulabarros@gmail.com

YASMIN FABIANE SANTOS CORREIA
Aluna do 5º ano do Curso de Arquitetura e Urbanismo
Universidade Metodista de Piracicaba-Unimep
Grupo de Estudos Qualidade do Projeto da Habitação
e-mail: yasmin.faby@hotmail.com

CAYO HITALO SOARES DA SILVA
Aluno do 4º ano do Curso de Arquitetura e Urbanismo
Universidade Metodista de Piracicaba-Unimep
Grupo de Estudos Qualidade do Projeto da Habitação
e-mail: cayohitalo7@gmail.com