

ISSN: 24473073



Mix Sustentável

V2. n.1/Abril de 2016 – Edição Especial

IV Encontro de Sustentabilidade
em Projeto

SEACon / VirtuHab/ CCE / CTC



ISSN: 24473073



Mix Sustentável

V2. n.1/Abril de 2016 – Edição Especial

IV Encontro de Sustentabilidade
em Projeto

SEACon / VirtuHab/ CCE / CTC





Mix Sustentável

EDITORES

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)

V2. n.1/Abril de 2016 – Edição Especial
IV Encontro de Sustentabilidade em Projeto

EDITORES

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)

CONSELHO EDITORIAL

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)
Cristine do Nascimento Mutti, PhD. (UFSC)
Giovanni Maria Arrigone, PhD. (CTAI - SENAI)

EQUIPE EDITORIAL

Juliana Montenegro Matos, Mestre (UFRN), Doutoranda (UFSC)
Elika Deboni Ceolin, Mestranda (UFSC)
Andrea Benavides Salome Saramillo, M.Sc (UFSC)

DESIGN

Marcos Vinícius dos Santos, Graduando no curso de Design (UFSC)
Luan Jacob Gonzatti, Graduando no curso de Design (UFSC)

PERIODICIDADE

Publicação semestral

IMPRESSÃO

Gráfica Universitária da UFSC
ISSN 2447-0899

CONTATO

lisiane.libreloto@ufsc.br
ferroli@cce.ufsc.br

DIREITOS DE PUBLICAÇÃO

Lisiane Ilha Librelotto
Paulo Cesar Machado Ferroli

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
CTC - Centro Tecnológico
CCE - Centro de Comunicação e Expressão
Virtuhab
Campus Reitor João David Ferreira Lima
Florianópolis - SC - CEP 88040-900
Fones: 48 3721 2540 e 3721 4971

Adriano Heemann, Dr. – UFPR
Aguinaldo dos Santos, Ph.D – UFPR
Albertina Pereira Medeiros, Dra. – UDESC
Amilton José Vieira de Arruda, Ph.D – UFPE
Almir Barros da Silva Santos Neto, Dr. – Unipampa
Alexandre de Ávila Lerípio, Dr. Eng.
Alice Theresinha Cybis Pereira, Dra. – UFSC
Ana Veronica Pazmino, Dra. – UFSC
Arnoldo Debatin Neto, Dr. UFSC
Carla Arcoverde De Aguiar Neves, Dra. Eng – IFSC
Carla Martins Cipolla, PhD. – UFRJ
Carlo Franzato, Dr. UNISINOS
Carlos Humberto Martins, Dr. – UEM
Celso Salamon, Dr. – UFTPR
Cristine do Nascimento Mutti, PhD – UFSC
Eduardo Rizzatti, Dr. – UFSM
Elvis Carissimi, Dr. – UFSM
Fabiano Ostapiv, Dr. – UTFPR
Fábio Gonçalves Teixeira, Dr. – UFRGS
Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos, Dr. – UDESC
Fernanda Hansch Beuren, Dra. – UDESC
Fernando Antonio Forcellini, Dr. Eng. – UFSC
Giovanni Maria Arrigone, PhD – SENAI
Graeme Larsen, PhD - University of Reading, England
Gregório Jean Varvakis Rados, PhD – UFSC
Ignacio Guillén, Ph.D – CTF – UPV
Issao Minami, Dr. USP-FAU
João Cândido Fernandes, Dr – UNESP
Joel Dias da Silva, Dr. – SENAI
Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng. – UFSC
Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, Dra. – UFRN
Luiz Fernando Mahlmann Heineck, Ph.D – UECE
Marcelo de Mattos Bezerra, Dr. – PUC-Rio
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr. Eng. – UDESC
Marco Antonio Rossi, Dr. – UNESP
Marcos Paulo Cereto, Mestre – UFAM
Michele Carvalho, Dr. UNB – Universidade de Brasília
Normando Perazzo Barbosa, Dr. UFPB
Paula Schlemper de Oliveira, Dra. – IFB
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. – UFSC
Regiane Trevisan Pupo, Dra. Eng. – UFSC
Ronaldo Martins Glufke, Mestre Design – UFSM
Sérgio Ivan dos Santos, Dr. Eng. – Unipampa
Sérgio Manuel Oliveira Tavares, Dr. – UP-PT
Sílvio Burattino Melhado, Dr. – USP
Sydney Fernandes de Freitas, Dr. – UFRJ
Tomás Queiroz Ferreira Barata, Dr. – UNESP
Vicente Cerqueira, Dr. – UFRJ

AVALIADORES ENSUS 2016

Adriano Heemann, Dr. – UFPR
Adriana Shibata Santos, Dra. UNIVILLE
Aguinaldo dos Santos, Ph.D – UFPR
Albertina Pereira Medeiros, Dra. – UDESC
Alfredo Jefferson de Oliveira, Dr. – PUC/Rio
Almir Barros da Silva Santos Neto, Dr. – Unipampa
Ana Veronica Pazmino, Dra. – UFSC
Ana Lúgia Papst de Abreu, Dra. – IFSC
Andrea Benavides Jaramillo – MSc. – Universidad Tecnológica Equinoccial (Quito- Equador)
Bianka Cappucci Frisoni, MSc. – UNIVALI
Carla Arcoverde De Aguiar Neves, Dra. Eng – IFSC
Carlo Franzato, Dr. UNISINOS
Carlos Humberto Martins, Dr. – UEM
Célio Teodorico Santos, Dr. _ UDESC
Chiara del Gaudio – Dra. – UNISINOS
Cintya Mércia Monteiro Amorim, Mestre Engenharia – UFMG
Cristine do Nascimento Mutti, PhD – UFSC
Cristiano Alves, PhD – UFSC
Denise Dantas,Dr. – USP
Eduardo Rizzatti, Dr. – UFSM
Elvis Carissimi, Dr. – UFSM
Eugênio Andres Diaz Merino – UFSC
Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos, Dr. – UDESC
Giovanni Maria Arrigone, PhD – SENAI
Gregório Jean Varvakis Rados, PhD – UFSC
Issao Minami, Dr. USP-FAU
Ivan Luiz de Medeiros, Mestre – UFSC
Jacqueline Keller, Dra. – UDESC
Jean Carlos Araldi, Mestre – IMED
João Cândido Fernandes, Dr – UNESP
Joel Dias da Silva, Dr. – SENAI – Blumenau
Juliana Montenegro Matos, MSc. UNIASSELVI
Karine Freire, Dra. – UNISINOS
Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng. – UFSC
Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, Dra. – UFRN
Luiz Fernando Mahlmann Heineck, Ph.D – UECE
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr. Eng. – UDESC
Marco Antonio Rossi, Dr. – UNESP
Marco Aurélio Petrelli, Mestre – UNIVALI
Marília Matos Gonçalves, Dra. – UFSC
Michele Tereza Carvalho, Dr. UNB
Normando Perazzo Barbosa, Dr. UFPB
Paola Egert Ortiz, Dr. UNISUL
Paula Schlemper de Oliveira, Dra. – IFB
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. – UFSC
Paulo Roberto Silva – UFRGS
Rachel Faversoni Magnago, Dra.- UNISUL
Regiane Trevisan Pupo, Dra. Eng. – UFSC
Rúbia Carminatti Peterson, Mestre – UNESC
Ronaldo Martins Glufke, Mestre Design – UFSM
Sílvio Burattino Melhado, Dr. – USP
Soraya Nórr, Dra. – UFSC
Sydney Fernandes de Freitas, Dr. – UFRJ
Tomás Queiroz Ferreira Barata, Dr. – UNESP
Vicente Cerqueira, Dr. – UFRJ
Wladimir Perez – FURB

Editorial

Esta edição da Mix Sustentável é dedicada a publicar os melhores artigos do evento ENSUS 2016 – IV Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Portanto, nada mais justo que a apresentação desta edição, volte-se primeiramente às origens deste evento.

O ENSUS nasceu da vontade real de fazermos algo concreto para promover a discussão da sustentabilidade em nossa região.

Víamos todos os dias, nos jornais, nas revistas, nos programas de TV, notícias sobre a crise ambiental que assolava as regiões, a degradação do meio ambiente, as mudanças no clima, a devastação da floresta Amazônica, a ocupação irregular de áreas e os desastres naturais incidindo em áreas habitadas cada vez com maior intensidade.

Assistíamos aos problemas econômicos, ao desequilíbrio de renda, a marginalidade, a criminalidade. Todos os dias, sem trégua. Às motivações originais persistentes, somam-se, quase 10 anos depois do primeiro evento, às crises atuais. Falar de sustentabilidade é, sobretudo, falar sobre a ética. Escrevemos este editorial com o peso da sombra de um possível impeachment e de uma série de escândalos de corrupção que assolam, de forma generalizada, a classe política e empresarial brasileira.

Na maioria das vezes nos indignamos, exclamamos apavorados: que horror! Infelizmente, não passamos de meros expectadores, ou no máximo atores coadjuvantes, mudos pela falta de cidadania ou restritos aos protestos nas redes sociais e manifestações públicas. Somos a voz abafada, silenciosa, que não se faz ouvir.

Através desta revista e do evento que gerou suas publicações, pretendemos mostrar que podemos mudar. Podemos sim ter vez e ter voz. Podemos fazer diferença. Vamos começar mostrando pessoas que fazem a diferença, pessoas / empresas que criam, que enfrentam os problemas sociais, ambientais e econômicos de formas que vão muito além de palavras vazias. Não aquelas que em vão dão o peixe aos necessitados, mas aquelas que ensinam a pescar! Acreditamos que dar o peixe pode ser relevante até que se sacie a fome do sujeito. Depois deve-se educar, disseminar o conhecimento e substituir o peixe pela vara de pescar, pelo preparo da isca e pela difusão das técnicas da pesca.

Começamos com pouco, aprendendo, discutindo, questionando. E, desta discussão surge uma rede com pessoas que fazem ou farão a diferença. Que tomam decisões de inserir em seus projetos e em suas empresas, meios de tornar a sustentabilidade algo tangível. Pessoas que tem ou terão o poder de decidir o que será feito deste mundo e o que nossos filhos herdarão de nós. Prosseguiremos a nossa discussão nos cursos de pós-graduação voltados a área da sustentabilidade e que se fazem presentes nestas publicações. Acima de tudo, tentamos transparecer por nossas ações na condução deste periódico e na transparência do evento, que a solução para a crise reside na educação e nos valores que são transmitidos a próxima geração.

Desta forma, podemos pensar que os filhos que deixaremos ao nosso mundo, terão mais consciência e equilíbrio em suas ações. Serão éticos e pensarão duas vezes antes de parar em um local proibido ou infringir as regras estabelecidas. Antes sim, serão capazes de questionar tais regras, quando julgarem-nas inadequadas a fim de criar uma sociedade melhor e mais flexível.

Gostaríamos de agradecer a todos que contribuíram para o lançamento desta edição: bolsistas, participantes do ENSUS, financiadores e apoiadores do evento e da revista.

Aproveitem, reflitam, para que possamos, juntos, projetar um mundo melhor!!!

Lisiane Ilha Librelotto

Paulo César Machado Ferroli

ENSUS 2016

O encontro ENSUS (Encontro de Sustentabilidade em Projeto) reuniu em Abril de 2016 na cidade de Florianópolis, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pesquisadores, professores, profissionais de empresas e estudantes de graduação e pós-graduação de engenharia, design e arquitetura, que utilizam da sustentabilidade como foco principal de suas atividades profissionais. O evento aconteceu no Centro de Cultura e Eventos da UFSC.



PALESTRAS

1. Mudanças Climáticas e Construção Civil - Instituto Ekos Brasil. Rodrigo Rudge Ramos Ribeiro, Dr. e Ricardo Muscari Scacchetti, MSc.
2. Etiqueta PBE – Edifica e sistemas de consultoria ambiental na construção civil. Profa. Milena Sampaio Cintra. Mestre na área de iluminação natural. UnB.
3. Alumínio - parte da solução para construções sustentáveis – ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. Cintia Figueiredo, Mestre em Conforto Ambiental.
4. Projetando para o Meio Ambiente – MMM (Meu Móvel de Madeira). Grasielli Leite, designer.
5. Construção sustentável, estudos de casos e certificações. Eng. Civil Eduardo Straub. Mestre em Sustentabilidade
6. Uso Racional de Água e Cases de Sucesso Docol. Enga. Adilma de Cássia Cintra.
7. Reciclagem do isopor – Termotécnica. Eng. Joanildo Gonçalves da Luz e Eng. Paulo Michels.
8. Protótipos de Brinquedos Educativos de Madeira. Prof. Paulo Roberto da Silva, MSc. UFPE.
9. Projetos Sustentáveis - Green Building Factory. Eng. Alessandro Orsi. Universidade Politécnica de Valência (UPV).
10. Cadeias Produtivas Sustentáveis. Prof. Alexandre de Ávila Lerípio, Dr. UNIVALI.
11. Certificações / LEED for homes. Cristina Shoji Pellizzetti, MSc.
12. Casa Eficiente - Eletrosul. Equipe técnica Eletrosul.
13. Repensando a Moda através da Sustentabilidade. Profa. Jacqueline Keller, Dra. SENAC.
14. Desenhando soluções sustentáveis com a multidão. Prof. Aguinaldo dos Santos, PhD. UFPR.
15. Ações Sustentáveis da WEG. Eng. Leandro Avila.
16. Moda e Sustentabilidade. Profa. Neide Kohler Schulte, Dra. UDESC.
17. Projetos de Design em Bambu. Eng. Celso Salamon, Dr. UTFPR e Eng. Fabiano Ostapiv, Dr. UTFPR
18. Redes de projeto para inovação social e sustentabilidade. Prof. Carlo Franzato, Dr. UNISINOS.
19. Tecnologia de materiais no contexto da sustentabilidade produtiva. Prof. Vicente de Paulo Santos Cerqueira, Dr. UFRJ.

OFICINAS

1. Oficina Meu Amigo Capaz. Prof. Carlos Eduardo Mauro, MSc. UNIVALI
2. Oficina Turbinas Eólicas. Prof. Giovanni Maria Arrigone, Ph.D. CTAI – SENAI –SC
3. Oficina: Aquecedor com garrafas PET – equipe CELESC.
4. Oficina Tubos de papelão – Arquitetura e Design. Profa. Gerusa Salado, Dra. UNICAMP

Sumário

Artigos

- 12** **CARACTERIZAÇÃO DAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA A REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS.**
Tainara Rigotti de Castro, MSc. (UNESPAR);
Carlos Humberto Martins, Dr. (UEM).
- 20** **OPTIMIZATION OF GREEN-BUILDING DESIGN PROCESSES – CASE STUDY**
Alessandro Orsi, Ignacio Guillén Guillamón.
Polytechnic University of Valencia (Spain)
- 29** **PROPRIEDADES DE ISOLAMENTO TÉRMICO, ACÚSTICO E DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PLACAS DE PU COM A INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE PET E ALUMINA**
Diego V. Marques (UNISUL); Heloisa Regina Turatti Silva, Dr. (UNISUL); Hercules Araujo, Dr. (UNISUL); Paola Egert, Dr. (UNISUL); Rachel Faverzani Magnago, Dr. (UNISUL)
- 37** **MOBILIÁRIO URBANO COM MADEIRA DE REFLORESTAMENTO: DESENVOLVIMENTO DE PROJETO E PRODUÇÃO DE MODELO EM ESCALA REDUZIDA**
Ana Laura Alves, (UNESP); Victor Augusto Vieir, (UNESP); Letícia Y. Nakata, (UNESP); Hudson Guerrero Michelin, (USC); Tomás Q. Ferreira Barata, (UNESP).
- 45** **DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE E A RELAÇÃO HISTÓRICA DAS EMBALAGENS COM QUESTÕES AMBIENTAIS**
Dulce de Meira Albach, Me. (UFPR);
Dalton Luiz Razera, Dr. (UFPR);
Jorge Lino Alves, Dr. (Universidade do Porto).
- 53** **SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA CERTIFICADA – EXPERIÊNCIAS DESENVOLVIDAS: UMA ABORDAGEM SOBRE PROJETO DE INTERFACES E PROCESSO DE RACIONALIZAÇÃO DE COMPONENTES**
João Marcelo Danza Gandini, Me. em Arquitetura e Urbanismo (USP); Tomaz Queiroz Ferreira Barata, Dr. Eng. Civil (UNESP); Javier Mazariegos Pablos, Dr. em Arquitetura e Urbanismo (USP)
- 64** **PESQUISA-AÇÃO PARA MELHORAR PROCESSOS DE PROJETO PARTICIPATIVO EM PROPOSTAS DE VINCULAÇÃO DA FACULDADE DE ARQUITETURA**
Andrea Jaramillo Benavides, MSc. (UFSC/ UTE);
Myrian Larco Benítez, MSc. (UTE/ UNEX).
- 73** **COMPORTAMENTO TÉRMICO DE APARTAMENTOS EM USO DURANTE O INVERNO**
Ana Lígia Papst de Abreu, Dra. (IFSC);
Camila F. da Silva, graduanda em Eng. Civil (IFSC);
Carla B. Corrêa, graduanda em Eng. Civil (IFSC).
- 81** **APLICAÇÃO DE PRECEITOS DA EDUCAÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE PROJETOS DE TRABALHOS DE CONCLUSÃO NO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM DESIGN DE PRODUTO DO IFSC.**
Carla A. de Aguiar Neves, Dra. (IFSC); Raquel Bugliani, MSc. (IFSC); Rafael Burlani Neves, Dr. (UNIVALI); Marcelo G. G. Ferreira, Dr. (UDESC).
- 90** **APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE EM EMPREENDIMENTOS DE GRANDE PORTE: POSICIONAMENTO DOS ARQUITETOS**
Silvio Cezar Carvalho Prizibela, Msc. (UFSC);
Roberto de Oliveira, PhD. S(UFSC)

98 **DESENVOLVIMENTO DE UMA LIGAÇÃO ESTRUTURAL PARA CONSTRUÇÃO COM BAMBU GUADUA**

Carlos Andrés Sánchez Quintero, Me. (UFSC);
Wilson Jesus da Cunha Silveira, Dr. (UFSC).

107 **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (HIS) ATRAVÉS DA METODOLOGIA MASP-HIS.**

Eliká Deboni Ceolin, Especialista (IMED);
Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng. (UFSC).

114 **AGRICULTURA URBANA: IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE PROJETO PARA O PROCESSO PRODUTIVO E COMERCIALIZAÇÃO**

Diego Costa, Mestrando (UFRJ);
Carla Cipolla, Doutora (UFRJ);

121 **DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS, A PARTIR DAS RELAÇÕES ENTRE DESIGN UNIVERSAL E ECODESIGN**

Vicente Cerqueira, Dr. (UFRJ); Lisandra Rodriguez, (UFRJ); João V. Laureano, (UFRJ); Luiza Villapouca, (UFRJ).

133 **SUSTENTABILIDADE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA CONCEPÇÃO DA ENCÍCLICA LAUDATO SI'**

Maria L. Neves, Doutoranda em Eng. e Gestão do Conhecimento (UFSC);
Richard Perassi, Dr. (PUC São Paulo);
Francisco Fialho, Dr. (UFSC).

Entrevistas

142 **ENTREVISTA COM MYRIAN ALEXANDRA LARCO BENÍTEZ**

144 **ENTREVISTA COM PROF. DR. AGUINALDO DOS SANTOS**

Teses

147 **PROPOSTA DE UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONCORRÊNCIA PÚBLICA DE OBRAS OU SERVIÇOS DE ENGENHARIA**

Daniela Matschulat Ely, Dra. (UFSC);
Antônio Edésio Jungles, Dr. (UFSC).

Dissertações

149 **METODOLOGIA DE BENCHMARKING PARA A PRODUÇÃO MAIS LIMPA E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS: UM ESTUDO NO SETOR DE PVC**

Paola Andrea de A. Boada, Msc. em Eng. Mecânica (UFSC); Orientador: Prof. João C. E. Ferreira, Ph.D. (UFSC).

153 **AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM CRICIÚMA, SC, SEGUNDO O SELO CASA AZUL**

Daniel C. da Silva (UFSC); Orientadora: Lisiane I. Librelotto, Dr^a. (UFSC);
Coorientador: Anderson Claro, Dr. (UFSC).

TCCs

156 **REDESIGN DE SHAPE DE LONGBOARD E SKATEBOARD USANDO PAPELÃO COMO SUA MATÉRIA PRIMA**

Rafael Dantas de Souza, Designer (UFSC);
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. Eng. (UFSC).

158 **DESENVOLVIMENTO E COMUNICAÇÃO DE UM PRODUTO DE MODA INSPIRADO NA MARCA LANÇA PERFUME**

Aline Becker, graduanda em Design de Moda (ASSEVIM); Michela C. F. Goulart, Msc. em Design (UFSC).

CARACTERIZAÇÃO DAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA A REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Tainara Rigotti de Castro, MSc. (UNESPAR);

Carlos Humberto Martins, Dr. (UEM).

PALAVRAS CHAVE

Cinza do bagaço de cana-de-açúcar; Material alternativo; Impactos ambientais.

KEY WORDS

Sugarcane bagasse ash; Alternative Material; Environmental impacts

RESUMO

Devido à necessidade de diminuir a utilização de áreas para a deposição de cinzas, bem como a necessidade da diminuição da utilização de materiais na construção civil e impactos ambientais causados por sua extração, esta pesquisa tem por objetivo realizar a caracterização da cinza pesada e da cinza volante do bagaço de cana-de-açúcar, a fim de apontar se tais amostras possuem as características necessárias para substituir a areia e o cimento, respectivamente. Para tal, as cinzas foram caracterizadas conforme procedimentos metodológicos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), quanto à distribuição granulométrica; índice de pozolanicidade; massa específica; teor de umidade; perda ao fogo; composição química, e; contaminantes. A cinza pesada se mostrou um material com características semelhantes à da areia, podendo ser fonte viável de adição mineral em matrizes cimentícias; e a cinza volante comprovou sua reatividade e a possibilidade de substituir parcialmente o cimento.

ABSTRACT

Front of the need to reduce the use of ash disposal areas, as well as the need to decrease the use of construction materials and environmental impacts caused by its extraction, this research aims to carry out the characterization of sugar cane bagasse ashes, in order to point if such samples have the features needed to replace the cement and sand. The ashes were characterized as methodological procedures of the Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as the particle size distribution, pozzolanic activity, specific mass, fire loss, chemical composition and contaminants. The heavy ash proved is material with similar features to the sand, and can be a viable source of mineral addition in cements; and the fly ash proved have pozzolanic reactivity and the possibility to partially replace the cement.

1. INTRODUÇÃO

Impulsionada pela urbanização e industrialização, a preocupação com a saúde ambiental se iniciou em 1970, quando se intensificaram os danos gerados pelos excessos de impactos causados pela produção em escala industrial (MAURY; BLUMENSCHIN, 2012). O setor da construção civil chama atenção neste ponto, apresentando fatores negativos, tais como: processos produtivos ineficientes e ultrapassados; geração de resíduos, e; consumo desenfreado e impensado de materiais, gerando uma série de impactos ambientais.

Esse setor é essencial para o crescimento de uma nação, desempenhando um papel importante e vital para sociedade, transformando necessidades em infra-estrutura (IBRAHIM et al., 2010). Entretanto, o atendimento dessas necessidades vem acompanhado de extrações de matérias-primas, seguido da degradação do meio ambiente (BROWN; LUGO, 1994).

O cimento e a areia são utilizados no setor da construção civil, sendo retirados do solo através da operação de mineração, causando impactos ambientais. A melhor maneira de diminuir a utilização desses recursos e conservar o meio ambiente é o emprego de formas alternativas, como por exemplo, o uso de resíduos industriais como matéria-prima (ALWAEELI, 2013). Assim, além da redução da demanda da extração de recursos naturais ainda há a possibilidade de obtenção de produtos com propriedades superiores.

Neste âmbito, a grande quantidade de resíduos industriais produzidos em todo o mundo implica que atualmente, a sua reciclagem seja extremamente necessária, não só devido ao aumento do custo de sua deposição em aterros, que por sua vez, se reflete no custo dos produtos, mas também como uma consequência do desperdício zero, que deve ser o objetivo final de todas as futuras atividades humanas (FARAONE et al., 2009).

A incorporação de resíduos no emprego de formas alternativas tem mostrado resultados satisfatórios na literatura, principalmente na utilização de cinzas do bagaço de cana-de-açúcar, no ramo da construção civil (GONZÁLEZ-LÓPEZ et al., 2015; CHEN et al., 2006; LIMA et al., 2012; SOUZA et al., 2011; AKRAM; MEMON; OBAID, 2009; CORDEIRO et al., 2009), através de adições e substituições parciais de agregados e aglomerantes, tanto em concretos, pastas de cimento e argamassas, quanto em materiais cerâmicos e blocos de solo.

Devido à necessidade de diminuir a utilização de áreas para a deposição de cinzas, bem como a necessida-

de da diminuição da utilização de materiais na construção civil e impactos ambientais causados por sua extração, esta pesquisa tem por objetivo realizar a caracterização da cinza volante e da cinza pesada do bagaço de cana-de-açúcar, a fim de apontar se tais amostras possuem as características necessárias para substituir o cimento e a areia, respectivamente.

2. REVISÃO TEÓRICA

2.1 Impactos e degradação ambiental

Uma das principais atividades que acarretam impactos para o meio ambiente é a mineração. A extração pode ser realizada através de vários métodos e seu objetivo é a retirada de substâncias a partir de depósitos ou massas minerais. No ano de 2011, o Brasil registrou o número de 8.870 mineradoras presentes em seu território (IBRAM, 2012).

Com a prática desta atividade todos os componentes ambientais tornam-se influenciados, sendo denunciada por uma ampla manifestação visual, trazendo mudanças drásticas para a paisagem, cobrindo frequentemente uma área tão vasta que é impossível restaurá-la ao seu estado original novamente (DULIAS, 2010).

Os principais impactos causados ao meio ambiente pela extração de minérios são subsidência, contaminação e escassez das águas, destruição de habitat, extinção e escassez de fontes e jazidas, alterações na flora e fauna do entorno destes locais de exploração, reconfiguração das superfícies topográficas, aceleração do processo erosivo, modificações de cursos d'água, interceptação do lençol freático, aumento da emissão de gases e partículas em suspensão no ar, aumento de ruídos e propagações de vibrações, resultando em áreas degradadas (ROTH; GARCIAS, 2009).

Além disso, essas áreas não possuem mais a capacidade de repor as perdas de matéria orgânica do solo, nutrientes, biomassa e estoque de propágulos, alterando as características biológicas, físicas e químicas do local explorado, tornando o solo estéril (BROW; LUGO, 1994).

A extração de calcário, para a produção de cimento; e a extração de areia, largamente utilizado como materiais na construção civil; são realizadas através da mineração.

O cimento, por sua vez, além da necessidade da retirada das pedras de calcário do solo, necessita da operação de calcinação, dada através da queima de combustíveis necessários para manter as altas temperaturas necessárias nos fornos utilizados (aproximadamente 1500°C).

Sendo assim, a indústria do cimento além de degradar áreas, ainda é considerada uma das principais contribuintes para as emissões dos gases de efeito estufa (ALI, SAIDUR, HOSSAIN, 2011).

O mercado cimenteiro, no Brasil, é composto tanto por grupos nacionais, quanto estrangeiros, com 81 fábricas espalhadas por todas as regiões brasileiras e com uma capacidade instalada anunciada de 78 milhões de toneladas/ano (CIMENTO.ORG, 2012). Desta forma, o Brasil está entre os 10 maiores produtores de cimento no mundo.

A areia é um material de granulometria variada, composto essencialmente de sílica e que passou por um processo de beneficiamento, suas fontes de produção são representadas por depósitos de areia quartzosa, arenito ou quartzito (FERREIRA; DAITX, 2000). De acordo com o tipo de depósito mineral, varia o processo de retirada do solo (lavra), que geralmente é por dragagem ou desmonte hidráulico. O mercado brasileiro é atendido por uma ampla e diversificada gama de produtores, envolvendo cerca de 2500 empresas de extração de areia (ANEPAC, 2013a).

Neste contexto, a redução da utilização tanto do cimento, como da areia é considerada importante para combater os problemas de degradação e poluição do meio ambiente.

2.2 Cinzas do bagaço da cana-de-açúcar

No processo de beneficiamento da cana-de-açúcar o maior subproduto gerado é o bagaço da cana-de-açúcar, utilizado como combustível em caldeiras para geração de energia que resulta em cinzas. Se for levado em consideração que na safra 2013/2014 a colheita de 652 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, e que todo o bagaço foi utilizado como fonte de energia, foram então geradas aproximadamente 3,9 milhões de toneladas de cinza (CONAB, 2013).

Parte da cinza gerada, dita cinza pesada, é depositada num cinzeiro abaixo da grelha da caldeira e o restante, de distribuição granulométrica mais fina, dita cinza volante ou leve, é suspensa pelos gases de combustão e, antes de ser dispersa na atmosfera através da chaminé passa por algum processo de limpeza de gases para redução nas emissões de particulados. Salienta-se que o processo de separação dessas cinzas difere de acordo com a tecnologia utilizada pela indústria.

Parte dessas cinzas volta para o solo dos canais para ser utilizada como adubo, apesar de ser um componente pobre em nutrientes e de difícil deterioração, ainda possui em sua composição metais pesados, podendo con-

taminar o solo e lençóis freáticos. A literatura ressalta que esta prática é comum entre os agricultores de cana, chamada de iniciativa ambientalmente correta, eliminada juntamente à torta de filtro e vinhaça, porém, ignora o uso de agrotóxicos nas plantações, fazendo com que estes produtos persistam no solo juntamente com as cinzas (SALES; LIMA, 2010). As cinzas, quando descartadas de maneira inadequada, podem causar a contaminação dos solos adjacentes, águas subterrâneas e problemas de saúde, ocasionando conseqüentemente graves problemas sociais e ambientais. Dessa forma, não possuindo outro modo de utilização, o correto é que esse resíduo seja destinado aos aterros sanitários (FRÍAS; VILLAR; SAVASTANO, 2011).

Andrade et al. (2007) ressalta que as cinzas pesadas são capazes de substituir a areia natural, tendo potencial de aproveitamento para produção de materiais à base de cimento. Cordeiro et al. (2008) afirma que a cinza volante do bagaço de cana-de-açúcar tem potencial para ser utilizada como adição mineral, substituindo parte do cimento em argamassas e concretos.

Neste contexto, o encaminhamento desse resíduo de forma adequada é considerado importante para combater os problemas de poluição do meio ambiente.

3. METODOLOGIA

Os materiais foram coletadas em uma Usina localizada no Noroeste do Paraná/PR. A cinza pesada foi coletada em sacos plásticos e preparada em laboratório, para posterior caracterização. Antes dos procedimentos ela foi peneirada em malha 0,6 para a retirada de folhas e pedaços de bagaço com queima incompleta. O aspecto da cinza pesada pode ser visualizado através da Figura 1a. A cinza volante foi coletada em sacos plásticos e tratada em laboratório para posterior caracterização. Antes dos procedimentos ela foi seca em temperatura ambiente por 48h e após seca em estufa por mais 48h para a retirada de umidade. Após a etapa de secagem, o material foi desgrudado com o auxílio de um almofariz. O aspecto da cinza leve pode ser visualizado na Figura 1b.

Figura 1 – (a) Aspecto da cinza leve; (b) Aspecto da cinza pesada. Fonte: Elaborado pelos autores.



Fonte: Elaborado pelos autores.

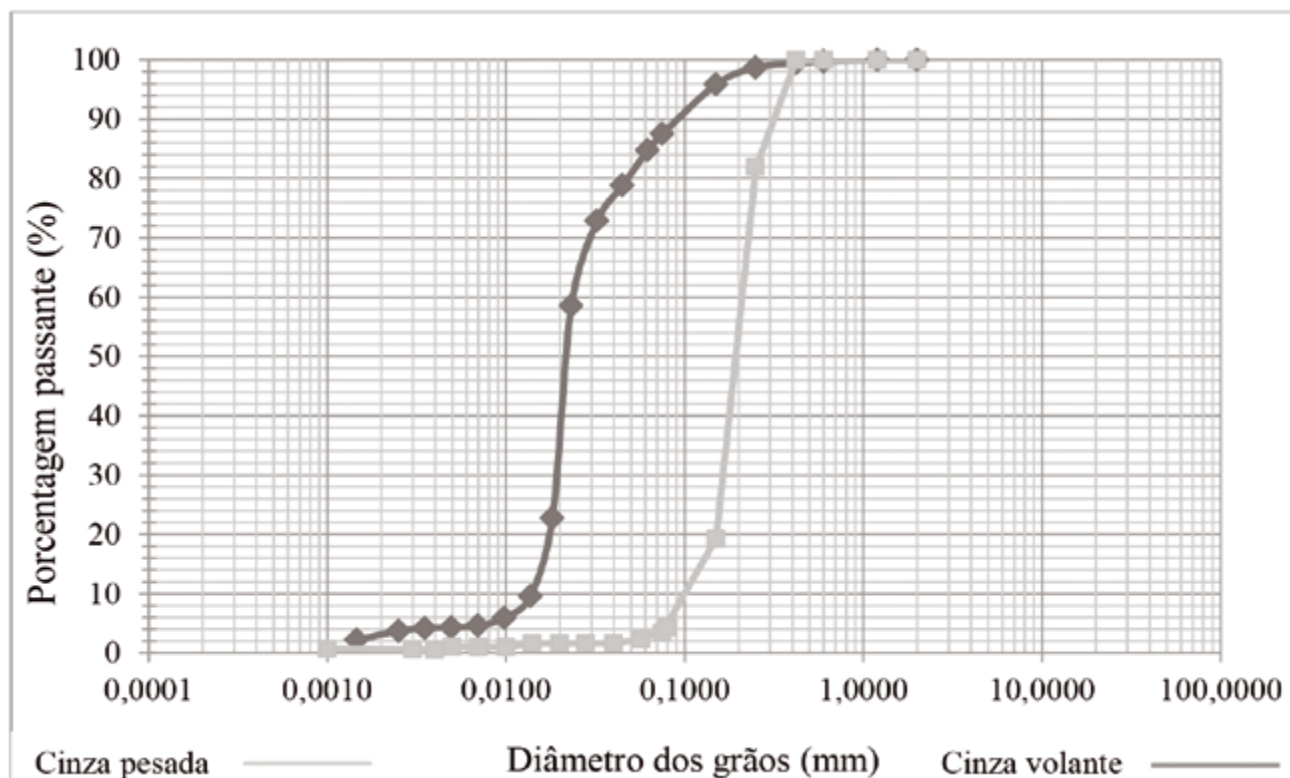
Quanto aos métodos, a distribuição das partículas das amostras de cinzas foi determinada pela combinação dos procedimentos de peneiramento e sedimentação conforme sugere a NBR 7181 (ABNT, 1984b). A atividade pozolânica foi determinada através do Método de Chappelle modificado (ABNT, 2010). Através da ABNT NBR 6508 (ABNT, 1984a), foi determinada a massa específica de cada amostra de cinza. O teor de umidade foi determinado a partir da secagem das amostras de resíduos em estufa por 24h, conforme especificações da NBR NM 24 (ABNT, 2003), e o teor de perda ao fogo foi determinado conforme a NBR NM 18 (ABNT, 2012), a partir da calcinação das amostras em

forno mufla à temperatura entre 950 ± 50 °C por no mínimo 50 min. A composição química das amostras foi determinada utilizando espectrômetro de raios-X Rigaku, com radiação Pd K α , corrente de 1,2 mA e voltagem de 40kV. Os contaminantes presentes nas cinzas foram analisados por meio da obtenção do extrato lixiviado, seguindo especificações da NBR 10005 (ABNT, 2004b) e solubilizado, de acordo com a NBR 10006 (ABNT, 2004c) para determinação dos teores de contaminantes de acordo constantes na NBR 10004 (ABNT, 2004a), por meio de Espectrômetro de Absorção Atômica (EAA 52 Varian Spectraa - 240FS) e Cromatôgrafo de íons (Metrohm – 850 Professional IC).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As curvas de distribuição de tamanho de partículas da cinza pesada deixam claro que esta possui partículas de maior diâmetro, quando comparadas às da cinza volante (Figura 2). Os resultados revelaram que 51% da amostra da cinza pesada ficou retida nas peneiras de 0,06 a 0,2 mm, e de acordo com a classificação da NBR 6502 (ABNT, 1995) são semelhantes à areia fina. A cinza volante teve 81% da amostra retida, sendo semelhante ao silte. As amostras das cinzas indicaram pouca variação do diâmetro das partículas, o que indicou uma amostra uniforme, com distribuição das partículas bem graduada.

Figura 2: Curvas de distribuição granulométrica das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Um material para ser pozolânico, de acordo com a NBR 15895 (ABNT, 2010), deve apresentar uma pozalinicidade acima de 436mg Ca(OH)₂/pozolana. O valor obtido através da amostra de cinza pesada resultou em 101 mg Ca(OH)₂/g amostra, o que caracteriza que esta cinza não possui atividade pozolânica. O valor obtido para a cinza volante foi de 569 mg Ca(OH)₂/g amostra, o que caracteriza que pode ser viável sua substituição por cimento.

Em relação a massa específica, se encontrou um valor de 2,64 g/cm³ para cinza pesada e de 2,75 g/cm³ para cinza volante. Em comparação com a massa específica da areia e do cimento, respectivamente, valores semelhantes são observados: 2,65 g/cm³ (SALES; LIMA, 2010) e 2,75 g/cm³ (VOTORANTIM, 2014).

Através da determinação do teor de umidade se pode constatar o quão a cinza leve é mais úmida (1,68%), em relação à cinza pesada (0,16%).

O teor de perda ao fogo da cinza pesada e da cinza volante foram de 13,92% e 9,56%, respectivamente. Agredo et al. (2014), encontraram semelhantemente, em suas amostras de cinzas caracterizadas, valores próximos aos desta pesquisa, sendo de 14% para a cinza pesada e 10% para a cinza volante. Esta propriedade está diretamente ligada à quantidade de matéria orgânica presente nestes resíduos.

As composições químicas das amostras de resíduos de cinzas são fornecidas pela Tabela 1. De acordo com os referidos dados, a cinza pesada contém uma grande quantidade de sílica (57,41%), e menor grau de óxido de ferro (21,79%). Para a cinza volante ocorre o inverso, uma maior presença de óxido de ferro (47,98%) e um menor grau de sílica (25,82%). Quando comparada a literatura as cinzas desta pesquisa tendem a ter uma menor quantidade de sílica, onde foram encontradas: cinza pesada com um teor de 66,61% de sílica (FRÍAS; VILLAR; SAVASTANO, 2011) e cinza volante com uma porcentagem de 61,59% (FARIA; GURGEL; HOLANDA, 2012) e 47,4% (UYGUNOGLU et al., 2012). Estes resultados podem estar relacionados com as diferenças de solos onde a cana é cultivada, métodos de fertilização do solo, métodos de queima do bagaço, entre outros.

Tabela 1: Composição química das Cinzas do bagaço de cana-de-açúcar.

Elemento	Fórmula Composta	Concentração (%)	
		Cinza pesada	Cinza volante
Si	SiO ₂	57,41	25,82
Fe	Fe ₂ O ₃	21,79	47,98
Ti	TiO ₂	6,41	7,16
Al	Al ₂ O ₃	4,31	10,57
K	K ₂ O	4,05	4,15
Ca	CaO	1,96	1,53
P	P ₂ O ₅	1,14	0,79
Mg	MgO	1,03	0,68
V	V ₂ O ₅	0,72	-
Cl	Cl	0,46	0,19
Mn	MnO	0,37	0,73
S	SO ₃	0,25	-
Zr	ZrO ₂	0,11	0,11
Cu	CuO	-	0,16
Zn	ZnO	-	0,13

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 2 mostra que o teste de solubilização indicou a presença de metais pesados nas amostras de cinzas. Os resultados do extrato de lixiviação ficaram dentro do limite permitido para o grupo de compostos orgânicos, de acordo com o Anexo F da NBR 10004 (ABNT, 2004a). O ensaio de solubilização revelou elementos químicos excedendo o nível permitido empregado pelo anexo G da referida norma. Portanto, as amostras aqui foram

classificadas como “resíduos não perigosos - classe II A - não inerte” (ABNT, 2004a), assim como cinzas já caracterizadas (SALES; LIMA, 2010). Resíduos com esta classificação podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Tabela 2: Elementos químicos encontrados no extrato solubilizado de Cinzas do bagaço de cana-de-açúcar excedentes aos limites padrão da norma brasileira

Componentes	Limites (mg/l)	Cinza pesada	Cinza volante
Alumínio	0,2	0,79	2,54
Chumbo	0,01	0,12	0,12
Cádmio	0,006	0,005	0,021
Manganês	0,1	0,02	0,29

. Fonte: Elaborado pelos autores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de edificações consome até 75% dos recursos extraídos da natureza, com o agravante de que a maior parte destes não são renováveis. Os impactos são evidentes, visto que muitas dessas explorações são feitas de forma incorreta, tornando o solo impróprio para a plantação. Sem dúvidas, é impossível minerar sem causar impacto ambiental, seja ele de maior ou menor extensão. Sabe-se que é impossível a sociedade viver sem os materiais oriundos desta atividade, entretanto, deve-se ressaltar a necessidade de se desenvolver a consciência de que é necessário reparar e minimizar os danos causados nessas áreas de exploração.

Desta forma, um dos grandes desafios da construção civil é diminuir o desperdício de materiais, bem como utilizar formas alternativas para o fabrico destes, a fim da diminuição da extração dos recursos naturais. Conciliar a atividade da construção civil com as condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao meio ambiente é essencial.

As cinzas do bagaço de cana-de-açúcar, cuja quantidade gerada aumentará significativamente nos próximos anos, em decorrência da ampliação do setor de produção de álcool combustível, se mostraram, através da caracterização realizada nesta pesquisa, como um material alternativo viável. A cinza pesada se mostrou um material com características semelhantes às da areia, visto a sua distribuição granulométrica; massa específica; inexistência de atividade pozzolânica; alto teor de sílica, podendo ser fonte viável de adição mineral em matrizes cimentícias. O índice da atividade pozzolânica da cinza volante pode ser atribuída à presença de sílica amorfa; ao reduzido tamanho de partículas, e; à reduzida perda ao fogo, comprovando sua reatividade e a possibilidade de substituir parcialmente o cimento.

REFERÊNCIAS

1. AGREDO, J. T.; GUTIÉRREZ, R. M. de; GIRALDO, C. E. E.; SALCEDO, L. O. G. Characterization of sugar cane bagasse ash as supplementary material for Portland cement. *Ingeniería e Investigación*, v.34, n.1, p.5-10, 2014.
2. AKRAM, T.; MEMON, S. A.; OBAID, H. Production of low cost self compacting concrete using bagasse ash. *Construction and Building Materials*, v.23, p.703-712, 2009.
3. ALI, M. B.; SAIDUR, R.; HOSSAIN, M. S. A review on emission analysis in cement industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, p. 2252-2261, 2011.
4. ALWAELI, M. Application of granulated lead-zinc slag in concrete as an opportunity to save natural resources. *Radiation Physics and Chemistry*, v.83, p.54-60, 2013.
5. ANDRADE, L. B.; ROCHA, J. C.; CHERIAF, M. Evaluation of concrete incorporating bottom ash as natural aggregates replacement. *Waste Management*, v.27, p.1190-99, 2007.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502: Rochas e Solo. Rio de Janeiro, 1995.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6508. Massa específica dos Sólidos. Rio de Janeiro, 1984a.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181. Solo – análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984b.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004. Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004a.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10005. Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004b.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10006. Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos Rio de Janeiro, 2004c. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

- NBR 15895. Materiais pozolânicos – Determinação do teor de hidróxido de cálcio fixado – Método Chapelle modificado. Rio de Janeiro, 2010.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 24. Materiais pozolânicos - Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2003.
13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 18. Cimento Portland – Análise química – Determinação de perda ao fogo. Rio de Janeiro, 2012.
14. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL – ANEPAC. Agregados. 2013. Disponível em: <<http://anepac.org.br/wp/agregados/>>. Acesso em 8 de dezembro de 2015. CIMENTO.ORG. Cimento Brasil. 2012. Disponível em: <http://www.cimento.org/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=18>. Acesso em 29 de novembro de 2013.
15. CHEN, C.; SUN, C.; GAU, S.; WU, C.; CHEN, Y. The effects of the mechanical–chemical stabilization process for municipal solid waste incinerator fly ash on the chemical reactions in cement paste. *Waste Management*, v.33, p.858–865, 2013.
16. CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de Cana-de-Açúcar 2013/2014 – Segundo Levantamento. 2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_08_09_39_29_boletim_cana_portugues_abril_2013_1o_lev.pdf. Acesso em 16 de fevereiro de 2015. BROWN, S.; LUGO, A. E. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining developing. *Restoration Ecology*, v. 2, p. 97-111, 1994.
17. CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D.; FAIRBAIRN, E. M. R.; TAVARES, L. M. M. Pozzolanic activity and filler effect of sugar cane bagasse ash in Portland cement and lime mortars. *Cement & Concrete Composites*, v.30, p.410-418, 2008.
18. CORDEIRO, G. C.; TOLEDO FILHO, R. D.; TAVARES, L. M.; FAIRBAIRN, E. de M. R. Ultrafine grinding of sugar cane bagasse ash for application as pozzolanic admixture in concrete. *Cement and Concrete Research*, v.39, p.110–115, 2009.
- DULIAS, R. Landscape planning in areas of sand extraction in the Silesian Upland, Poland. *Landscape and Urban Planning*, v. 95, p.91–104, 2010.
19. FARAONE, N., TONELLO, G., FURLANI, E., MASCHIO, S. Steelmaking slag as aggregate for mortars: effects of particle dimension on compression strength. *Chemosphere*, v.77, p.1152–1156, 2009.
20. FARIA, K. C. P.; GURGEL, R. F.; HOLANDA, J. N. F. Recycling of sugarcane bagasse ash waste in the production of clay bricks. *Journal of Environmental Management*, v.101, p.7-12, 2012.
21. FERREIRA, G.C., DAITX, E.C. Características e especificações da areia industrial. *Geociências*, v.19, n.2, p.235-242, 2000.
22. FRÍAS, M.; VILLAR, E.; SAVASTANO, H. Brazilian sugar cane bagasse ashes from the cogeneration industry as active pozzolans for cement manufacture. *Cement & Concrete Composites*, v.33, p.490–496, 2011.
23. GONZÁLEZ-LÓPEZ, J. R.; RAMOS-LARA, J. F.; ZALDIVAR-CADENA, A.; CHÁVEZ-GUERRERO, L. MAGALLANES-RIVERA, R. X.; BURCIAGA-DÍAZ O. Small addition effect of agave biomass ashes in cement mortars. *Fuel Processing Technology*, v.133, p.35–42, 2015.
24. IBRAHIM, A. R. B.; ROY, M. H.; AHMED, Z. U.; IMTIAZ, G. Analyzing the dynamics of the global construction industry: past, present and future. *Benchmarking: an International Journal*, v.17, p.232-252, 2010.
25. INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. Informações e Análise da Economia Mineral Brasileira. 2012. Disponível em: <<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00002806.pdf>>. Acesso em 8 de dezembro de 2015.

OPTIMIZATION OF GREEN-BUILDING DESIGN PROCESSES – CASE STUDY

Alessandro Orsi, Ignacio Guillén Guillamón.
Polytechnic University of Valencia (Spain)

KEYWORDS:

Green-building; project management; design process; optimization; LEAN; process waste; sustainability.

ABSTRACT

The development of a green-building project following a specific reference standard such as LEED, brings new conditions and restrains for all subjects involved in the process. Such changes affect technicians, owners, bureaucracy and also the management tasks either during design or construction phases. Within this scope, project management plays a key role for the optimization of the design-project development. This research analyzes the design process of a single case-study project from the project management perspective, taking into consideration all the activities that negatively affected the project design development. The project selected for the scope of the research is a new school complex located in Northern Italy currently pursuing the LEED Gold certification with a project cost of 13,2 million Euros. A new methodology was created in order to analyze the project and evaluate the effects of detected project-management issues under three different points of view: costs, time and building sustainability. Such "issues" were identified by researchers on the basis of the LEAN-definition of "waste". The scope of the research is to develop and test a methodology for the optimization of the project management processes during the development of a LEED building design in Europe through the detection and evaluation of process wastes. The results showed that project management issues related to green-building tasks affect considerably the cost, schedule and sustainability of the project design and vice versa, the accuracy of the project management tasks affect the sustainability features of the final building design.

2. INTRODUCTION

The importance of sustainability within the construction business has been increasing dramatically during the last decades [1] (P. Hansford et al. – 2013) and, as some research studies point out, “an increased emphasis must be placed on the processes and competencies required to deliver high-performance buildings” [2] (Horman et al. – 2006). Currently, many researchers focus on understanding different aspects of delivering green-building projects in order to minimize waste, maximize value, and reduce cost. During the last years several research studies analyzed different project management issues related to green-building developments. Their main goal is to optimize the project management process for developing green-building projects focusing on different aspects, such as, counterfactual analysis [3] (Klotz et al. - 2009), LEAN processes [4] (Lapinski et al. – 2006), piloting evaluation metrics [5] (Korkmaz et al. – 2010).

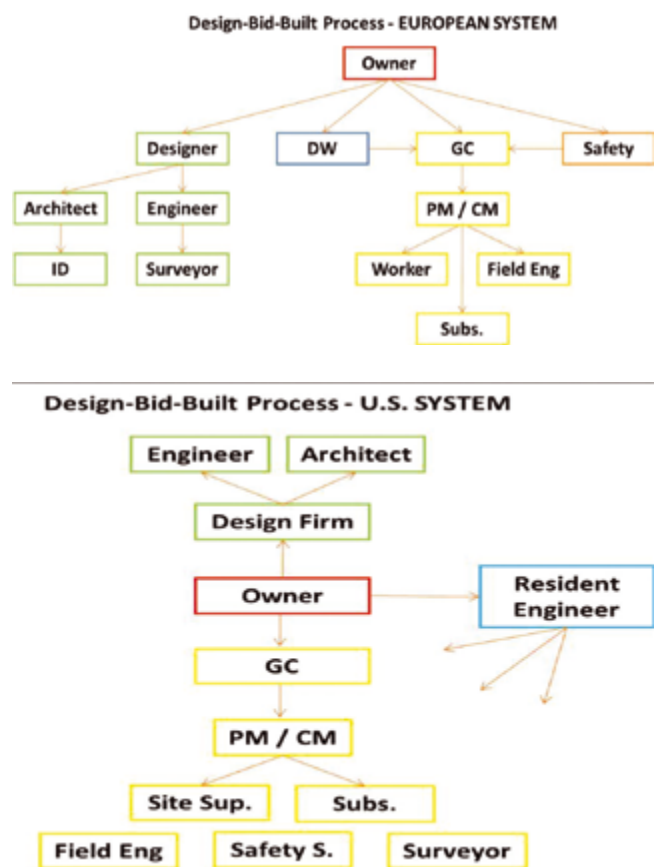
As Lenfle points out in a recent study, “the links between studies devoted to project management and innovation management are complex and marked by a relative lack of communication between the two fields” [6] (Lenfle – 2008). Moreover, during the last years project management practice has evolved into a business process and got detached from the practical aspects of the job tasks [7] (Kerzer – 2013). The scope of this research is to develop a practical approach for analyzing project management processes intended as hands-on management tasks easily understandable and applicable by technicians in real projects. Following the guidelines of Russel-Smith [8] (Russel-Smith et al. – 2015) researchers aim to provide support resources that will allow designers to iteratively improve and re-engineer the processes reducing the impact of the building design from initial to final design.

The concept of sustainability has been standardized internationally through the implementation of different protocols but the majority of the research studies have been developed on the basis of common project management processes that refer to the United States construction industry [9] (Lopez & Sánchez – 2010). Recently, sustainability has become a key aspect of the construction field [10] (Enache, Pommer & Horman – 2009) and this includes also project management. However, despite their demonstrated benefits, green buildings are not yet perceived as attractive projects because most people associate green features with expensive technologies that add cost [11] (Castro-Lacouture et al.).

Case studies, interviews and data collection used for the majority of the research articles take into consideration the average Anglo-American construction process. In other countries and more specifically within the European Union the construction and project management process is substantially different. More subjects are involved and local laws establish new hierarchies within the whole construction and project development process [12] (Guy & Moore – 2005).

Within the US construction and project delivery process for design-bid-built projects, designers and contractors work almost independently following a two-party contract. However, within the European system four different parties are involved at the same time and occasionally each of them take over certain project management tasks. As a result the project management process is more fragmented and difficult to analyze. Figure 1 and 2 shows the different schemes representing the contractual linear dependencies between subjects involved within a design-bid-built common process.

Figure 1 and 2 - Representation of the contractual dependencies between subjects involved in the Design-Bid-Built European and U.S. construction process.



Fonte - Autores

“The scope of this research is to analyze the potential project management issues within the design process of an average green building project developed within the European Community.

The whole research is based on a real case-study project and has been carried out through three different stages:

- Data collection and process illustration;
- Process Analysis and detection of project-management issues;
- Estimate of the impact of project-management issues on project costs, schedule and sustainability.

The project selected for the case-study is a new Middle School Complex located in Trento, Northern Italy, certified under the LEED for Schools 2007, with a total budget of approximately 13,2 Million Euros and a total gross square footprint of 6.000 square meters. The choice of this project as single-case study project was made on the basis of the following statements:

- Direct access to project information and contact with all technicians involved in the project;
- Simultaneity between research and project design development;
- Project sustainability referring to LEED credits as benchmark for evaluation.

The choice of a single case-study project helped researchers testing a new methodology for the analysis of the project management issues in green-building developments. The intent is to develop a deep hands-on analysis where specific problems related to specific activities and circumstances could be identified and, possibly, prevented.

2.1. Deliverables and potential benefits of the research

The present research has two main outputs. First, the validation of the new methodology developed by researchers to analyze sustainability-related issues within the development of a European green-building design project. Secondly, the evaluation of the impact of the sustainability-related issues within the whole design development in terms of costs, time and sustainability features. The scope of the research could be summarized as: “the optimization of the project management process for the development of a LEED building design in Europe through the detection and evaluation of process wastes”.

The methodology is described step by step proposing a new point of view for future researchers, the impact of sustainability-related issues will be globally estimated in terms of Euros, extra work days and lost LEED points. Once

the methodology will be further developed researchers aim to improve it and use it to analyze and evaluate other green-building projects within the European Union.

3. METHODOLOGY

Data collection was carried out using two different methods: project documentation analysis and personal interviews. The data collection started with the late design phase of the project which allowed researchers to acquire information first-hand from personal interviews with technicians and public entities. Researchers waited for the last building design phase, called “executive design”, to acquire all project information in order to have a global view of the process and better evaluating the effect of each issue on the design process development.

Project documentation such as technical reports and drawings was provided by the project owner and included all information related to each step, activity and event affecting the project design phase from the early preliminary design stage until the final executive phase. At the end of this phase researchers developed a bar chart listing all main activities of the project design development process.

Interviews were made by researchers personally to technicians and personnel involved in the project. The interview process was standardized by using a common procedure for all interviewees. Each subject recognized all the problems they encountered during the design development and indicated them in the list of project activities developed before. The concept of “problem” was defined on the basis of the “waste” definition provided within the LEAN management system. In simple words, any type of activity performed during the process that in spite of consuming resources doesn’t bring added value to the final product [13] (J. Liker - 2003). Out of the seven types of waste identified for an industrial LEAN process [13] (J. Liker – 2003) for the purpose of this research only five types of problems were considered: waiting (delays in the process), transportation (unnecessary movement of people or materials), extra-processing (re-manufacturing and activity reiteration), costs (unforeseen expenses for project-related activities), defects (intended as project weaknesses that didn’t allow the team to reach the expected level of sustainability within the LEED certification). Only problems directly associated with the project structure were considered for the current analysis. Following the definition of Whelton & Ballard, only well-defined and ill structured problems were taken into consideration for the purpose of this research [14] (Whelton & Ballard – 2002).

“Problems” as identified by all subjects were in fact the consequence of the structural issues (or project management issues) researchers were interested in. Therefore problems initially identified by technicians were labelled and gathered together in several “categories of issues” which represent the real project management problems researchers wanted to analyze. From now on in the present article the word “problem” will be referred to the issue categories mentioned above if not differently specified. The categories of issues identified for the purpose of the present research are listed below:

- Misunderstanding of Commissioning Authority’s tasks and process;
- Lack of appropriate clauses in bid documentation;
- Systematic cuts to budget due to change-orders and delays;
- Lack of knowledge about energy modelling role and process;
- Lack of project management role supervising the whole project.

Some of the problems were related to single activities, others to a whole set of project tasks. The impact of the “n” problem on the whole project completion was estimated as the sum of the impact of that specific problem on each activity it affected in the following three dimensions: time, costs and sustainability.

Consequences of problems on project schedule were analyzed and evaluated with the use of a project management software, Microsoft Project. The list of activities was used to create a Gantt diagram for the whole project. Problems were accounted as activities and identified with different colors depending on their relationship with time, costs or sustainability. For the purpose of the present research only issues related to green-building activities were taken into consideration. Duration of each activity was defined on the basis of the data collected from the project documentation.

Cost-related issues were estimated using data collected from two different sources, cash-flow volume documented by project files and cost information acquired during the different interviews with technicians. Cost-related information for each problem were provided as Euros amount or as number of extra hours spent to solve the problem. In case of the hourly-based information researchers estimate the corresponding Euros amount multiply the number of hours by the average hourly salary for a middle-range professional technician with a short-term consulting contract in Italy [15] (Il Sole 24 Ore - 2015). All categories of issues previously identified were used to develop the cost analysis. The cost of each problem resulted from the sum of the extra costs of all activities affected by

that specific problem. The Gantt diagram was used to link each problem to groups of project tasks, total problem costs were then estimated afterwards using simple Excel sheets.

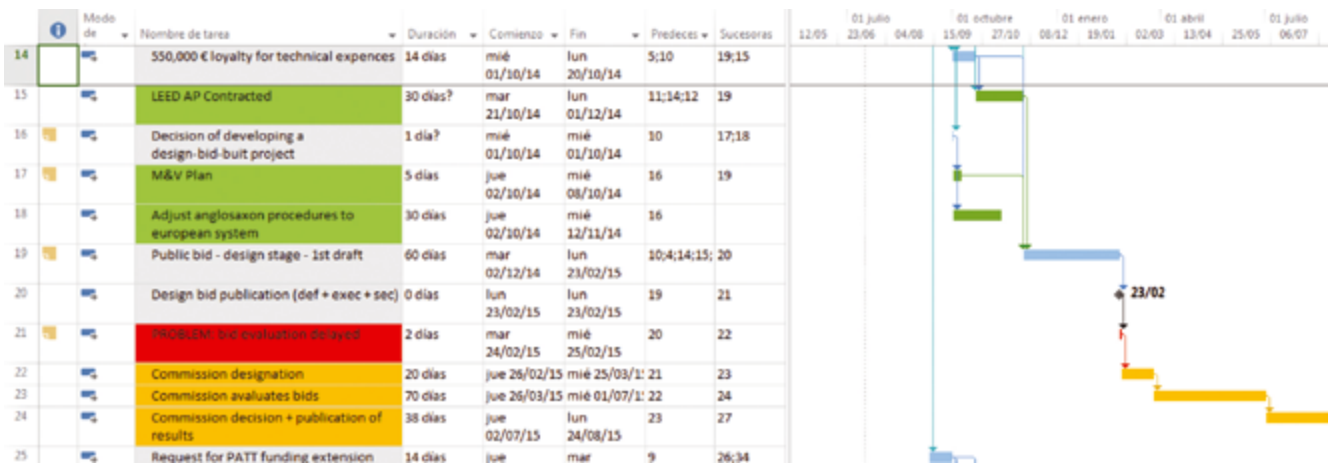
Sustainability-related issues were analyzed on the basis of the LEED protocol score. Prior to project start the design team performed a kick-off meeting with all subjects involved in the project and filled up a LEED checklist where all credits considered “potentially achievable” were listed taking the whole LEED credit list as an optimum reference. During the project development some of those credits were not achieved because of project management issues and researchers focused on those credits the project could not obtain due to sustainability-related project management issues. The problem representation procedure had to go through a iterative process in order to have a set of results that could be graphically understandable and summarize the results. Different filters were applied in order to eliminate unnecessary information and bring only the most important to the eyes of the reader.

4. RESULTS

Information resulting from the present research were divided into three groups respectively related to three types of waste: delays in project completion, money spent over budget and misachievement of sustainability points.

Total amount of delays caused by sustainability related problems cited above were estimated on the basis of the bar-chart results developed using Microsoft Project. Within the bar chart, sustainability-related problem previously identified by researchers were accounted as normal activities with predecessors and successors and their duration was estimated on the basis of the data previously collected through project documentation and interviews. Critical path was then calculated on the basis of the scheduling concepts [16] (Harris, R.B. – 1978) along with free-float and total-float of each activity. The duration of all sustainability-related problems included on the project critical path were accounted for the total project delay. The duration of all sustainability-related problems of the whole project bar chart were accounted for the total loss of time. Results of this double accountant operation are listed on a Figure4 below which represents on the X axis the type of problem and on the Y axis the results obtained: total project delay and total loss of time. Figure 3 represent a snapshot of the bar chart cited above.

Figure 3 - Snapshot of the project Gantt diagram showing problems (red), problem-related activities (orange), sustainability-related activities (green).



Fonte - Autores

Quantities resulting from cost analysis were sorted out in two different categories: direct costs and indirect costs. The term “direct costs” refers to all expenses, caused by the sustainability-related problems that the owner had to bear in addition to the original project budget in order to complete the design process. The term “indirect costs” researchers identified two types of quantities:

- All additional costs caused by the sustainability-related problems that technicians involved in the project had to bear with no additional compensation to their professional fee.
- All additional costs caused by the effects of the sustainability-related problems which affected third parties and later project development phases.

All costs were documented through interviews and project documentation and are summarized in Figure 4 below showing two sections, one for the direct costs and

Figure 4 - table summarizing the direct and indirect costs generated by all problem categories and related activities.

COST ANALYSIS (Direct Costs)						
PROBLEM CATEGORIES	Commissioning Authority tasks & process	No appropriate clauses in bid documentation	Lack of project manager for whole project	Systematic cuts to project budget	Lack of experience for Energy Modeling process.	
PROBLEM-RELATED TASKS						
LEED Documentation Costs	4000					
Extra personell Cost		14000	10000		8000	
Project re-manufacturing	4000		8000	6000		TOTAL
Total	8000	14000	18000	6000	8000	54000
COST ANALYSIS (Indirect Costs)						
Project re-manufacturing				3500	4000	
Extra personell Cost			0			
Extra travels, meetings, etc.	500		500	1000	500	TOTAL
Total	500	0	500	4500	4500	10000

Fonte - Autores

another for the indirect costs.

On each table the horizontal axis summarizes the problem category, the vertical axis the problem-related activities and the numbers represent the cost in Euros that each specific activity had in order to solve each specific problem.

Results for sustainability-related points were estimated on the basis of the LEED protocol. Taking the whole possible score identified at the beginning of the project as a reference, researchers focused on all LEED points that finally couldn't be achieved due to project management issues related with sustainability (which are included in the problem category list cited above). Below are summarized the research results for the sustainability and cost-related aspects divided by problem categories previously identified.

- Misunderstanding of Commissioning Authority's (CxA) tasks and process. Project designers and owner

didn't understand the role of the Commissioning Authority and in spite of the multiple suggestions of the LEED AP the design was carried out without the CxA help. The CxA was contracted right before the final approval of the project and had the time to summarily analyze the project spotting gaps in the project design and documentation. Such problems were then corrected before the final project approval and therefore avoiding change orders during construction phase but still the project had to be partially modified and CxA related documents such as OPR and BOD had to be re-defined. The cost of this re-manufacturing activity was of 8.500 Euros.

- No appropriate clauses in bid documentation. All professional fees related to design services were determined as percentages of the whole project cost. However, no specific clause was introduced in order to fix the prices of services which were then fluctuating on the basis of the construction cost. The lack of a project management services reviewing the whole project along with the lack of experience of the public owner in managing such projects caused major delays in the process which led to higher construction costs. Therefore also the costs of sustainability-related activities rose for a total amount of 14.000 €

- Systematic cuts to budget due to change-orders and delays. The huge delay of the project brought to price increase and big deficits in the project budget which involved also the sustainability-related aspect. The total cost for the design change orders was 60.000 Euros of which 6.000 were related to sustainability features which also suffered a reduction of 3 LEED points due to this problem.

- Lack of knowledge about energy modelling role and process. The original design bid called for a school complex certified under the LEED for Schools 2007 protocol with all expenses for related services included. Energy modeling was also included and the designer tried to develop it but after several attempts realized that they weren't able to. An external energy modeler was then contracted by the public administration at the last minute after the final project approval. This problem led to a direct extra cost of the energy modeler of 8.000, an indirect cost for the designer of 4.500 and a loss of 5 LEED points under the credit EA 1.

- Lack of project manager supervising the whole project. A project manager for sustainability-related and LEED-related issues was contracted from the beginning but no general project manager was overseeing the whole process. This gap, along with the reduced expe-

rience of the owner in managing projects of this magnitude led to several issues. First of all some managerial decisions increased the complexity of the process and then its costs, also for green-building activities. The choice of getting a whole commission to evaluate the green-building features of the design proposals instead of one single expert led to a delay of 5 months and to an additional cost of 10.000 Euros. Secondly the lack of coordination with the homeland technical services led to several project re-manufacturing activities that only for sustainability-related activity cost 8.000 Euros. Finally and most important, the delay of the whole process caused by the lack of a general managing entity and slow bureaucracy processes became so huge that the whole certification process is in danger. The design begun in 2008, finished in 2014 and currently in 2016 the construction has not started yet. The final deadline to complete the LEED certification process will be June 2019 and if the school complex won't be done by then the whole LEED process will vanish.

5. CONCLUSIONS

The present work allowed researchers to identify the main problems occurred during the project design phase development related to green-building practices of one single case-study project. Problems were classified in five different categories which caused three different types of losses, or "waste", as defined under the LEAN philosophy [13] (J. Liker - 2003): cost, time and sustainability features.

From the cost point of view sustainability-related problems accounted for 64.000 Euros that represent the 26,5% of the initial project budget for the design, 240,767 Euros.

From the scheduling point of view the project suffered a delay of 165 working days due to unforeseen project management problems only for sustainability-related activities. The delay was calculated on the basis of the rigid scheduling principles cited in chapter 4 [16] (Harris, R.B. - 1978) considering the bar chart critical path. However, the magnitude of the overall project delays caused by lack of owner's experience and bureaucracy moves this green-building issue to the background. In fact, the whole design process suffered an overall delay of more than 3 years for the reasons cited above and the duration of bureaucracy-related activities cannot always be estimate in advance because in some cases are not standardized processes. Duration of political decisions, productivity of public entities relying on several public offices and internal decision processes of public administrations couldn't be estimate by researchers. Finally researchers conclude that

theoretically the project suffered a delay of 165 working days caused by sustainability-related activities but this delay shouldn't be considered as an extension of the bar chart critical path because it interacts with too many non-standardized processes that caused a delay of a higher magnitude.

From the sustainability point of view 10 LEED points were not achieved due to the problems identified hereby which represents the 12 % of the total 79 possible points identified at the beginning of the process. This result highlights the mutual dependency between project management and green-building project features. In fact, not only the introduction of green-building features affects the cost and scheduling of the design stage from the project management perspective but also the accuracy of the project management tasks affect the green-building features of the final building design.

Table reported in Figure 5 summarizes all main data resulting from the present research work.

Figure 5 - table summarizing the project wastes occurred during the design process in terms of time, direct costs, indirect costs and green-building values.

RESEARCH SUMMARY TABLE						
PROBLEM CATEGORIES	Commissioning Authority tasks & process	No appropriate clauses in bid documentation	Lack of project manager for whole project	Systematic cuts to project budget	Energy Modelling role and process	TOTAL
DETECTED WASTES						
Additional Time (Days)	9	5	128	23	0	165
Indirect Additional Costs (€)	500	0	500	4500	4500	10000
Direct Additional Costs (€)	8000	14000	18000	6000	8000	54000
Green Value (LEED points)	1	1	0	3	5	10

Fonte - Autores

6. LIMITATIONS

•Time analysis: The research project had many subjects involved and no global coordination, the lack of a common protocol for the collection and storage of research-related data established prior to the project start determined a quantitative level of uncertainty.

-Estimating the delay of single activities resulted sometimes difficult and ambiguous because depended from other activities which dependency could not be calculated. By matching data proceeding from interviews and project documentation, researchers determined the duration, floats, predecessors and successors of each activity.

However, in some cases, the bureaucratic and management process was so complicated that none of the subjects involved knew what depended on what. Therefore, for the purpose of this research activities with undefined scheduling features were considered not individually but as part of groups of activities (milestones) whose start and ending point could be determined univocally.

• Cost Analysis: Indirect costs resulted difficult to estimate because were not related to any written document nor any specific activity or event of the project. Furthermore, data related to indirect costs were collected through interviews to all subjects involved which, in some cases, weren't able to identify project management wastes.

- Researchers only analyzed the cost of the problems they had related information of, there might have been other extra costs that couldn't be estimate because nobody appointed them as problems and so researchers didn't even know the existence of.

- Finally, researchers could not estimate the cost of not using the money allocated for the project during a medium-large period of time. The case-study refers to a

public project funded by the public authority. Funds for the project construction have to be listed and approved along with the public county budget still during the project design stage and remain locked in the public budget until the construction phase. Delays in design phase completion and consequently construction phase start represent a loss for the founding entity which can't use nor invest the money allocated for the entire project.

• Sustainability Analysis: For the purpose of the present work researchers took into consideration only a single green-building protocol, LEED. The need of reducing the number of variables imposed the selection of a single protocol which is currently the most used at an international

level for number of certified buildings and square meters. However, this protocol represents only a fraction of the green-building construction market and therefore results of the present research have to be considered partially valid.

Finally, as a general limitation for the work, researchers specify that avoiding the causes that determined the problems mentioned above is a necessary condition but maybe not sufficient to avoid the waste. The problems listed above have been calculated with reference to an optimum and ideal situation characterized by zero waste in terms of time, costs and sustainability. Researchers don't have evidence that such waste can be fully avoided. In order to validate this thesis, researchers would need to analyze other projects where appropriate means and resources are implemented in order to prevent wastes listed above. This, along with other ideas listed below, represents one possible field for the development of future research works.

REFERENCE LIST

1. P.HANSFORD, D.BOWER, M. CLARE ET AL.; **Executive Summary – Construction 2025**; HM Government Official Document; Crown Editor; 2013.
2. HORMAN M., RILEY D., LAPINSKI A., ET AL.; **Delivering Green Buildings – Process Improvements for Sustainable Construction**; Journal of Green Building; 2006.
3. KLOTZ L., JOHNSON P., LEOPARD T., MARUSZEWSKI S., HROMANN M., RILEY D.; **Campus Construction as a Research Laboratory: A Model for Intra-Campus Collaboration**; Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, Vol. 135, No. 4; October 2009.
4. LAPINSKI A., HORMAN M., RILEY D.; **LEAN Processes for Sustainable Project Delivery**; Journal of Construction Engineering and Management, 2006.
5. KORKMAZ ET AL.; **High-Performance Green Building Design Process Modeling and Integrated Use of Visualization Tools**; Journal of Architectural Engineering; 2010.
6. SYLVAIN LENFLE; **Exploration and Project Management**; International Journal of Project Management; 2008.
7. HAROLD KERZER; **Project Management, a systems approach to planning, scheduling and controlling**; 11th Edition; 2013.
8. RUSSELL-SMITH S. V., LEPECH M. D., FRUCHTER R., LITTMAN A.; **Impact of progressive sustainable target value assessment on building design decisions**; **Building and Environment**, Volume 85; February 2015.
9. LOPEZ R., SANCHEZ F.; **Sustainability in construction projects: analysis of a building with two sustainable assessment tool**; Proceedings from the 13th International Congress on Project Engineering, Badajoz, 2010.
10. ENACHE-POMMER E., HORMAN M.; **Key Processes in the Building Delivery of Green Hospitals**; Proceeding from the Construction Research Congress 2009.
11. DANIEL CASTRO-LACOUTURE, JORGE A. SEFAIR, LAURA FLÓREZ, ANDRÉS L. MEDAGLIA; **Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia**; Building and Environment, Volume 44, Issue 6; June 2009
12. GAY S., MOORE S.; **Sustainable Architecture – Cultures and Natures in Europe and North America**; Spon Press; 2005.
13. JEFFREY LIKER; **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer**; 3rd edition; McGraw-Hill Education; 2003.
14. WHELTON M., BALLARD G.; **Wicked Problems in Project Definition**; **Proceedings of the International Group for Lean Construction 10th Annual Conference**, Brazil; August 2002.
15. II SOLE 24 ORE; **Business Magazine**; National Salary Survey; April 2015.
16. HARRIS R.B.; **Precedence and Arrow Networking Techniques for Construction**, John Wiley and Sons; John Wiley & Sons Inc; 1978.
17. ENACHE-POMMER ET AL.; **A unified process approach to healthcare project delivery: Synergies between greening strategies, lean principles and BIM**; **Conference Proceeding Paper – Construction Research Congress**; 2010.
18. BENAVIDES E.M.; **Advanced engineering design: An integrated approach**; Woodhead Publishing; 2011.

19. BALLARD G., HOWELL G; **Competing Construction Management Paradigms**; Lean Construction Journal; 2004.
20. KRIPPENDORFF KLAUS; **Content Analysis: An Introduction to its Methodology**; Sage Publications; 1990.
21. BALLARD G., ZABELLE T.R.; **Lean Design: Process, Tools, & Techniques**; Lean Construction Institute White Paper; 2000.
22. LUO ET AL.; **Lean Principles for Prefabrication in Green Design-Build (GDB) Projects**; 13th Conference of the International Group for Lean Construction; 2005.
23. PETER DAHL, MICHAEL HORMAN, DAVID RILEY; **Lean Principles to Inject Operations Knowledge into Design**; 13th Annual Conference of IGLC, Sydney; July 2005.
24. BERTSELEN S., KOSKELA L.; **Managing The Three Aspects Of Production In Construction**; 10th Conference of the International Group for Lean Construction, Brazil; 2002.
25. JOHN E. TAYLOR, CARRIE STURTS DOSSICK, MICHAEL GARVIN; **Meeting the Burden of Proof with Case-Study Research**; **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 137, No. 4; April 2011.
26. SALEM O., SOLOMON J., GENAIDY A., LAUGRING M.; **Site Implementation and Assessment of Lean Construction Techniques**; Lean Construction Journal, volume 2, issue 2; 2005.
27. EL-HALWAGI, M.M.; **Sustainable Design Through Process Integration**; Elsevier Inc.; 2012.
28. DAVID RILEY, AMU GROMMES, CORINE THATCHER; **Teaching Sustainability in Building Design and Engineering**; Journal of Green Building; 2007.
29. MASTROIANNU R. ABDELHAMID T.; **The Challenge: The Impetus For Change To Lean Project Delivery**; **11th Annual Conference for Lean Construction**, Blacksburg, Virginia; 2003.
30. MATT STEVENS; **The Construction MBA**; 1st Edition; McGraw Hill; 2012.
31. KIMBERLY A. NEUENDORF; **The Content Analysis Guidebook; 2nd Edition**; Sage Publications, California; 2002.
32. GREG KATS; **The Costs and Financial Benefits of Green Buildings**; Report to California's Sustainable Building Task Force; 2003.
33. KOSKELA L., HOWELL G., BALLARD G., TOMMELEIN I.; **The Foundations of Lean Construction - Design and Construction, Building in Value**;

PROPRIEDADES DE ISOLAMENTO TÉRMICO, ACÚSTICO E DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PLACAS DE PU COM A INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE PET E ALUMINA

Diego V. Marques (UNISUL); Heloisa Regina Turatti Silva, Dr. (UNISUL); Hercules Araujo, Dr. (UNISUL); Paola Egert, Dr. (UNISUL); Rachel Faverzani Magnago, Dr. (UNISUL)

PALAVRAS CHAVE

Poliuretano; Retardador de chama; Isolamento térmico-acústico.

KEY WORDS

Polyurethane; Flame retardant; Thermal-Acoustic insulation.

RESUMO

As indústrias de garrafas PET geram bilhões de resíduos que são descartados de forma incorreta trazendo prejuízos para a natureza, demandando uma solução tecnológica imediata. Neste contexto, o trabalho mostra efeitos da incorporação de resíduos de garrafa PET em poliuretano, material utilizado na construção civil em função de seu excelente desempenho como isolante térmico e acústico. Contudo, o poliuretano é conhecido por não apresentar resistência ao fogo. Logo, nos corpos de prova ensaiados foi incorporado, também, um retardador de chama, a alumina tri-hidratada. Para estudar os efeitos da incorporação do resíduo foram realizados ensaios de isolamento térmico, acústico, resistência mecânica e inflamabilidade. Os resultados indicam que a incorporação do resíduo não traz alterações significativas no comportamento do poliuretano como isolante térmico e acústico. Entretanto, observou-se que a incorporação do resíduo reduziu a resistência mecânica do material. Vale comentar, também, o efeito do retardador de chama, que traz resistência mecânica ao material e melhora seu desempenho ao fogo.

ABSTRACT

PET bottle manufacturing generates billions of tons of waste that are not properly disposed of, posing a threat to the environment. Because of that, a technological solution is required. In this context, this study shows the effects of incorporating PET residues into polyurethane used in building construction due to its excellent performance as a thermal-acoustic insulator. However, polyurethane has low resistance to fire. Therefore, alumina trihydrate, a flame retardant, was incorporated in the test specimens. Thermal-acoustic insulation, mechanical tensile strength and flammability tests were performed to study the effects of residue incorporation. The results indicated that waste incorporation did not significantly alter the behavior of polyurethane as a thermal-acoustic insulator. Nonetheless, residue incorporation reduced mechanical tensile strength of the material. It should also be highlighted that waste incorporation had a positive flame retardant effect by increasing mechanical properties and improving resistance to fire.

3. INTRODUÇÃO

A utilização de materiais de descarte pós-industrial ou pós-consumo tem se intensificado nas últimas décadas, com o desenvolvimento de diversas técnicas capazes de incorporar o resíduo como parte da composição de novos materiais (YAM; MAK, 2014; ZARBIN; OLIVEIRA, 2013; SALMORIA et al., 2012; KHASTGIR et al., 2007).

Nas últimas décadas, as indústrias de bebidas e alimentos têm utilizado principalmente embalagens de polímero, especialmente o politereftalato de etileno (PET). No entanto, as garrafas produzidas com este polímero podem permanecer na natureza por até 800 anos. As garrafas PET movimentaram um mercado de cerca de 9 bilhões de unidades no Brasil, no ano de 2013, das quais 53% não foram reaproveitadas. O presidente da Associação Brasileira de Indústria do Plástico afirma que o setor de transformação de plásticos sofreu revés em 2014, permanecendo sem crescimento no ano de 2015 (ABIPLAST, 2015). Com isto, cerca de 4,7 bilhões de unidades de garrafas PET por ano são descartadas na natureza, muitas vezes contaminando rios, indo para lixões, ou mesmo sendo espalhadas por terrenos vazios (ABIQUIM, 2015). É necessário, então, buscar uma alternativa para reutilização deste resíduo.

Uma alternativa para a viabilização da utilização dos resíduos de PET é como carga em outro polímero, por exemplo, durante a reação de expansão do poliuretano (WESTRUP et al., 2014; FERREIRA et al., 2013; MAULER et al., 2012; SALMORIA et al., 2012; VALLE et al., 2011; KHASTGIR et al., 2007).

O poliuretano (PU) é um material muito utilizado na construção civil em função de seu excelente desempenho como isolante térmico e acústico. Entre as possibilidades de emprego pode-se destacar seu uso em telhados, paredes e pisos (GUO et al., 2015; AMERICAN CHEMISTRY COUNCIL, 2014; KHASTGIR et al., 2007). Além disso, o PU agrega características como leveza, fácil manuseio e instalação (ABIQUIM, 2015; VLADIMIROV et al., 2011; COSTA, 2009; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 2009; THIRUMAL et al., 2007). No entanto, sua baixa estabilidade térmica e alta inflamabilidade, principalmente devido à presença de grupos uretano e ureia em sua estrutura, restringem os seus usos (LIN et al., 2011). Mendonça (2014) alerta que esse material não é indicado para acabamentos de revestimento ou acabamento interno nas edificações, pois não apresenta resistência ao fogo.

Esta observação de Mendonça (2014) traz à memória o caso do incêndio na Boate Kiss em Santa Maria (RS), onde uma fâsca atingiu o revestimento acústico feito de

espuma de poliuretano dando ignição no incêndio e produzindo uma espessa fumaça escura que matou 242 pessoas e deixou 167 feridos (SILVA, 2010). Vale ressaltar que um incêndio produz calor, chama e fumaça. A fumaça é um fator que pode ser responsável por até 80% de mortes em incêndios (BRENTANO, 2007).

Neste sentido, quando se estuda um novo revestimento acústico, é importante estar atento às características de inflamabilidade. De acordo com a ABNT NBR 9178:2015, que foi desenvolvida com base na norma americana UL 94, é necessário introduzir aditivos retardadores de chama a revestimentos como o poliuretano, de forma a elevar a segurança e as chances de evacuação do ambiente, com a desaceleração e/ou extinção da combustão (AX-431, 2012; BAYLER; HIRSCHLER, 2008).

Existe um número grande de compostos retardadores de chama, sendo estes divididos em halogenados e não halogenados. Os retardadores halogenados estão em desuso devido a toxidades dos produtos gerados quando em combustão (GUO et al., 2015; ELJARRAT; BARCELÓ, 2011), já os não halogenados permanecem como os mais indicados ao uso. Um exemplo de retardador de chama não halogenado é a alumina tri-hidratada (ATH) e, entre outros destacam-se os minerais (ZHANG, 2011; THIRUMAL, 2010).

Neste contexto, foram preparadas placas com aproveitamento de PET de embalagens de água em matriz de PU, sendo incorporado o ATH como retardador de chama, levando característica de desaceleração e/ou extinção da combustão de placa de poliuretano, ampliando a utilização deste material de forma eficiente e segura como isolante térmico e acústico.

2. METODOLOGIA

2.3 Material e preparação de corpos de prova compósitos PU-ATH-PET

Para confecção dos compósitos os reagentes Poliéter Formulado e Isocianato Polimérico foram adquiridos da empresa Arinos (SP). A alumina tri-hidratada (SB-432) produzida pela HUBER Engineered Materials foi doada pela empresa Raw Material e os resíduos de PET foram doação da empresa Água Mineral Natural Santa Catarina. Todos os materiais foram usados como recebidos e com as recomendações de segurança. O PET foi classificado na granulometria de 1400µm a 1000 µm, com o auxílio de peneira de aço inox.

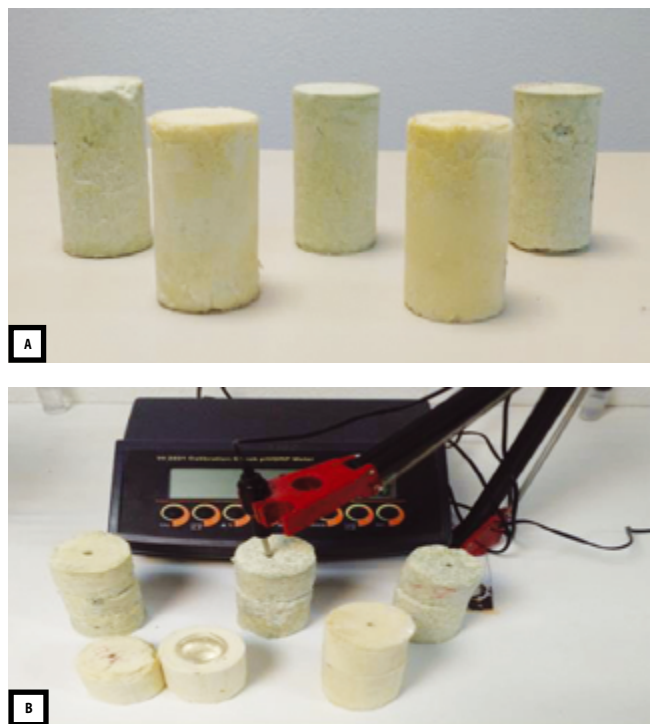
Os corpos de prova foram preparados com dife

rentes proporções 35, 45 e 50% de PET em matriz de PU, e também se fez a incorporação de 40% de alumina tri-hidratada (ATH), em relação à massa total. Os corpos de prova foram obtidos através da mistura de resíduo PET e ATH ao Poliálcool Poliéter Formulado por 0,5min e, então, foi adicionado Isocianato Polimérico e misturado por mais 0,5min. A mistura homogênea foi vertida para molde específico de cada ensaio. Os moldes foram untados com vaselina sólida para facilitar a retirada do corpo de prova. Também foram preparados corpos de prova somente com PU, e de PU com ATH.

2.4 Isolamento térmico de compósitos PU-ATH-PET

Os ensaios de isolamento térmico foram realizados em triplicata com corpos de prova no formato cilíndrico com dimensão de diâmetro de 50mm e 100mm de altura (Figura 1a). Estes foram escavados de modo a revestir um béquer de 10ml. No béquer foi adicionada água previamente aquecida à 74,9°C, e levantada a curva de resfriamento da água com um termômetro digital Hanna, modelo HL2221 (Figura 1b), em intervalos de tempo de 10min, finalizados em 27,5°C.

Figura 1: (a) Corpos de prova de PU, PU/ATH e PU/ATH/PET para (b) teste de isolamento térmico.

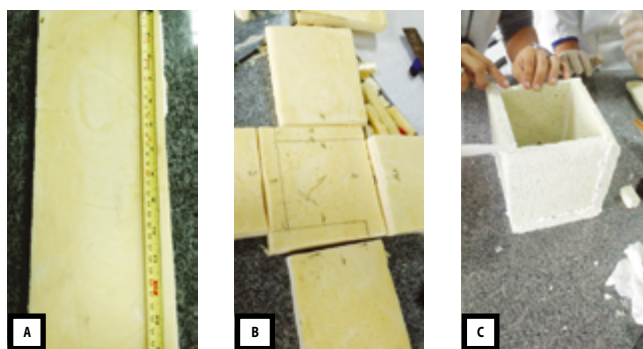


Fonte : Autores

2.3 Isolamento acústico de compósitos PU-ATH-PET

Para desenvolvimento do teste de isolamento acústico foram produzidos corpos de prova no formato de caixas, seguindo a publicação de Andrade (2012). Para tanto, foram produzidas placas em todas as composições, nas dimensões de 360mm de comprimento por 16mm de largura, e 20mm de espessura (Figura 2a), a partir destas, foram construídas as caixas (Figura 2b e 2c). Elas foram montadas manualmente e apresentaram dimensões internas de 165mm de altura e 125mm por 135mm de base, sendo utilizada cola acrílica para vedação das arestas, permanecendo um lado sem colar, o qual é vedado por encaixe.

Figura 1: (a) Placa para confecção das caixas. (b) Montagem da caixa (c) Caixa para teste de isolamento acústico.



Fonte : Autores

Para o ensaio de isolamento acústico foram utilizadas caixas de PU e de PU/ATH/PET com 35, 45 e 50% de resíduo. Os testes foram desenvolvidos em uma sala com nível de ruído de fundo constante de 28dB. Uma fonte sonora com variação de frequência de 10 a 15000Hz foi enclausurada na caixa, e medido o nível de intensidade sonora em quatro pontos equidistantes da sala, com auxílio de um decibelímetro Digital da marca Instrutherm DEC-300. Em cada um dos quatro pontos foram realizadas seis leituras.

2.4. Resistência mecânica à compressão de compósitos PU-ATH-PET

Para a realização dos ensaios mecânicos de compressão foram seguidos os requisitos determinados pela ABNT NBR 5739:2007. Os ensaios foram realizados em triplicata, com corpos de prova de formato cilíndrico com dimensão de diâmetro de 50mm e 100mm de altura. Os ensaios mecânicos foram realizados por compressão em um equipamento universal de ensaios marca EMIC, modelo DL 30000, célula de carga de 5kN, de acordo com a ASTM D 6389. Os

corpos de provas foram submetidos a incrementos de pressão até a deformação plástica do material em temperatura ambiente. cinzas indicaram pouca variação do diâmetro das partículas, o que indicou uma amostra uniforme, com distribuição das partículas bem graduada.

2.5. Características de queima de compósitos PU-ATH-PET

Para a realização do teste foi utilizada uma amostra nas dimensões de 102mm x 356mm x 13mm (largura x comprimento x espessura), conforme NBR 9178:2015. Cada amostra foi colocada em contato com a chama, medindo-se o tempo que o material levou para entrar em combustão e a distância percorrida pelas chamas na placa, bem como o tempo de extinção da chama.

3. RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados organizados a partir das técnicas empregadas no estudo dos compósitos.

3.1 Otimização da composição para obtenção dos compósitos PU-ATH-PET

A matriz de poliuretano foi obtida por reação de policondensação entre Polioli Poliéter Formulado e Isocianato Polimérico (CANGEMI; SANTOS; CLARO, 2009), sendo a composição otimizada em 1:1,5 polioli:isocianato. A incorporação do resíduo de PET em diferentes proporções (35, 45 e 50%) ocorreu com a redução em massa dos reagentes de partida, sendo mantida a proporção 1:1,5. Além disso, os corpos de prova tiveram adição de 40% de ATH com relação à massa total. Os compósitos apresentaram superfície uniforme e bom aspecto visual, não demonstrando deformação ou esfarelamento. Na Figura 3 apresentam-se corpos de prova em diferentes proporções, os quais foram utilizados para o teste de isolamento térmico e teste de resistência mecânica.

Figura 3: Corpos de prova de PU, PU/ATH e PU/ATH/PET utilizados para os testes de isolamento térmico e de resistência mecânica.



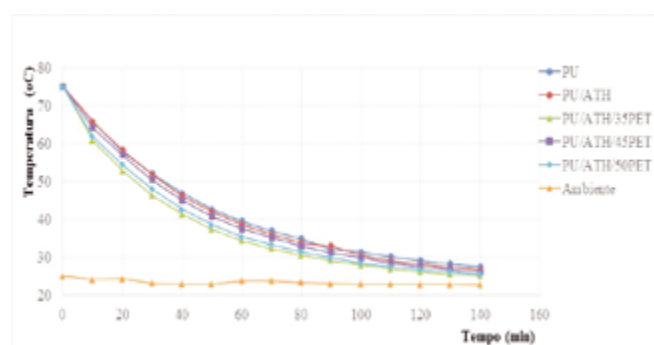
Fonte: Autores

3.2 Isolamento térmico de compósitos PU-ATH-PET

Este ensaio verificou a capacidade de isolante térmico através da variação de temperatura da água pré-aquecida até 74,9°C, quando acondicionada em aparatos de PU, de compósitos PU/ATH e de PU/ATH/PET nas porcentagens de 35, 45 e 50 % de PET.

O Gráfico 1 exibe o perfil de resfriamento da massa de água isolada termicamente pelos aparatos, conforme demonstrado na Figura 1b.

Gráfico 1: Perfil de resfriamento da massa de água em aparatos de PU, PU/ATH e PU/ATH/PET.



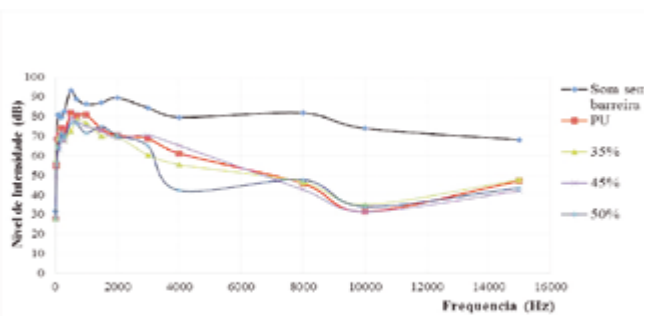
Fonte: Autores

Analisando o Gráfico 1 observa-se comportamento diferenciado nos primeiros 30 minutos, onde a taxa de resfriamento apresentada para os materiais contendo o resíduo de PET mostrou aumento em torno de 18%, quando comparada ao material sem a incorporação de resíduos. Também foi observado que, com o avanço do tempo, esta diferença não é mais evidente. Além disso, a adição de ATH não interferiu no comportamento do isolamento térmico, uma vez que os resultados obtidos para o material PU e PU/ATH foram os mesmos.

3.3 Isolamento acústico de compósitos PU-ATH-PET

O ensaio de isolamento acústico foi realizado com os materiais de PU e PU/ATH/PET. A leitura de nível de intensidade sonora sem barreira e com barreira, ou seja, dentro das caixas, pode ser visualizada no Gráfico 2.

Gráfico 2: Perfil de nível de intensidade por frequência de uma fonte de som nas diferentes caixas de PU e PU/ATH/PET.



Fonte : Autores

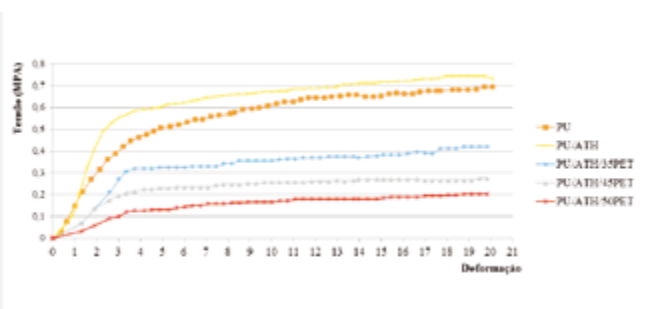
Pode-se observar, no Gráfico 2, que o isolamento acústico foi percebido para todos os materiais ensaiados. A incorporação de PET e ATH resultaram em comportamento semelhante ao apresentado pelo PU.

O comportamento do isolamento acústico é alterado em função da frequência emitida. Na frequência de 1000Hz ocorreu redução de 9dB, quando comparou-se o nível de intensidade detectado sem barreira com o detectado com barreira. Enquanto em 8000HZ, observou-se redução de 35dB. De modo geral, para frequências baixas, o isolamento acústico foi menor que em frequências mais altas.

3.4 Isolamento acústico de compósitos PU-ATH-PET

Ensaio de resistência à compressão foram realizados para avaliar os compósitos desenvolvidos quanto à influência da incorporação do resíduo de PET e do ATH na matriz de poliuretano. O Gráfico 3 apresenta os perfis tensão/deformação para os corpos de prova de PU e dos compósitos PU/ATH e PU/ATH/PET.

Gráfico 3: Perfil tensão/deformação dos materiais estudados.



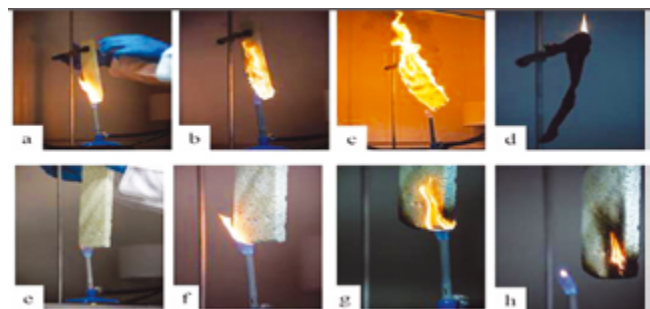
Fonte: Autores

Através dos perfis apresentados no Gráfico 3, observa-se que os compósitos PU/ATH/PET, com diferentes percentuais, bem como os corpos de prova PU e PU/ATH apresentam curvas de tensão/deformação compatíveis com o tipo de material estudado, ou seja, o polímero. As curvas mostram que a adição de ATH resultou em aumento na tensão de escoamento suportada pelo material, quando comparada com o valor apresentado pelo corpo de prova de PU. A incorporação crescente do resíduo PET reduziu a tensão de escoamento dos compósitos, quando comparada ao do PU e do PU/ATH, no entanto, a elasticidade dos materiais foi aumentada.

3.5 Características de queima de compósitos PU-ATH-PET

A determinação das características de queima do compósito é fundamental, pois a espuma de poliuretano, quando levada à combustão completa, forma dióxido de carbono (CO₂), água (H₂O) e óxidos de nitrogênio (NO_x). Contudo, em um ambiente fechado, como no caso de uso em edificações, ocorre a combustão incompleta, e o efeito da queima do material torna-se ainda mais perigoso, tendo em vista a diminuição de oxigênio no ar e a formação do monóxido de carbono (CO), além de favorecer a produção de cianeto de hidrogênio (HCN), também conhecido como ácido cianídrico ou gás cianídrico, conforme Vilar (1999). Enquanto que a combustão completa e/ou incompleta do PET leva a formação dos óxidos de carbono e água, a incorporação do PET no compósito deve contribuir na redução de produtos tóxicos de combustão, além de estar produzindo um material com propriedades semelhante ao PU, reciclagem de PET e reduzindo a inflamabilidade.

Os testes preliminares de queima, segundo a ABNT NBR 9178:2015 para PU, podem ser visualizados na Figura 4a-d; enquanto na Figura 4e-h observa-se a queima na placa de PU/ATH/50PET.



Fonte: Autores

A placa de PU sofreu ignição seguida de uma queima autossustentada na primeira aplicação da chama ao corpo de prova, apresentando queima completa em 7s, representada nas figuras 4a-d. A placa PU/ATH/50PET na primeira aplicação de chama por 10s (Figura 4e-g), exibiu maior resistência a ignição, sendo que quando afastada a chama apresenta desaceleração até extinção em 5s. A contribuição do PET como retardador de chama esta fundada na temperatura de inflamação do PET que é de 480°C (FISPQ, 2013) enquanto que o PU é inferior a 0°C (FISPQ, 2015). Os resultados obtidos neste ensaio motiva a continuidade do trabalho ressaltando também que a alumina trihidratada (Al(OH)₃) se decompõe endotermicamente levando a formação de óxido de alumínio (Al₂O₃) e água de acordo com RIBEIRO et al. (2013). Esta decomposição contribui para a diminuição da temperatura do material, sendo que a água liberada dilui os gases combustíveis na chama. Outro aspecto que contribui para o efeito anti-chama deste aditivo é a formação de óxido de alumínio como uma camada protetora na superfície do produto, reduzindo a difusão do oxigênio para o meio reativo e dificultando a troca de calor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta uma alternativa para o reaproveitamento de resíduos provenientes das indústrias de garrafa PET, sendo que este se encontra em fase inicial dentro do grupo de pesquisa Ciência, Tecnologia e Inovação (GP-CTIM). Para tanto, foram realizados ensaios de incorporação deste resíduo em poliuretano. Os resultados dos ensaios sobre o comportamento térmico e acústico do material mostraram não haver alterações significativas se comparados aos resultados obtidos para material sem incorporação de resíduo. Desta forma, observou-se que a incorporação de resíduos de PET para as concentrações estudadas mostraram-se viáveis. O material obtido mostrou-se visualmente uniforme, podendo ser utilizado para revestimento, além disto, também apresentou resultados positivos com relação às propriedades térmicas e acústicas. A presença do retardador de chamas no compósito de poliuretano, também não interferiu no comportamento térmico do material, indicando que as propriedades de isolamento térmico apresentadas pelo poliuretano são mantidas quando de sua incorporação.

Com relação aos resultados dos ensaios de resistência mecânica, observa-se que a incorporação do resíduo, em maiores percentuais em massa, resulta em diminuição na resistência à compressão no material, se comparada ao

resultado apresentado pelo material sem incorporação. Resultados mostram, ainda, que a tensão de escoamento apresentada pelo material sem incorporação apresenta queda de aproximadamente 20%, quando incorporados 50% de PET em relação à massa total do material. Embora resultados mostrem que a incorporação de resíduo de PET tenha gerado prejuízos às propriedades mecânicas do material, ressaltamos que as propriedades térmicas e acústicas foram preservadas, e estas constituem as propriedades desejadas. Ressalta-se que embora esta propriedade não seja essencial para possível aplicação como revestimento de estações de trem ou túneis, bem como sanduíche em paredes, foi investigada para ampliar o campo de possíveis aplicações.

Para finalizar, resultados sobre a queima ao fogo do material indicam que a introdução do retardador de chamas, bem como do resíduo de PET, trouxe benefícios ao material no que se refere à queima. Embora o retardador de chamas não tenha alterado a condutividade térmica do material, resultados mostram, também, um aumento na tensão de escoamento apresentada, se comparada com o valor apresentado pelo poliuretano, sem a presença do retardador de chamas, indicando alteração em propriedades mecânicas. Assim, conclui-se que a presença de um retardador de chamas, bem como a introdução de resíduos de PET no poliuretano, nos percentuais em massa aqui estudados, apresenta-se viável, quando se objetiva produzir um material mantendo as propriedades térmicas e acústicas do poliuretano; porém, com comportamento melhorado em relação à queima.

AGRADECIMENTOS

A empresa Raw Material, pela doação de alumina tri-hidratada (SB-432) produzida pela HUBER Engineered Materials, e empresa Água Mineral Natural Santa Catarina pela doação de resíduos de PET.

REFERÊNCIAS

1. AMERICAN CHEMISTRY COUNCIL. Polyurethanes. 2014. Disponível em: <<http://polyurethane.americanchemistry.com/Health-Safety-and-Product-Stewardship>>. Acesso em: 31 ago. 2015.
2. ANDRADE, L.A.S.; **Reaproveitamento de rejeitos de EVA para a produção de placas utilizáveis na construção civil**. Revista Científica Indexada Linkania Master; Ano 2 - Nº 03 – Abril/Julho de 2012.

4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). Disponível em: <http://www.tecnologiademateriais.com.br/portal/noticias/plasticos_engenharia/2015/janeiro/plasticos.html>. Acesso em: 16 out. 2015.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA (ABIQUIM), 2014. Poliuretano. Disponível em: <<http://abiquim.org.br/poliuretanos/aplicacoes.asp>>. Acesso em: 21 ago. 2015.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9178:2015 Espuma flexível de poliuretano - Determinação das características de queima. Rio de Janeiro, 2015. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5739:2007 Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA. Manual de telhas de aço. Setembro, 2009. Ed. 1. Disponível em: <http://www.abcem.org.br/upfiles/arquivos/publicacoes/manual-de-telhas.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2015.
8. BAYLER, C.L.; HIRSCHLER, M.M. **Thermal decomposition of polymers**, in: DiNenno, P., (Ed.), The SFPE Handbook Of Fire Protection Engineering (4 th). National Fire Protection Association. Quincy, MA, pp.1-131, 2008.
9. BRENTANO, T. **A proteção contra incêndios no projeto de edificações**. T Edições, Porto Alegre; 2007.
10. CANGEMI, J.M.; SANTOS, A.M.; CLARO, N.S. **Poliuretano: de travesseiros a preservativos, um polímero versátil**. Quim. Nova Esc., 31 (3), pp. 159-164, 2009.
11. COSTA, J.E. **Reciclagem de espuma rígida de poliuretano para utilização como placas de isolamento acústico**. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2009.
12. ELJARRAT, E; BARCELÓ, D. **Brominated flame retardants**. The Handbook of Environmental Chemistry. Springer-Verlag GmbH, Germany, 2011.
13. FERREIRA, V.F., SILVA, F.C., FERREIRA, P.G. **Carboidratos como fonte de compostos para a indústria de química fina**. Química Nova. 36, 10, 1514-1519, 2013.
14. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ). Espuma de PU. Cia. Indl. H. Carlos Schneider. 1-10, 2015.
15. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ). Fibra Poliéster. M&G Fibras Brasil S/A. 1-8, 2013.
16. Guidance on Flammability Code Requirements for Polyurethane Foam Used as Interior Finish or Trim (AX-431, 2012). Disponível em: <<http://polyurethane.americanchemistry.com/Resources-and-Documents-Library/Guidance-on-Flammability-Code-Requirements-for-Polyurethane-Foam-Used-as-Interior-Finish-or-Trim.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2014.
17. GUO, H.; GAO, Q.; OUYANG, C.; ZHENG, K.; XU, W. **Research on properties of rigid polyurethane foam with heteroaromatic and brominated benzyl polyols**. J. APPL. POLYM. SCI. 132, 42349, 2015.
18. KHASTGIR, D.; MANJUNATH, B.S.; NAIK, Y.P.; K, NIKHIL S., THIRUMAL, M. **Mechanical, morphological and thermal properties of rigid polyurethane foam: effect of the fillers**. Cellular Polymers. 26, 245, 2007.
19. LIN, J.; YANG, Q.; WEN, X.; CAI, Z-Q.; PI, P.; ZHENG, D-F.; CHENG, J; YANG, Z. **Preparation, characterization, and properties of novel bisphenol-A type novolac epoxy-polyurethane polymer with high thermal stability**. High Performance Polymers. 23, 5, 394-402, 2011.
20. MAULER, R.S.; FURLAN, L.G.; DUARTE, U.L. **Avaliação das propriedades de compósitos de polipropileno reforçados com casca de aveia**. Química Nova. 35, 8, 1499-1501, 2012. Disponível em: <<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2012/vol35n8/01-AR11583.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2013.
21. MENDONÇA, H.T.T. **Edificações civis em situação de incêndio: estudo de caso da boate Kiss e do edifício Joelma**; Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil ;UNIFOR-MG, 2014.
22. RIBEIRO, L.M.; LADCHUMANANANDASIVAM, R.; GALVÃO, A.O.; BELARMINO, D.D. **Flamabilidade e retardância de chama do compósito: poliéster insaturado reforçado com fibra de abacaxi (PALF)**. Holos. 1, 115-126, 2013.

23. SALMORIA, G.V.; LEITE, J.L.; VIEIRA, L.F.; PIRES, A.T.N.; ROESLER, C.R.M.. **Mechanical properties of PA6/PA12 blend specimens prepared by selective laser sintering.** *Polymer Testing*, 31, 3, 411-416, 2012.
24. SILVA, V.P.; VARGAS, M.R.; ONO, R. **Prevenção contra incêndio no projeto de arquitetura.** Rio de Janeiro. IABr/CBCA, 2010.
25. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics; ASTM D 638: 2014, **American Society for Testing and Materials**, Disponível em: < <http://www.astm.org/Standards/D638.htm>. Acesso em: 30 set 2015.
26. THIRUMAL, M.; KHASTGIR, D.; SINGHA, N.K.; MANJUNATH, B.S.; NAIK, Y.P. **Mechanical, morphological and thermal properties of rigid polyurethane foam: effect of the fillers.** *Cellular Polymers*, v.26, n.4, p.245-259, 2007.
27. THIRUMAL, M., KHASTGIR, D., SINGHA, N.K., MANJUNATH, B.S., NAIK, Y.P. **Halogen-free flame-retardant rigid polyurethane foams: Effect of alumina trihydrate and triphenylphosphate on the properties of polyurethane foams.** *Journal of Applied Polymer Science*, 116, 4, 2260-2268, 2010.
28. VALLE, A.S.S., COSTA, L.C., MARQUES, M.R.C., SILVA, C.L.P., SANTA MARIA, L.C., MERÇON, F., AGUIAR, AP. **Preparação de copolímeros à base de 2-vinilpiridina com propriedades bactericidas.** *Química Nova*, 34, 4, 577-583, 2011. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2011/vol34n4/04-AR10286.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2013.
29. VILAR, W.D. **Reagentes & fundamentos**, in: Vilar, W.D. (Ed), **Química e tecnologia dos poliuretanos.** Rio de Janeiro, 10-14, 1999. Disponível em: <<http://www.poliuretanos.com.br/Cap1/11mercado.htm>>. Acesso em 16 jul. 2014.
30. VLADIMIROV, V.S.; LUKIN, E.S.; POPOVA, N.A.; ILYUKHIN, A.; MOIZIS, S.E.; ARTAMONOV, M.A. **New types of lightweight refractory and heat-insulation materials for long-term use at extremely high temperatures.** *Glass and Ceramics*, 68, 3, 116-122, 2011.
31. WESTRUP, J.L.; PAULA, M.M.S.; DAL-BÓ, A.G.; BENAVIDES, R.; CALDART, C. A.; CORONETTI, J. C.; DOY, T.A.; FRIZON, T.; SILVA, L. **Effect Of Chemical Treatments On The**
32. **Properties Of Hdpe Composites With Luffa Cylindrical Fiber.** *Cellulose Chem. Technol.*, 48 (3-4), 337-344, 2014.
33. YAM, R.C.M.; MAK, D.M.T. **A cleaner production of rice husk-blended polypropylene eco-composite by gas-assisted injection moulding.** *Journal of Cleaner Production*, 67, 277-284, 2014.
34. ZARBIN, A.J.G.; OLIVEIRA, M.M. **Nanoestruturas de carbono (nanotubos, grafeno): Quo Vadis? Química Nova**, 36, 10, 1533-1539, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v36n10/09.pdf>>. Acesso em 26 jul. 2014.
35. ZHANG, X-G; GE, L-L; ZHANG, W-Q; TANG, J-H; YE, L; LI, Z-M. **Expandable Graphite-Methyl Methacrylate-Acrylic Acid Copolymer Composite Particles as a Flame Retardant of Rigid Polyurethane Foam.** *Journal of Applied Polymer Science*, 122, 932-941, 2011.

MOBILIÁRIO URBANO COM MADEIRA DE REFLORESTAMENTO: DESENVOLVIMENTO DE PROJETO E PRODUÇÃO DE MODELO EM ESCALA REDUZIDA

Ana Laura Alves, (UNESP); Victor Augusto Vieira, (UNESP);
Letícia Yuri Nakata, (UNESP); Hudson Guerrero Michelan, (USC);
Tomás Queiroz Ferreira Barata, (UNESP).

PALAVRAS CHAVE

Mobiliário urbano; Sustentabilidade; Eucalipto; Design.

KEY WORDS

Urban furniture; Sustainability; Eucalyptus; Design.

RESUMO

A produção e o consumo responsável de produtos inovadores, que incorporem o conceito de sustentabilidade, é uma demanda crescente. O conhecimento técnico-científico do designer na produção de mobiliário urbano para espaços públicos o coloca como importante instrumento de aproximação na interface objeto e o homem. O objetivo deste estudo foi o de desenvolver um projeto de mobiliário urbano para tornar o espaço público, área da Central de Laboratórios, em um local receptivo, favorecendo a permanência e possibilitando a integração entre a instalação pré-existente e os indivíduos que circulam por aquele espaço. Para tanto, foram projetados mesa e banco, e, produzido o modelo da mesa em escala reduzida (1:5). Além de considerar os aspectos relativos ao local de instalação do mobiliário e às necessidades existentes, o projeto teve como desafio o aproveitamento da matéria-prima disponível, ripas de eucalipto residuais de outro projeto. O mobiliário urbano, associado a aspectos relacionados à sua função (usabilidade, conforto), pode estimular e facilitar a convivência entre os frequentadores de espaços públicos.

ABSTRACT

Production and responsible consumption of innovative products that incorporate the concept of sustainability is a growing demand. The technical and scientific knowledge of the designer in the production of urban furniture for public spaces puts as an important tool in approaching object interface and man. The objective of this study was to develop a urban furniture project to make the public space, Laboratories Center area, in a receptive place, favoring the permanence and promoting integration between pre-existing installation and individuals who circulate that space. For this purpose, table and bench were developed and produced the table of small-scale model (1:5). In addition to considering the aspects related to the site of the furniture installation and existing needs, the project had as challenge the use of available raw material, waste eucalyptus strips from another project. The urban furniture, associated with aspects related to its function (usability, comfort), can stimulate and facilitate coexistence among people frequenting public places.

1. INTRODUÇÃO

A madeira serrada, oriunda de florestas plantadas, pode ser considerada uma alternativa para a demanda de matéria-prima de fonte renovável na fabricação de mobiliário urbano (PONCE, 1995). Considerando a utilização de matéria-prima de fontes renováveis, o potencial do Eucalipto é grande, embora seja um recurso pouco e inadequadamente explorado. Com o emprego de tecnologias adequadas em toda a cadeia produtiva do Eucalipto, desde o cultivo até o produto final, este poderia participar efetivamente da redução das perdas e da pressão sobre florestas nativas. Outro aspecto relevante é o fato de o mercado receber uma madeira de qualidade, com características homogêneas e com ciclo de corte de período mais curto que outras madeiras (MENDES; ALBUQUERQUE, 2000; FAGUNDES, 2003).

De acordo com o Programa Nacional de Florestas (PNF) e a Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS), especificamente a produção de móveis de madeira, o consumo é de aproximadamente 59% da madeira maciça serrada e 41% da industrializada, portanto, existe um desequilíbrio entre a oferta de madeira plantada e a demanda por parte da indústria de base florestal (BNDS, 2007).

No Brasil, a indústria de mobiliários produzidos a partir de matéria-prima florestal apresenta significativos avanços tecnológicos, associados a um importante aumento na demanda por produtos ambientalmente corretos e com certificação florestal (ALVES et. al, 2009). Sendo assim, os diversos segmentos da tecnologia de produção de madeira de florestas plantadas, desde a pesquisa que avalia a escolha das espécies mais indicadas, melhoramento genético dessas espécies até a exploração e tecnologia de processamento, merecem atenção (MENDES; ALBUQUERQUE, 2000; FAGUNDES, 2003).

A produção e o consumo responsável de produtos inovadores que incorporem o conceito de sustentabilidade, no seu ciclo de vida, é uma demanda social, econômica e ambiental crescente. Neste contexto, o designer é considerado como um agente no processo de transformações culturais e econômicas, e dessa forma, com um conceito mais amplo de atuação envolvendo em seus projetos além de outros preceitos, a responsabilidade com a sustentabilidade (preservação dos recursos naturais, qualidade de vida do homem e viabilidade econômica) (PAPANNEK, 1995; MANZINI; VEZZOLI, 2002; BARATA, 2011; FERROLI, 2012; IC-SID, 2013; ALVES et al; 2015).

A participação do designer na produção de mobiliário para áreas públicas o coloca como importante ferr-

menta de aproximação na interface objeto e o homem. A relação estabelecida entre a população, o espaço público e o seu mobiliário urbano é peculiar, de forma que o espaço não se restringe a ser o lugar comum às pessoas, mas sobretudo, desempenha uma função subjetiva, a de despertar práticas sociais em um local de encontros, fazendo com que o coletivo aproveite de forma prazerosa (MONTENEGRO, 2005; JOHN; REIS, 2010; OLIVEIRA, 2011).

Segundo alguns pesquisadores, as características das edificações, assim como, a funcionalidade dos espaços devem ser previamente analisadas para que haja respectivamente compatibilidade entre as formas e uso adequado do espaço público. Portanto, para o êxito da instalação de mobiliário em áreas públicas, a relação entre o mobiliário urbano e as edificações do entorno, deve ser criteriosamente avaliada (LONDON, 2000; JOHN; REIS, 2010). Para Montenegro (2005), ao se relacionar com o entorno e ser projetado para desempenhar funções, o mobiliário urbano influencia na percepção dos usuários sobre o espaço (MONTENEGRO, 2005).

A área da Central de Laboratórios (CL) da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC), da Universidade "Júlio" de Mesquita Filho, Campus Bauru, tem um fluxo diário e intenso de alunos. No entanto, embora exista espaço disponível entre as edificações, não há no local um mobiliário que dê suporte à integração entre a estrutura arquitetônica, a área disponível e a permanência confortável dos alunos na área. Constatada a demanda, surgiu na Disciplina de Oficina de Madeira, do Curso de Design, o propósito de desenvolver um projeto para tornar o espaço público receptivo, favorecer a permanência e possibilitar a integração entre a instalação pré-existente e o público que circula por aquele espaço. Para tanto, foram projetados mesa e banco e produzido o modelo da mesa, em escala reduzida (1:5).

2. METODOLOGIA

A concepção do projeto se baseou no conceito de modularidade e melhor aproveitamento do espaço disponível. Uma vez estabelecido que o mobiliário a ser desenvolvido para a área externa, da Central de Laboratórios, seria uma mesa e que essa deveria ser triangular, o projeto recebeu o nome de Mesapi. A denominação foi inspirada na palavra "Mosapyr", que significa três na língua dos índios Tupi Guarani, presentes na região de Bauru. A forma

da mesa foi assim definida buscando um melhor arranjo de uma ou mais mesas, juntas ou não, entre os bancos de concreto existentes no espaço e os de madeira que fazem parte do projeto. A mesa foi idealizada para acomodar seis pessoas e os bancos, duas.

A matéria-prima disponibilizada pela Disciplina de Oficina de Madeira, Laboratório Didático de Materiais e Protótipos (LDMP), ripas de eucalipto, é uma madeira de fonte renovável produzida na região onde será executado o protótipo e posteriormente o mobiliário. O uso da madeira de eucalipto é uma proposta resultante da parceria entre a Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – FAAC/UNESP, campus Bauru e a Estação Experimental de Bauru (EEB), pertencente ao Instituto Florestal de São Paulo (IF). Importante ressaltar que as ripas são sobras de outro projeto desenvolvido no laboratório, portanto, o modelo será produzido com sobra de madeira (ripas).

A partir da definição do produto e da matéria-prima, realizou-se uma revisão bibliográfica a respeito de mobiliário urbano, eucalipto e ciclo de vida dos produtos produzidos com esta madeira. Além disso, produtos similares foram analisados, assim como, a matéria-prima utilizada, o processo de produção, o impacto ambiental e o design.

2.1 Material.

2. 1. 1. Matéria-prima: Ripas de eucalipto;

2. 1. 2. Materiais: Lápis de carpinteiro; Papel sulfite; Filme plástico; Cola para madeira; Lixa para madeira; Verniz;

2. 1. 3. Equipamentos: Lixadeira circular (lixa 60); Lixadeira roto orbital pneumática (lixa 80); Serra de arco.

2.2 Métodos.

O processo de desenvolvimento do projeto e de produção do modelo reduzido pode ser didaticamente dividido em etapas: Análise de similares; Observação das características das edificações e do espaço; Registro das dimensões do local; Geração de alternativas através de sketches; Modelagem virtual e imagens “renderizadas” no software paramétrico Solid Works; Desenhos executivos dos planos e do produto montado; Impressão do gabarito na escala 1:5; Transformação da madeira; Execução do projeto – modelo em escala reduzida (montagem; acabamento); Fotografia do modelo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Lei 10.098/2000 define o termo mobiliário urbano como “conjunto de objetos nas vias e espaços públicos, superpostos ou adicionados aos elementos da urbanização

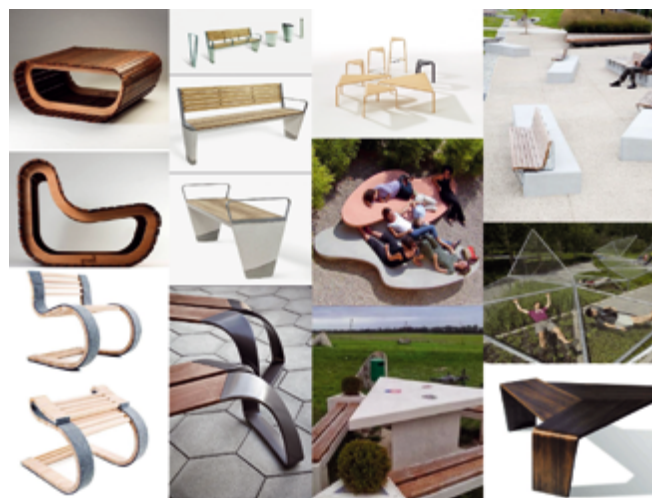
ou da edificação (BRASIL, 2000). Contudo, o caráter utilitário faz parte do conceito de mobiliário urbano, definido por Montenegro (2005), como objetos com a finalidade de proporcionar comodidade e conforto aos usuários. De acordo com Alfonzo (2005), o conforto está relacionado à facilidade, conveniência e satisfação do usuário em utilizar determinado espaço. A presença de um mobiliário pode influenciar na escolha de um determinado espaço público, considerado mais confortável e agradável (ALFONZO, 2005; MONTENEGRO, 2005).

A funcionalidade do mobiliário está diretamente relacionada à definição do mesmo, portanto, a sua existência condicionada ao desempenho das funções para as quais foi projetado (GUEDES, 2005; BRANCAGLION, 2006). Aspectos utilitários e de adequação do projeto ao usuário são fundamentais para que o mobiliário cumpra sua função e possa ser adequada e amplamente utilizado, satisfazendo as necessidades do público alvo (GUEDES, 2005; MONTENEGRO, 2005; BRANCAGLION, 2006; JOHN; REIS, 2010; PIZZATO, 2013).

3.1 Levantamento de Projetos Similares.

Realizou-se uma análise crítica de produtos similares a respeito do material empregado, modo de produção, impacto ambiental, design e inovação. O mobiliário pode ser de tela amada, concreto, metal, tecido, dentre outros materiais, como por exemplo, ripas de madeira, matéria-prima empregada neste estudo. O intuito da análise de similares (Figura 1) foi o de verificar, entre outros aspectos, como o mobiliário urbano pode ser disposto e organizado em um espaço, a aplicação de diferentes matérias-primas.

Figura 1: Análise de produtos similares.



Fonte: <http://www.pinterest.com>

3.2 Processo de Desenvolvimento de Projeto .

A concepção formal e o conceito estético do projeto resultou de estudos de modularidade e aproveitamento de espaço. Após a definição do local, Central de Laboratórios, e das necessidades de seus usuários, optou-se por desenvolver uma mesa com forma triangular por permitir alguns arranjos (Figura 2). Ao projeto atribuiu-se o nome Mesapi, tendo como inspiração a palavra “Mosapyr”, que significa três na língua dos índios Tupi Guarani, presentes na região de Bauru.

Figura 2: Central de Laboratórios.

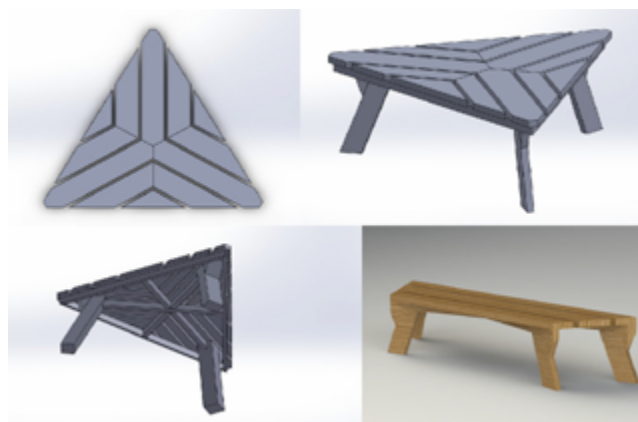


Fonte: Autores.

A etapa de criação de possíveis alternativas para o projeto Mesapi se deu por meio de sketches manuais, os quais foram base para a modelagem virtual 3D dos produtos no software paramétrico Solid Works, como também de rendering e desenho técnico (Figuras 3, 4 e 5).

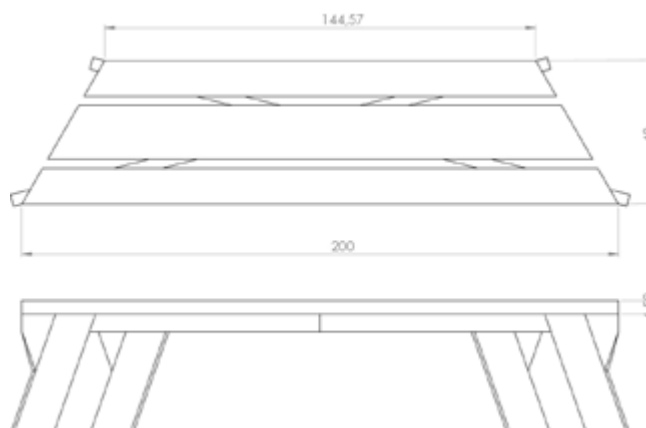
Na área da Central de Laboratórios, existe entre as edificações um espaço que permite a instalação de três mesas separadas, que poderão também, compor uma única mesa usando as três em conjunto. O ambiente poderá ser configurado de diversas maneiras, de acordo com a necessidade e o número de usuários (alunos) do momento. Através do software paramétrico Solid Works, foram feitas simulações virtuais do mobiliário (Figura 6). Além de considerar os aspectos relativos ao local de instalação das mesas e dos bancos e às necessidades existentes, o projeto teve como desafio, o aproveitamento da matéria-prima disponível no LDMP, ripas de eucalipto residuais de outro projeto.

Figura 3: Rendering da mesa no software paramétrico Solid Works. Rendering do banco com textura de madeira.

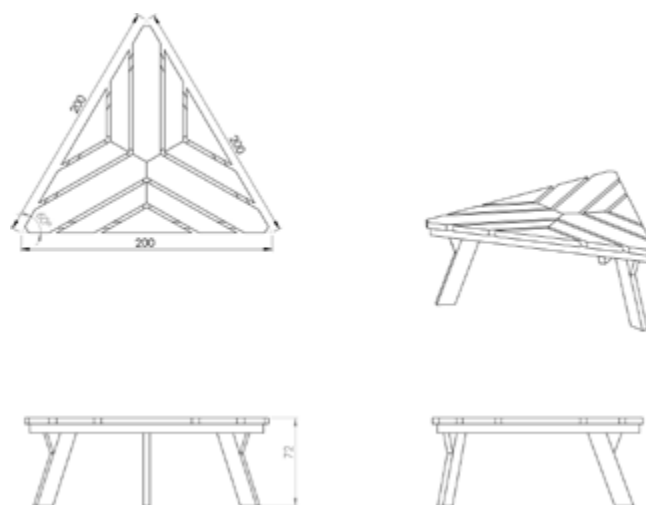


Fonte: Autores.

Figuras 4 e 5: Desenhos técnicos com as dimensões gerais da mesa e do banco.



Fonte: Autores.



Fonte: Autores.

Figura 6: Simulação virtual do mobiliário urbano no espaço escolhido.



Fonte: Autores.

O fato de ser um mobiliário para área externa, dois aspectos importantes foram considerados: o escoamento da água proveniente das chuvas e a redução do acúmulo de resíduo. A configuração estabelecida entre as ripas (arranjo e o espaçamento entre as ripas) foi o recurso empregado.

3.3 Elaboração de modelo em escala reduzida.

Para iniciar o processo de transformação da madeira fez-se a seleção das ripas compatíveis com o projeto e em seguida, a transposição do desenho técnico das peças sobre as ripas (Figura 7).

O corte das peças foi executado com serra de fita e o refinamento com lixadeira circular (lixa 60) em algumas partes e nas demais com lixa manual (lixa 220, 400). Para o nivelamento de algumas ripas foi usada a lixadeira roto orbital pneumática (lixa 80). A serra de arco, fixada na bancada, foi empregada para o corte dos encaixes angulados (ripas do suporte do tampo) (Figura 8).

Na montagem do modelo, a princípio fez-se a limpeza das peças com ar comprimido para retirar todo o resíduo proveniente do corte e refinamento das ripas de madeira. Houve uma pré-montagem do modelo com a finalidade de verificar os encaixes.

Figura 7: Seleção das ripas; transposição do desenho técnico nas ripas; corte em serra de fita.



Fonte: Autores.

Figura 8: Refinamento com lixadeira circular e manual; nivelamento com lixadeira roto orbital pneumática; corte angulado dos encaixes com a serra de arco.



Fonte: Autores.

Entre o gabarito e as peças do modelo foi colocado um filme plástico de espessura desprezível, a fim de facilitar a remoção do modelo. Posteriormente, iniciou-se a colagem das peças da estrutura da mesa. Para tanto, empregou-se um gabarito de madeira formado por quatro peças, criado para estabilizar, gerar tensão entre as peças durante a colagem (Figura 9). O gabarito consiste de uma base e três peças para pressionar as laterais, sendo que a última somente foi pregada sobre a base após a finalização da colagem dos componentes da estrutura da mesa.

Figura 9: Pré-montagem do modelo; construção do gabarito de madeira para estabilizar as peças durante a colagem.



Fonte: Autores.

Além disso, para garantir a fixação ideal entre as peças, foram usados pesos e sargentos. Após 48 horas, foram coladas as peças do tampo da mesa sobre a estrutura, partindo do centro para as arestas. O processo de acabamento foi iniciado 24 horas depois de finalizada a montagem/colagem do tampo da mesa (Figura 10).

Figura 10: Colagem da estrutura da mesa.



Fonte: Autores.

Figura 11: Finalização do processo de colagem da mesa (tampo); para o acabamento, houve a aplicação de verniz marítimo acetinado a base d'água.



Fonte: Autores.

O acabamento do modelo da mesa foi feito por meio de lixamento manual (lixa 400) até obter uma superfície lisa e uniforme o que reduz o acúmulo de resíduo, facilita a limpeza, proporciona uma maior durabilidade do mobiliário e conforto na utilização do mesmo. O modelo foi limpo com ar comprimido e, em seguida, realizada a aplicação de duas camadas de verniz marítimo acetinado a base d'água, Sayerlack Aquaris, com pincéis. Entre uma aplicação e outra de verniz houve um intervalo de 8 horas (Figura 11).

4. Conclusão

O mobiliário urbano, associado a aspectos relacionados à sua função (usabilidade/conforto), pode favorecer a convivência entre os usuários e a permanência desses em espaços públicos. Neste contexto, o projeto Mesapi teve como propósito desenvolver um mobiliário para tornar o espaço público em um local receptivo. O projeto atingiu uma conquista adicional com a aplicação do conceito de modularidade e a escolha da madeira de reflorestamento, o Eucalipto, como matéria-prima. Vale ressaltar que durante o processo de desenvolvimento de um projeto, a produção de modelos em escala reduzida é fundamental para verificar fatores como os sistemas de encaixes, a usabilidade, a dimensão volumétrica e a estética de um produto. Além disso, essa etapa projetual proporciona o aprimoramento do conhecimento técnico no uso de equipamentos e no processamento de matéria-prima.

REFERÊNCIAS

1. ALFONSO, A. A. **To Walk or Not Walk? The Hierarchy of Walking Needs.** *Environment and Behavior*. n.37, p.808-836, 2005.
2. ALVES, A. L.; FERRERO, G.C.; SANTOS, G.F.; VALARELLI, I.D.; BARATA, T. Q. F. **Uso sustentável de bambu em design: Estudo de caso de protótipos de sousplat com uso de resíduo de bambu.** Fourth International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for innovation (IDEMI), Florianópolis, 2015.
3. ALVES, R.; JACOVINE, L.; CYRILLO, F.; PIRES, V.; ALBINO, A. **Percepção sobre o uso de madeira reflorestada nos móveis pelos consumidores do polo de ubá (MG).** FLORESTA, 2009. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/15364/10322>. Acesso em: 20 de setembro de 2015
4. BARATA, T. Q. F. **“Ensino e Sustentabilidade: Uma experiência didática no desenvolvimento do design de produtos “mais sustentáveis”.** VI Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Lisboa, 2011.
5. BRANCAGLION, R. L. **Equipamentos urbanos, design e identidade sócio-cultural:** análise e proposta para a cidade do núcleo Bandeirante no D.F. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, D.F., 2006.
6. BRASIL. LEI N 10.098, de 19 de novembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, D.F., 20 de dez. 2000.
7. FAGUNDES, H. A. V. **Diagnóstico da produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: PPGEC/UFRGS, 2003.
8. FERROLI, P. C. M. **Uso de modelos e protótipos para auxílio na análise da sustentabilidade no Design de Produtos.** *GEPROS. Gestão de Produção, Operações e Sistemas*, n.3, p.107-125, 2012.
9. GUEDES, J. B. **Design no Urbano: Metodologia de Análise Visual de Equipamentos no Meio Urbano.** Tese de Doutorado em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
10. INTERNACIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN. Definition Of Design. Disponível em: <http://www.icsid.org/about/articles.htm>. Acesso em: 23 de outubro de 2015.
11. JOHN, N.; REIS, A. T. **Percepção, Estética e Uso do Mobiliário Urbano.** *Gestão e Tecnologia de Projetos*, vol. 5, n.2, 2010.
12. LONDON, N. Government Office for. *Streets for All: a Guide to the Management of London's Streets.* London: English Heritage, 2000.
13. MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos**

produtos industriais. São Paulo: EDUSP, pp. 368, 2002.

14. MENDES, L. M.; ALBUQUERQUE, C. E. C. **Aspectos técnicos e econômicos da indústria brasileira de chapas de fibra e de partículas.** Revista da Madeira, Curitiba, n. 53, p.14-22, 2000.

15. MONTENEGRO, G. **A produção do mobiliário urbano em espaços públicos: desenho do mobiliário nos projetos de reordenamento das obras do RN.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

16. OLIVEIRA, S. V. **A Disciplina de Mobiliário Urbano e Valores de Vida nas Cidades.** In: Desenhando o futuro, Congresso Nacional de Design, Bento Gonçalves, RS, p. 1-9, 2011.

17. PAPANÉK, V. **Arquitetura e design: ecologia e ética.** Edições 70, Lisboa, pp. 256, 1995.

18. PIZATO, G. Z. A. **Design e emoção na utilização do mobiliário urbano em espaços públicos.** Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

19. PONCE, R. H. **Madeira Serrada de Eucalipto: desafios e perspectivas.** In: Seminário Internacional de Utilização de Madeira de Eucalipto para Serraria, São Paulo, p. 50-8, 1995.

20. ROSA, S. E. S.; CORREA, A. R.; LEMOS, M.; L. F.; **BARROSO, D. V. BNDS Setorial,** Rio de Janeiro, n. 25, p.65-106, 2007.

DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE E A RELAÇÃO HISTÓRICA DAS EMBALAGENS COM QUESTÕES AMBIENTAIS

Dulce de Meira Albach, Me. (UFPR);

Dalton Luiz Razera, Dr. (UFPR);

Jorge Lino Alves, Dr. (Universidade do Porto).

PALAVRAS CHAVE

Design para a Sustentabilidade; Embalagem; Alimentos; História

KEY WORDS

Design for Sustainability; Packaging; Food; History

RESUMO

Este artigo apresenta parte da pesquisa que aborda o Design para a Sustentabilidade voltado ao setor de embalagens de alimentos em autosserviço – especificamente em supermercados. No processo de análise da forma de funcionamento do referido setor e segmento, elaborou-se um levantamento, em fontes bibliográficas, de embalagens e/ou formas de embalagem em diferentes períodos da história da humanidade. Em paralelo a este, foi realizado um levantamento de preceitos ambientais e/ou de sustentabilidade. Constatou-se, entre outros fatores, o aumento exponencial do volume de embalagens ao longo das décadas em associação ao aumento da população nos meios urbanos. Consequentemente houve o aumento da demanda por alimentos e estes por sua vez requisitando soluções de embalagem. No processo de reconhecimento de influências recíprocas entre as questões ambientais e as embalagens, concluiu-se que até o momento atual o desenvolvimento destas não reflete em igual qualidade naquela em termos de sustentabilidade.

ABSTRACT

This article presents part of a research that addresses the Design for Sustainability focused on the sector of food packaging in self-service – specifically in supermarkets. During the analyses process of the referred sector and segment's way of work, a search for bibliographical sources of packaging and/or forms of packaging, in different periods of history has been drawn up. Parallel to this, a survey of environmental requirements and/or sustainability was conducted. It found, among other factors, the exponential increase in the volume of packaging over the decades, in association with population increase in urban areas. Consequently, there was an increase in food demand, which in turn demands packaging solutions. In the process of reciprocal influences recognition, between environmental issues and packaging, it has been concluded that up to the present moment the development of these does not reflect in equal quality in that in terms of sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento econômico e a crescente concentração da população em áreas urbanas são fatores que modificam constantemente o comportamento humano e o cenário de produção de bens de consumo e serviços. Neste contexto, a indústria de alimentos é um dos segmentos pressionados para a produção de soluções que abasteçam a população em larga escala.

Esta indústria está diretamente atrelada à indústria de embalagens. Ambas se encontram em intenso desenvolvimento e produção e atuam de forma conjunta, pois os produtos alimentícios demandam sistemas de embalagem adequados, seja na fase de produção, de transporte, de distribuição, de venda ao consumidor, bem como, da forma de utilização.

Um fato de grande destaque e interferência neste processo é o surgimento do “supermercado” na década de 1930 nos Estados Unidos ou na década de 1950 no Brasil. Este sistema de venda, denominado de “autosserviço”, obrigou a uma completa reformulação na função das embalagens que se transformou em ícone da cultura de massa. Além de proporcionar proteção aos produtos embalados, a nova forma de expor o produto, sem a presença de um balconista, requereu que as embalagens também se autovendessem e explicassem seus conteúdos (CAVALCANTI e CHAGAS, 2006).

No entanto, o suprimento desta demanda promove um aumento significativo da composição média de resíduos que denotam, atualmente, uma desproporcionalidade entre seu volume e a capacidade de um gerenciamento adequado em termos de assimilação ambiental (DIAS, 2002; MENEGAT et al., 2004, STEWART, 2010; WALDMAN, 2012).

Diante destas constatações, este trabalho apresenta parte da pesquisa que aborda o Design para a Sustentabilidade voltado ao setor de embalagens de alimentos em autosserviço - especificamente em supermercados - na qual elaborou-se uma análise comparativa, por meio de fontes bibliográficas, entre a evolução das embalagens e/ou processos de embalagem e as questões ambientais e/ou de sustentabilidade, ao longo da história da humanidade.

2. EMBALAGENS E MEIO AMBIENTE NOS PERÍODOS HISTÓRICOS

A análise aqui apresentada é subdividida nos períodos denominados de Pré-História, Idade Antiga, Idade Média, Idade Moderna e Idade Contemporânea. Para cada um foram estabelecidas comparações entre embalagens e

meio ambiente, formalizando embasamentos para possíveis atitudes futuras diante do aprendizado pelo passado.

2.1 Pré-História

Partindo-se inicialmente da observação do período da Pré-História, aproximadamente 50.000 AEC a 3.000 AEC, constata-se que apenas a natureza era fonte de recursos. As necessidades de guardar ou transportar alimentos e objetos era suprida, por exemplo, com chifres ocos, crânios de animais, folhas e troncos de árvores, grandes conchas, ou bexiga de animais (ENDLER, 2015; CINTRA, 2015).

Naquela época, o período da humanidade caracterizado pelo Paleolítico ou Idade da Pedra Lascada (aproximadamente 30.000 AEC) é frequentemente descrito como de nomadismo e uma rudimentar divisão de tarefas, principalmente de caça, pesca e coleta. O período subsequente, o Neolítico ou Idade da Pedra Polida (aproximadamente 4.000 AEC), é marcado por sociedades mais sedentárias a partir de certo domínio sobre técnicas agrícolas e da criação de animais, dando origem a formação dos primeiros núcleos urbanos. Com isto, apareceram atividades como o artesanato e o comércio, modificando o modo de vida estritamente rural.

A cerâmica também é uma descoberta ocorrida provavelmente pouco depois que o homem descobriu o fogo e percebeu que a ação das chamas era capaz de endurecer o barro. Esta é uma das primeiras intervenções do homem por meio da transformação físico-química de elementos naturais. Estudos arqueológicos supõem que é do Período Neolítico o surgimento da cerâmica utilitária, pois como os humanos passaram a cultivar a terra, precisavam de “embalagens” para guardar os mantimentos.

Observa-se do período em questão que os resíduos produzidos pelo homem eram essencialmente compostos por matéria orgânica caracterizados por uma fácil decomposição.

2.2 Idade Antiga

A denominada Idade Antiga ou Antiguidade (3.000 AEC a 476), segundo Sousa (2015), é marcada pelo desenvolvimento do Mundo Oriental (via as civilizações China, Índia, Egípcia e dos vários povos que dominaram a região da Mesopotâmia), do Mundo Ocidental (com destaque para a civilização Greco-Romana) e dos Maias, Astecas, Incas e Olmecas no Continente Americano.

Um fator em comum que se observa, genericamente, com relação às embalagens neste período, é que estas se destinavam a proteger e conservar os produtos de consumo diário. Se caracterizavam por utensílios fabricados manualmente e em diferentes tipos de materiais. Gombri

ch (1993, p. 50) por exemplo, em análise à arte cerâmica egípcia esclarece que "...estes recipientes pintados, conhecidos pelo nome genérico de vasos, destinavam-se mais amiúde a conter vinho ou azeite do que flores".

Além deste fato, este período é marcado também pelo surgimento de embalagens com conceito de conter para transportar e armazenar, com finalidades comerciais, em função do intercâmbio de mercadorias entre a Mesopotâmia e o Egito. Os produtos eram acondicionados a granel e embarcados em navios em contentores de argila e fibras naturais. O aumento do transporte de produtos promove a necessidade de evitar perdas e contaminações. São criados os precursores do barril e conceitos de recipientes fechados e lacrados (ENDLER, 2015).

Como exemplos pode-se também destacar as peças polidas com finalidade utilitária das Civilizações Pré-Colombianas; a cerâmica refinada na China; e as embalagens tradicionais do Japão feitas com produtos naturais como madeira, bambu, palha, papel, tecido e cerâmica.

Quanto às questões ambientais constata-se que na Antiguidade os recipientes serviam para conservar e facilitar a utilização sem perder suas características após o consumo, configurando um processo de reutilização.

2.3. Idade Média

Na passagem para a Idade Média (476 a 1453), uma figura destacada por Fernandes (2015), mais especificamente nos séculos XIII e XIV, é a do mercador que surge neste momento de desenvolvimento do comércio e se encontra no centro das relações que se travavam nos espaços comerciais dos burgos (primeiras cidades que comportavam o intenso fluxo de pessoas e de mercadorias). Nestes, responsabilizava-se pela mediação entre os produtos que vinham de outros continentes e os compradores das feiras medievais. Alguns historiadores assinalaram que, ao lado dos humanistas, os mercadores foram os grandes responsáveis pela 'construção da Idade Moderna' e que seu conhecimento e suas habilidades favoreceram a ascensão da nova classe que viria a ser protagonista: a burguesia.

Na segunda metade da Idade Média (meados do século XIII) ocorreu a decadência do feudalismo em função da revolta dos camponeses até então explorados pelos senhores feudais, pelos reis e pela igreja. Os camponeses então na miséria foram atraídos para os centros urbanos que apresentavam uma expansão de suas atividades, principalmente do artesanato e do comércio. Surge assim duas novas classes sociais: a burguesia comercial e o trabalhador assalariado, fato este denominado como o do surgimento do capitalismo.

Outro fato importante do período foi o dos Árabes capturarem fabricantes Chineses de papel a partir de fibra de linho e aprenderem o processo. Desta forma o papel foi difundido na Europa, Ásia e posteriormente na América, caracterizando, também, um novo mercado para embalagens (BERGER e WELT, 2005). Novas técnicas de explorar o vidro também se sobressaem. Este fato pode ser observado em Manzini (1993, p. 172) ao afirmar que "Já por volta de 1300, os vidreiros de Murano eram capazes de produzir uma gama sofisticada de tonalidades e tinham aperfeiçoado um método de fabrico de um vidro excepcionalmente límpido com superfícies brilhantes, a que chamaram 'cristal'".

Pode-se constatar neste período em questão que houve um amadurecimento dos processos artesanais de fabricação de embalagens, bem como a continuidade da característica de reutilização das mesmas após cada consumo do produto embalado. Por outro lado, o crescimento das cidades proporciona o conseqüente aumento da geração de resíduos.

2.4. Idade Moderna

O advento das grandes navegações, entre outros fatos, vai marcar o início da Idade Moderna (1453 a 1789), o que além de contribuir para o acúmulo de capitais na Europa, também foi importante para a dinâmica de um comércio de natureza intercontinental - descoberta do 'novo mundo', o continente Americano (SOUSA, 2015).

Este período da história ficou conhecido como Renascimento e no qual a humanidade deu grandes saltos em várias áreas do conhecimento. O contato entre culturas também foi um fator que favoreceu, por exemplo, o desenvolvimento de novos tipos de embalagens, tanto pelo aparecimento de novos itens de troca e consumo como pela necessidade de conservar os produtos por mais tempo. "Curiosamente, os períodos de guerra viabilizaram o desenvolvimento de embalagens de vidro e metais devido à necessidade estratégica de transporte e conservação de alimentos para tropas de exército, já que prover comida naquelas condições era um grande desafio" (CINTRA, 2015).

Em termos ambientais, a humanidade ainda acreditava que os recursos naturais, como água e ar, eram infinitos e que a natureza absorveria os lixos produzidos (GORE, 1993). No entanto, a proliferação de epidemias dizimando milhões de pessoas, foi um alerta importante para a necessidade de tratar e destinar adequadamente o aumento do lixo (MELOSI, 2005). Associa-se desta forma o inchamento das cidades à insalubridade.

2.5. Idade Contemporânea

Para facilitar a exploração dos acontecimentos pesquisados na Idade Contemporânea, seu conteúdo foi dividido em três partes. A primeira representa o período compreendido entre 1789 a 1918, a segunda parte de 1918 a 1945 e a terceira de 1945 aos dias atuais.

2.5.1. Idade Contemporânea - Parte 1

A 1ª Revolução Industrial (Inglaterra – carvão e ferro - 1780 a 1850) com o desenvolvimento de novas máquinas e instrumentos na Inglaterra vai marcar o fim da Idade Moderna e início da Idade Contemporânea. As atividades consideradas “naturais” como a agricultura, a pecuária, a pesca e a mineração, foram mais intensamente suplantadas pela produção industrial e o capitalismo. Novas mudanças surgem e se refletem até a atualidade.

Em 1789 ocorre a Revolução Francesa, com a tomada de poder pela burguesia. Neste momento, os avanços tecnológicos permitiram produzir cada vez mais a custos baixos e o que se produzia, vendia. No entanto, com a evolução das técnicas, aumenta a oferta e a concorrência e os bens de consumo não se escoam mais naturalmente. O consumidor também fica mais exigente quanto a qualidade e segurança das mercadorias. Inicia-se a preocupação com o aspecto mercadológico da embalagem e surgem as primeiras legislações sobre o assunto.

Neste contexto recebem destaque os estudos de Thomas Malthus (1789) discutindo o crescimento populacional desenfreado; os de Thomas Huxley (1862) tratando das interdependências entre os seres humanos e os demais seres vivos; ou os de George Perkins Marsh (1864) expondo as questões de degradação do planeta e analisando as causas do declínio de civilizações antigas, prevendo o declínio das civilizações modernas, caso não houvesse mudanças (DIAS, 2002).

Refletindo esta situação inicia-se a criação de sociedades de proteção à natureza, parques e reservas nos EUA, Canadá, Chile, Porto Rico, Uruguai entre outros países, pois a poluição passou a figurar (obviamente não apenas em função das embalagens) como um fator de destaque no processo chamado de “desenvolvimento”.

Buscando melhorias ambientais, surgiram obras efetivas de saneamento básico como: sistemas de esgoto, usinas de tratamento de detritos e reutilização da lama dos esgotos na agricultura. Conseqüentemente os hábitos domésticos sofreram mudanças buscando minimizar o mau cheiro e o risco de poluição, embora ainda de forma

ineficiente diante do rápido aumento populacional (MELOSI, 2005).

Na concepção das embalagens observa-se que num primeiro momento eram voltadas para a distribuição e conservação dos produtos a granel e em longas distâncias. Estes produtos eram estocados pelos varejistas o que fazia com que os consumidores tivessem que utilizar suas próprias sacolas ou sacos de papel. Um exemplo de 1899 que sinaliza uma mudança deste contexto é a embalagem do biscoito Uneeda dos EUA, considerado o primeiro a ser vendido em embalagem tipo cartucho com os biscoitos envoltos internamente por um papel (Figura 1).

Figura 01 – Anúncio do biscoito Uneeda



Fonte: issu.com (2015).

Com relação ao Brasil, a vinda de D. João VI (fugido de Portugal para não atender as determinações de Napoleão Bonaparte no sentido de cortar vínculos econômicos com a Inglaterra), em 1808, refletiu num grande aumento do fluxo de manufaturas chegando no Rio de Janeiro. Entre as importações destacam-se as bebidas alcoólicas como vinho, licores e cervejas. Este fato impulsionou a fundação das primeiras fábricas de garrafas e garrafões de vidro no país, para que as bebidas recebidas em barris fossem transvasadas para as garrafas de produção local. Além de diversos tipos de garrafas, estas fábricas começaram a produzir também compoteiras e frascos para remédios e perfumes.

Em termos de produção local (brasileira), outro destaque é para as caixas de madeira para exportação de açúcar, sucedidas pelos sacos de juta para a exportação de café. Gradativamente, e acompanhando o processo de

industrialização, a produção de embalagens vai saindo da categoria de artesanato e o país de produtor exclusivamente agrícola. Observa-se o surgimento da sacaria de algodão para os moinhos de trigo, a lataria de metal para produtos alimentícios, os vidros para os remédios e perfumes, as garrafas para cerveja, o papel para os cigarros e embrulhos, o papelão para todos os tipos de caixas (CAVALCANTI e CHAGAS, 2006).

Nesta atmosfera de desenvolvimento industrial, a Primeira Guerra Mundial (1914 - 1918), paradoxalmente, representou uma grande oportunidade de fortalecimento do produto nacional brasileiro que, com a diminuição drástica do transporte marítimo, viu-se livre da concorrência inglesa. Novas empresas são fundadas, principalmente por imigrantes, e um fato em comum é que estas tinham um setor de embalagens próprio para embalar seus produtos. Para estes compravam a matéria-prima (papel, madeira e folha-de-flandres) e imprimiam rótulos, fabricavam caixas e latas.

Desta forma, embora ainda existisse a reutilização de embalagens de transporte, para as embalagens de consumo dá-se início aos produtos que não são mais vendidos apenas a granel. Este fato que por um lado visava a facilidade de comercialização, por outro refletia no descarte sem possibilidade de reutilização e conseqüentemente no surgimento de um novo tipo de resíduo.

2.5.2. Idade Contemporânea – Parte 2

Kazazian (2005) destaca que desde o fim da 1ª Guerra Mundial a produção industrial conheceu uma vitalidade sem precedentes. Esta é marcada pela chegada, por exemplo, de novos equipamentos como o automóvel e os eletrodomésticos. Este momento é estimulado pelos créditos ao consumo nos anos 1920. Porém, a volatilidade dos valores da Bolsa e a dicotomia entre a especulação e a realidade das operações econômicas refletiram no endividamento crescente, culminando com a denominada "Crise de 1929".

Esta crise levou a economia mundial a um período de deflação e uma queda industrial inédita. O cenário só mudaria com a 2ª Guerra Mundial (1939 - 1945) quando as estratégias das empresas se redefiniram em função das expectativas de mercado. A estrutura da economia mundial se orientou para o consumo, que se expandiu durante a reconstrução. Dias (2002) ressalta que o intenso crescimento econômico promoveu a aceleração da urbanização e, com esta, o aumento da perda de qualidade ambiental

começou a aparecer de forma mais evidente em diversas partes do mundo.

Com relação especificamente às embalagens, um fato da época em questão de extrema importância é o surgimento do supermercado. Este fato ocorreu nos EUA em 1930 com o King Kullen Grocery Company, em plenos efeitos da Crise de 1929. Eliminar balcões e balconistas era uma forma de economizar diante de um cenário de precariedade generalizada (CAVALCANTI e CHAGAS, 2006). Provavelmente não se imaginou, naquele momento, que este sistema de autosserviço, ou seja, um sistema no qual o próprio consumidor se servia dos produtos que pretendia comprar, se converteria posteriormente em forma padrão de facilitar a compra e a venda. E, também, no ambiente que promoveria (e promove até os dias atuais) imensas transformações na indústria de embalagens mundial, bem como soluções de embalagem.

Quanto a configuração das embalagens observa-se a comercialização de diversos tipos de termoplásticos como o Polietileno de Baixa Densidade, o Poliestireno e o PVC; as folhas de alumínio reconhecidas pela propriedade de barreira funcional (ex.: embalagens de bala); ou os barris de madeira para chopp substituídos pelos feitos de alumínio e aço inoxidável.

Nas décadas de 1930 e 1940 o Brasil foi palco da entrada das multinacionais, especialmente as de produtos de higiene e beleza, cujos critérios de qualidade e o interesse pela opinião do público revolucionaram a embalagem brasileira da época.

2.5.3. Idade Contemporânea – Parte 3

Foi na década de 1950 que surgiram os primeiros supermercados no Brasil (Figura 2) e com estes um amplo repensar das embalagens. Até esse momento, a venda de secos e molhados era dos empórios ou armazéns e as compras geralmente pagas no final do mês, via controle em uma caderneta (CAVALCANTI e CHAGAS, 2006).

Os supermercados mudam este cenário e a nova forma de comercialização apoiada no autosserviço vai, aos poucos, transformando a embalagem em um "vendedor silencioso" - expressão cunhada na década de 1960 pelo americano James Pilditch, autor do livro homônimo, para descrever o papel da embalagem no 'ponto-de-venda' (CALVER, 2009). Cabe a ela agora (a embalagem) desempenhar o papel antes feito pela figura do balconista - textos e imagens substituem a conversa do antigo vendedor e o pagamento é feito na hora. Segundo Caropreso e Gramani Filho (2008),

Figura 02 – “Sirva-se” – primeiro supermercado do Brasil, em 1950



Fonte: GPA (2015)

os consumidores passaram a ser muito mais influenciados pela embalagem ou pela habilidade desta em chamar a atenção.

Outro fato de destaque, em meados de 1950, foi a denominada “Revolução Verde” caracterizada por uma mudança do padrão de produção agrícola, proporcionando expressivo aumento da oferta de alimentos. Impulsiona-se assim a crescente industrialização destes e a nova maneira de acondicioná-los. Isto implicou em ampliação da capacitação dos profissionais, em renovação de máquinas e equipamentos e no desenvolvimento de novos materiais e soluções de logística (SARANTÓUPOLOS e DANTAS, 2012).

Diante das embalagens de produtos semelhantes expostos lado a lado nas prateleiras dos supermercados, estabelece-se uma nova forma de concorrência na qual a embalagem vai adquirir maior importância no contexto de formação da marca e na interação do consumidor com o produto. Este fato também recebe influência da publicidade, apoiado pela televisão.

Contudo, é na década de 1980 que se verifica a maior introdução de todos os tempos de novos produtos/embalagens (GURGEL, 2014). Entre outros exemplos, pode-se citar as embalagens de plásticos flexíveis substituindo latas de metal, frascos de vidro e garrafas, visando a facilidade de utilização, economia e transporte; as embalagens de produtos congelados que ficaram mais seguras; as embalagens assépticas cartonadas; embalagens plásticas esterilizáveis; sistemas de refechamento e fácil abertura; ou embalagens com atmosfera modificada.

Especificamente com relação às questões ambientais o livro “Silent Spring” (Primavera Silenciosa) em 1962, de Rachel Carson é considerado um protagonista dos movimentos ambientalistas juntamente com o surgimento de ONGs – Organizações Não Governamentais como o WWF – World Wide Fund for Nature, Friends of the Earth e Greenpeace, trabalhando por mudanças de políticas e regulamentos governamentais. Este processo culmina com o surgimento do termo “Desenvolvimento Sustentável”, em 1987, por meio do Relatório “Our Common Future” (Nosso

Futuro Comum), também conhecido por Relatório Brundtland, elaborado pelo World Commission on Environment and Development.

A ONU – Organização das Nações Unidas também se destaca pela iniciativa de realizar conferências sobre o meio ambiente. Entre estas, recebeu grande destaque a Rio 92, no Brasil, com a participação de 170 países e onde foram discutidos e elaborados importantes documentos como a “Carta da Terra” e a “Agenda 21”. O evento representou um marco na popularização dos conceitos de desenvolvimento sustentável e, a partir deste, consolidou-se até a atualidade uma sucessão de encontros para discussões, proposições e acordos mundiais.

Na esfera do Design destacam-se, entre outros, os princípios para um design ecológico, aprovados na Assembleia Geral do ICSID - International Council of Societies of Industrial Design em 1993 em Glasgow, Escócia, que são: defesa de produtos e serviços seguros; uso sustentado e otimizado de recursos naturais; uso da energia com sabedoria; parâmetros de desempenho excepcionais; proteção da biosfera; projeto da fase pós-uso; redução do lixo e incremento da reciclagem. Os preceitos abordados e voltados à sustentabilidade denotam a necessidade de se projetar colocando o meio ambiente como uma preocupação desde o início do processo e estendendo as responsabilidades entre todos os stakeholders (MAGALUTI, 2001).

Em 1994 obteve destaque o estabelecimento do denominado, por John Elkington, “tripé da sustentabilidade”, visando incitar as empresas a associarem às questões econômicas, às sociais e ambientais (ELKINGTON, 2007). Neste sentido, Vezzoli (2010) explora a dimensão ambiental e associa à dimensão social, a ética e à dimensão econômica, a política.

É também na década de 1990 que recebe destaque o “LCD – Lyfe Cycle Design” (Design do Ciclo de Vida) ou “Ecodesign” que se caracteriza por um modelo que considera cada estágio do ciclo de vida do produto com o intuito de reduzir impactos ambientais adversos, associados a todos os outros critérios projetuais tradicionais como ergonômicos, funcionais e estéticos.

Pode-se considerar que o estágio de desenvolvimento do LCD está situado entre o “Green Design” e o “Design para a Sustentabilidade”. O Green Design ocorreu mais acentuadamente na década de 1980 e a ênfase de projeto era para o redesign de um mesmo conceito e sem perspectiva de ciclo de vida. E, o Design para a Sustentabilidade, com ênfase a partir dos anos 2000, propõe uma mudança de paradigma com a atuação nas várias dimensões do desenvolvimento sustentável. Destacam-se assim abordagens como: responsabilidade

social, eco-inovação, sistema produto-serviço, bem-estar humano, design estratégico, co-criação, mudança radical, para citar algumas. Para Manzini e Vezzoli (2005) o Design do Ciclo de Vida é uma metodologia indissociável do Design para a Sustentabilidade, por serem atividades que se complementam para o desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis.

Desta forma, o século XXI tem sido palco de propostas no setor de embalagens que denotam o repensar a forma de produção e consumo em prol de melhorias em questão de reflexos ambientais adversos. Dentre estas pode-se citar propostas de embalagens retornáveis; embalagens reutilizáveis; embalagens fabricadas exclusivamente com materiais recicláveis; simplificação dos processos de impressão; embalagens com materiais biodegradáveis; uso de refil; novos sistemas de comercialização com redução de embalagens; embalagens comestíveis; sistemas produto-serviço; entre outras.

No entanto, no âmbito destas proposições, muitas variáveis colocam em questionamento suas reais eficácias. No Brasil, por exemplo, a destinação de maior destaque enquanto planejamento ambiental para as embalagens ainda é a reciclagem. No entanto, apesar de avanços, os programas de coleta seletiva atuam apenas em 17% dos municípios do país (CEMPRE, 2015). Conclui-se desta forma, que o volume reciclado ainda corresponde a uma parcela mínima dos resíduos nacionais gerados.

Inserido neste contexto está a promulgação em 2010 do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/10, que estabelece, entre outras prerrogativas, acabar com os lixões; implantar coleta seletiva em todos os municípios; implantar a logística reversa; e a compostagem dos resíduos úmidos. Premissas que se configuram, no atual momento, por grandes dificuldades e desafios para o poder público e para o setor privado do país.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No acompanhamento do referencial histórico aqui apresentado, observa-se entre outros fatores, o aumento exponencial do volume de embalagens ao longo das décadas. Intrinsecamente relacionado está o fato do aumento da população nos meios urbanos e o consequente aumento da demanda por alimentos, estes por sua vez, requisitando soluções de embalagem.

Fator de destaque, no escopo desta pesquisa, é o surgimento dos supermercados mudando a forma de comercialização e atribuindo à embalagem a denominação

de "vendedor silencioso" em função das características do autosserviço. Este processo vai denotar a crescente introdução de novos produtos e embalagens, acompanhados pelo desenvolvimento da indústria de materiais e processos, criando uma relação de reciprocidade num mercado cada vez mais competitivo e exigente.

Com relação às questões ambientais, demonstradas de forma paralela nesta pesquisa histórica de embalagens, pode-se observar que a evolução desta não refletiu em igual qualidade naquela. De resíduos essencialmente orgânicos e de característica como a reutilização, a civilização humana passou a conviver com um volume desproporcional de outros resíduos - os industrializados.

Apesar de alguns cientistas e pensadores terem chamado a atenção para os problemas de crescimento populacional e a relação com a natureza, é apenas a partir de meados da década de 1940 que se verifica o crescimento de movimentos ambientalistas, além de publicações e eventos, com denúncias, proposições e intenções de acordos mundiais, diante do grave cenário de poluição. Embora não apenas as embalagens digam respeito a estes movimentos, elas são importantes representantes do capitalismo desenfreado e, muitas vezes, impensado.

Sendo assim, no final da década de 1990, os preceitos abordados e voltados à sustentabilidade denotam a necessidade de se projetar colocando o meio ambiente como uma preocupação desde o início do processo e estendendo as responsabilidades entre todos os stakeholders. Surgem então propostas de embalagens retornáveis, reutilizáveis, refis, materiais biodegradáveis, entre alternativas, em prol da melhoria de reflexos ambientais adversos.

Observa-se em termos gerais que as implicações ainda são imensas no sentido de sincronizar a forma de atuação da indústria de embalagens e de alimentos e a forma de consumo, com preceitos próximos de melhor sustentabilidade.

O surgimento do conceito de "Design para a Sustentabilidade" fundamentado pela metodologia do Design do Ciclo de Vida estabelece uma mudança de paradigma e uma visão que se desloca, mais amplamente, do artefato para o sistema de produção e consumo, e este associado ao design estratégico. Desta forma, vislumbram-se cenários futuros que possam alcançar uma maior sustentabilidade em amplo sentido.

REFERÊNCIAS

1. BERGER, Kenneth R.; WELT, Bruce. A brief history of packaging. IFAS, University of Florida, ABE321, p. 1-5, 2005. Disponível em: <<http://ufdc.ufl.edu/IR00001524/00001>>. Acesso em 06 nov. 2015.

2. CALVER, Giles. **O que é design de embalagem?** / Giles Calver; tradução: Edson Furmankiewicz. Porto Alegre: Bookman, 2009.

3. CAROPRESO, Luiz; GRAMANI FILHO, Plínio (Coord.) 200 anos: indústria gráfica no Brasil / **projeto geral: Associação Brasileira da Indústria Gráfica (ABIGRAF)**; edição de texto: Ricardo Viveiros. São Paulo: Clemente e Gramani Editora, 2008.

4. CAVALCANTI, Pedro; CHAGAS, Carmo. **História da embalagem no Brasil**. São Paulo: Grifo Projetos Históricos e Editoriais, 2006.

5. CEMPRE - **Compromisso Empresarial para a Reciclagem**. Ciclossoft 2014. Radiogafando a coleta seletiva. Disponível em: <<http://cempre.org.br/ciclossoft/id/2>>. Acesso em 06 nov. 2015.

6. CINTRA, Lydia. **Como nasceram as embalagens**. Super Interessante. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/blogs/ideias-verdes/como-nasceram-as-embalagens/>>. Acesso em 06 nov. 2015.

7. DIAS, Genebaldo Freire. **Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana**. São Paulo: Gaia, 2002.

8. ELKINGTON, John. **Brundtland and sustainability: history's balance-sheet**. Open Democracy, 2007. Disponível em: <https://www.opendemocracy.net/globalization-institutions_government/sustainability_4521.jsp>. Acesso em 20 nov. 2015.

9. ENDLER, Danilo. **A história e a embalagem**. Disponível em: <topdeembalagem.com.br/index.php?botao=5&subbot=2&ref=1&titulo=A%20Hist%C3%B3ria%20e%20a%20>

SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA CERTIFICADA – EXPERIÊNCIAS DESENVOLVIDAS: UMA ABORDAGEM SOBRE PROJETO DE INTERFACES E PROCESSO DE RACIONALIZAÇÃO DE COMPONENTES

João Marcelo Danza Gandini, Me. em Arquitetura e Urbanismo (USP);

Tomaz Queiroz Ferreira Barata, Dr. Eng. Civil (UNESP);

Javier Mazariegos Pablos, Dr. em Arquitetura e Urbanismo (USP).

PALAVRAS CHAVE

Madeira certificada; Pré-fabricação; Componentes estruturais; Sistemas construtivos

KEY WORDS

Certified wood; Prefabrication; Structural components; Building systems

RESUMO

As florestas naturais e plantadas desempenham importantes funções sociais, econômicas e ambientais; oferecem uma variedade de produtos florestais madeireiros e não madeireiros, e prestam serviços ambientais essenciais, como a conservação dos recursos hídricos, conservação da biodiversidade e estabilidade climática. Atualmente, verifica-se uma tendência no aumento de oferta de madeira certificada visto que o número de certificados apresentou um crescimento considerável na última década, o que pode viabilizar o emprego da madeira proveniente de áreas de manejo florestal certificado em projetos de sistemas construtivos pré-fabricados. O trabalho tem como objetivo apresentar três edificações onde foram utilizados sistemas construtivos pré-fabricados que empregam a madeira certificada em seus componentes estruturais. A metodologia utilizada visou relacionar as diretrizes que balizaram o desenvolvimento dos projetos arquitetônicos e dos sistemas construtivos estruturais; apresentar o projeto das interfaces entre os componentes estruturais e, por fim, analisar os componentes pilar e viga das edificações. Como resultados são apresentadas interfaces entre os componentes estruturais pilar-fundação e pilar-viga, e um quadro comparativo entre os componentes pilar e viga das edificações apresentadas.

ABSTRACT

The natural and planted forests have important social, economic and environmental functions, offer a variety of timber and non-timber forest products, and provide essential environmental services such as water conservation, biodiversity conservation and climatic stability. Currently, there is a trend in the increase of supply timber certified since the number of certificates presented a considerable growth in the last decade. This may enable the use of wood from certified forest management areas in prefabricated design building systems. The work aims to present three buildings where construction prefabricated systems were used to employ certified wood in its structural components. The methodology aimed to relate the guidelines that guided the development of architectural designs and construction structural systems, presents the design of interfaces between the structural components and, finally, analyze the pillar and beam parts of buildings. Results are presented as interfaces between the pillar-foundation structural components and pillar-beam, and a table comparing the pillar and beam components of the presented buildings.

4. INTRODUÇÃO

No Brasil verifica-se uma situação florestal favorável no que se refere à alta capacidade de produção de madeira proveniente de atividades silviculturais e de manejo florestal certificado. O elevado potencial de emprego da madeira como material de construção, somado ao conhecimento técnico e científico e à qualificação dos profissionais do setor da construção civil e da cadeia produtiva da madeira, pode favorecer o desenvolvimento e a produção de forma sustentável de edificações em madeira, em particular de componentes estruturais pré-fabricados.

Segundo o Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2010), as florestas do país ocupam aproximadamente 61% do território brasileiro e desempenham importantes funções sociais, econômicas e ambientais; ofertam uma variedade de bens, como produtos florestais madeireiros e não madeireiros, e prestam serviços ambientais essenciais, como a conservação dos recursos hídricos, a conservação da biodiversidade e a estabilidade climática. Em 2008, os dados estatísticos nacionais indicavam que a área florestal total do país era de 516 milhões de hectares, sendo que a produção de madeira serrada em 2008 correspondeu a 42,2 milhões de m³.

Atualmente, verifica-se uma tendência no aumento de oferta de madeira serrada certificada visto que o número de certificados apresentou um crescimento considerável na última década. Segundo dados do IMAFLORA/SmartWood, no ano de 2009 foram totalizados 107 empreendimentos certificados com verificação de práticas socioambientais, correspondendo uma área total de 2,88 milhões de hectares. No país, 14 estados possuem empreendimentos certificados em quatro biomas distintos, que são: Mata Atlântica, Amazônia, Caatinga e Cerrado. Os dados apresentados indicam a viabilidade de aplicação da madeira serrada proveniente de áreas de manejo florestal certificado na produção, em escala industrial, de sistemas construtivos pré-fabricados.

2. APLICAÇÃO DE MADEIRA CERTIFICADA EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS NO BRASIL: EXPERIÊNCIAS DESENVOLVIDAS

Neste item são abordados os aspectos referentes à tipologia da construção; as características dos sistemas construtivos; componentes estruturais; o processo de pré-fabricação e processo de montagem em canteiro de três edificações com sistemas construtivos distintos, sendo: Projeto IMAFLORA I; Projeto IMAFLORA II e; Edificação Unifamiliar na cidade de Sosas – SP. Todos os sistemas

construtivos estruturais foram pré-fabricados em unidades de beneficiamento e empregaram, nos componentes estruturais, madeira nativa proveniente de áreas de manejo florestal certificadas. Quanto ao processo produtivo, tais edificações podem ser classificadas como sistemas construtivos racionalizados, visto que as atividades em canteiro de obra são exclusivamente de encaixe e montagem dos componentes.

2.1 IMAFLORA I

2.1.1. Concepção do projeto arquitetônico

O projeto foi idealizado para abrigar a sede do Instituto de Manejo Florestal e Agrícola (IMAFLORA), dotado de 1 pavimento com pé-direito duplo e 1 mezanino, a edificação possui salas de escritório, reuniões, áreas administrativas e sanitários. Possui uma área total de 330,00m² e foi concebida para utilização do sistema pré-fabricado tipo pilar-viga em madeira nativa provenientes de áreas certificadas, dentre elas Jatobá, Maçaranduba, Itaúba e Garapeira. A edificação é elevada do solo, o que permitiu que não houvesse necessidade de movimentação de terra, preservando portanto, o perfil original do terreno.

A Figura 1 apresenta as etapas de montagem da estrutura, vedação e acabamento da obra.

Figura 1: IMAFLORA I - Montagem da estrutura, vedação e acabamento



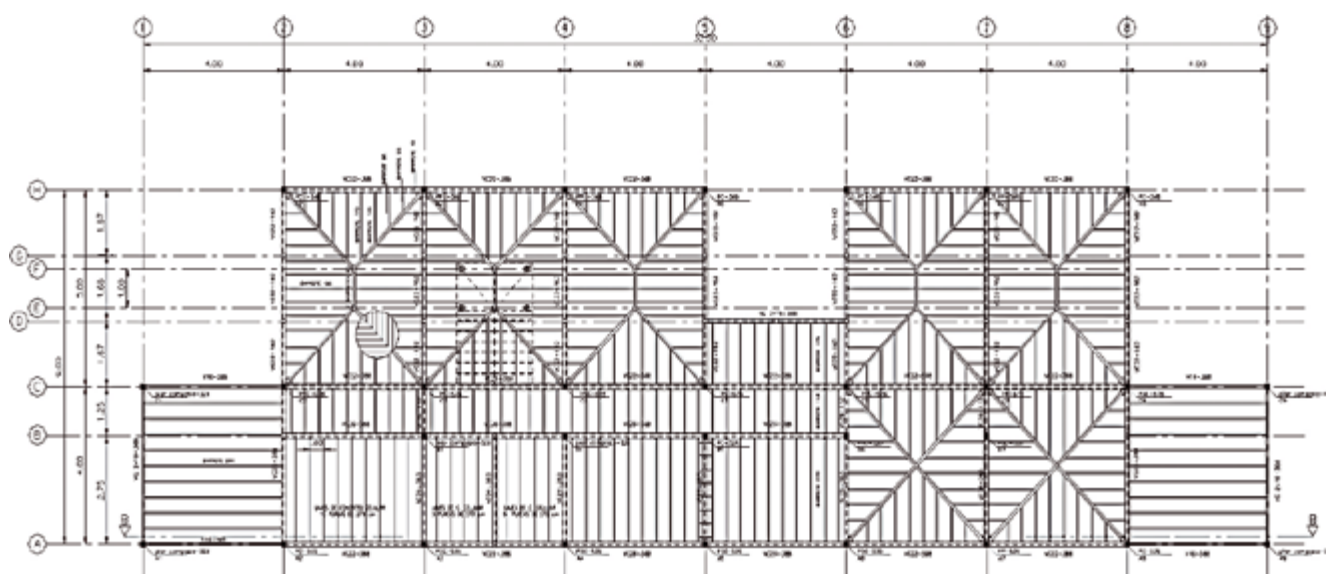
Fonte: Autores

2.1.2 Concepção do projeto estrutural

O sistema construtivo adota uma concepção estrutural pilar-viga, a partir de módulos estruturais principais de 4x4m e 4x5m entre eixos, o que permitiu a utilização de um módulo de painel de vedação de 1m. Foram utilizados pilares maciços com seção de 12x12cm e vigas compostas, tipo perfil I, com alturas de 22 e 26cm.

A Figura 2 apresenta a planta do barroteamento de piso com as cotas dos eixos modulares do projeto.

Figura 2: IMAFLORA I - Planta de barroteamento de piso



2.1.3. Concepção do projeto estrutural

O sistema construtivo estrutural pré-fabricado desenvolvido para a edificação IMAFLORA I empregou em sua totalidade madeira nativa proveniente de áreas de manejo florestal certificadas. Os componentes estruturais apresentados são os pilares maciços com seção de 12x12cm e as vigas compostas, tipo perfil I, com alturas de 22 e 36cm definidas em cálculo estrutural.

A interface pilar-fundação foi executada utilizando-se um conector metálico aparafusado em uma barra de rosca deixada como espera após a concretagem dos pilaretes de concreto. Sua fixação ao pilar se deu através da passagem de duas barras de rosca, com o posterior travamento através de porcas e arruelas.

As interfaces entre pilares e vigas compostas foram executadas da mesma forma, com a utilização de conectores metálicos, projetados individualmente dependendo da quantidade de vigas que chegavam aos pilares.

2.2. IMAFLORA II

2.2.1. Concepção do projeto arquitetônico

O projeto, dotado de 1 (um) pavimento, possui uma área total de 191,25 m². A partir da concepção modular adotada no partido arquitetônico foi elaborado o projeto executivo estrutural. O sistema construtivo estrutural pré-fabricado desenvolvido para a edificação empregou em sua totalidade madeira nativa proveniente de áreas de manejo florestal certificadas.

Fonte: Autores

Em relação aos demais materiais de construção empregados na edificação, destacam-se os tijolos de solo-cimento intertravados como elementos de vedação vertical, que também contribuem para o contraventamento do conjunto de pilares, as esquadrias e pisos de madeira nativa certificada e o piso cerâmico nas áreas úmidas, assentado sobre laje suspensa por barotes de madeira.

A utilização do tijolo de solo-cimento contribuiu para a redução da extração de argila e poluição devido à queima do material e possibilitou a passagem das instalações elétricas no interior dos furos dos tijolos, bem como entre as vigas duplas da estrutura de piso.

Figura 3: IMAFLORA I – Interfaces pilar-fundação e pilar-viga composta



Fonte : Autores

A Figura 4 apresenta as etapas de estrutura, vedação e acabamento da obra.

Figura 4: IMAFLORA II - Montagem da estrutura, vedação e acabamento



Fonte : Autores

2.2.2. Concepção do projeto estrutural

O sistema construtivo adota uma concepção estrutural pilar-viga, a partir de módulos estruturais de 2x4m e 4x4m entre eixos, formados por componentes simples (vigas duplas e barrotes) e componentes compostos (pilares e treliça de cobertura) de madeira serrada maciça e chapas de compensado.

Foram adotados pilares compostos que foram montados a partir de duas peças brutas de 6x16cm e uma peça interna de 6x12cm, formando uma seção final de 15,5x15,5cm. A adoção deste sistema visa tanto uma redução no custo do componente quanto promover um menor impacto ambiental na retirada de peças de grande seção, uma vez que as peças nas seções indicadas são facilmente encontradas no mercado.

Este componente apresenta ainda, nas faces laterais rebaixos com 4,5cm de largura e 0,5cm de profundidade para encaixe da peça de interface pilar/vedação. Esta solução visou resolver o aparecimento de eventuais frestas entre o componente pilar e o elemento de vedação.

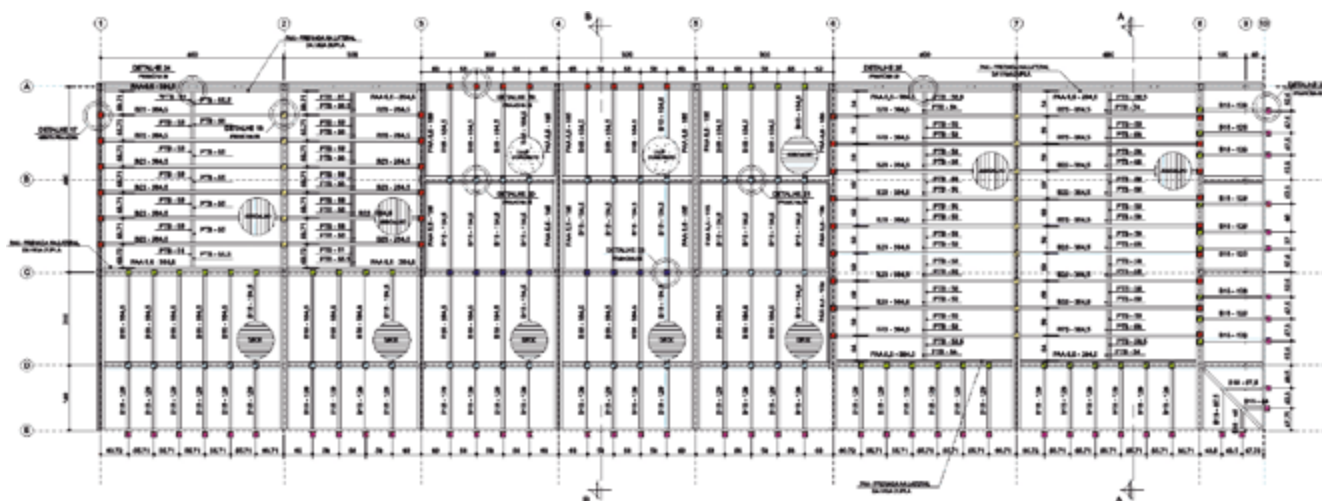
As vigas duplas são compostas por 2 peças com seções de 5,5x23cm e 5,5x28cm.

A Figura 5 a planta do barroteamento de piso com as cotas dos eixos modulares e indicação de componentes, e indicação de detalhes construtivos, compatibilizados na fase de projeto.

A Figura 6 apresenta o corte BB com a especificação dos componentes estruturais, tais como, pilares compostos, vigas duplas, barrotes (nível 0,00m), estrutura de piso, vigamento superior (nível 2,87m) e a estrutura de cobertura com a indicação da treliça composta, terças, caibros e ripas. Também são identificadas as interfaces entre os pilares de madeira e os pilaretes fixados às sapatas isoladas da fundação, ambos em concreto armado. É facilmente notado que a escolha do tipo de fundação está diretamente ligada a um baixo custo ambiental, tanto na redução do uso de materiais como o cimento e aço quanto no uso da água. Outros fatores que merecem destaque são: o fato da edificação estar elevada em relação ao

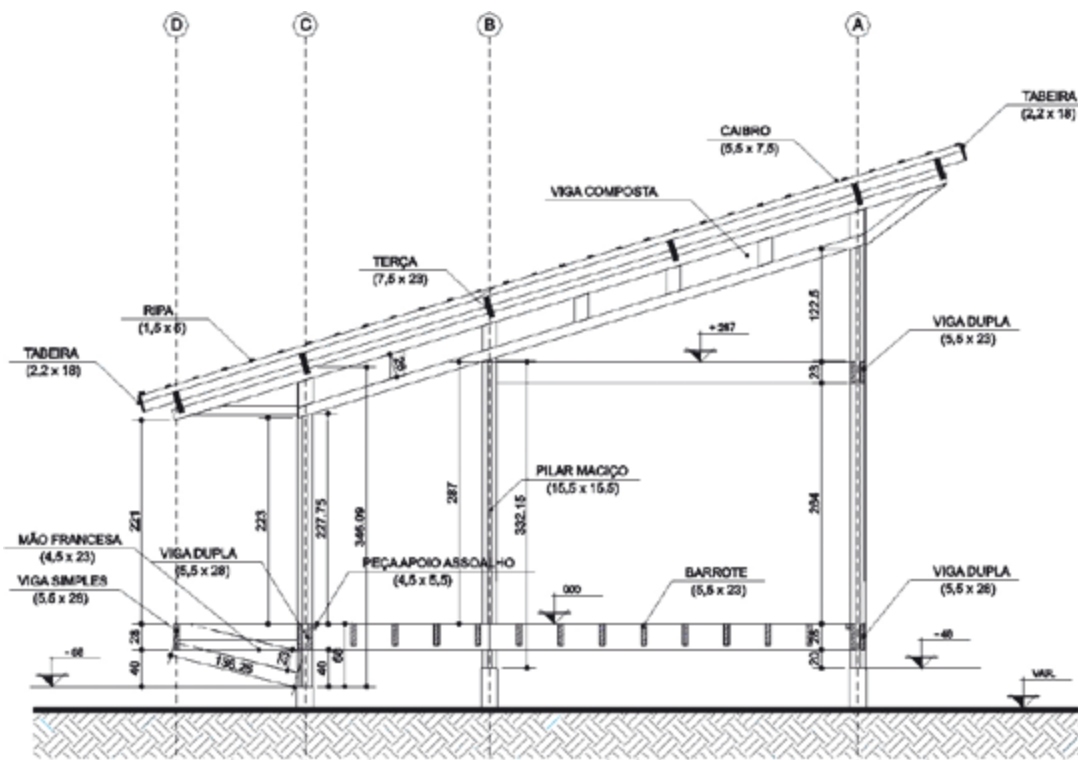
terreno natural, que não sofreu agressão, pois não foi necessária uma movimentação de terra para a implantação da edificação, além não impermeabilizar o solo; e a adoção de um deck frontal, que cria uma área aberta sombreada, aumentando o conforto térmico no interior da edificação, minimizando o consumo de energia artificial.

Figura 5: IMAFLORA II - Planta de barroteamento de piso



Fonte : Autores

Figura 6: IMAFLORA II - Corte BB



Fonte : Autores

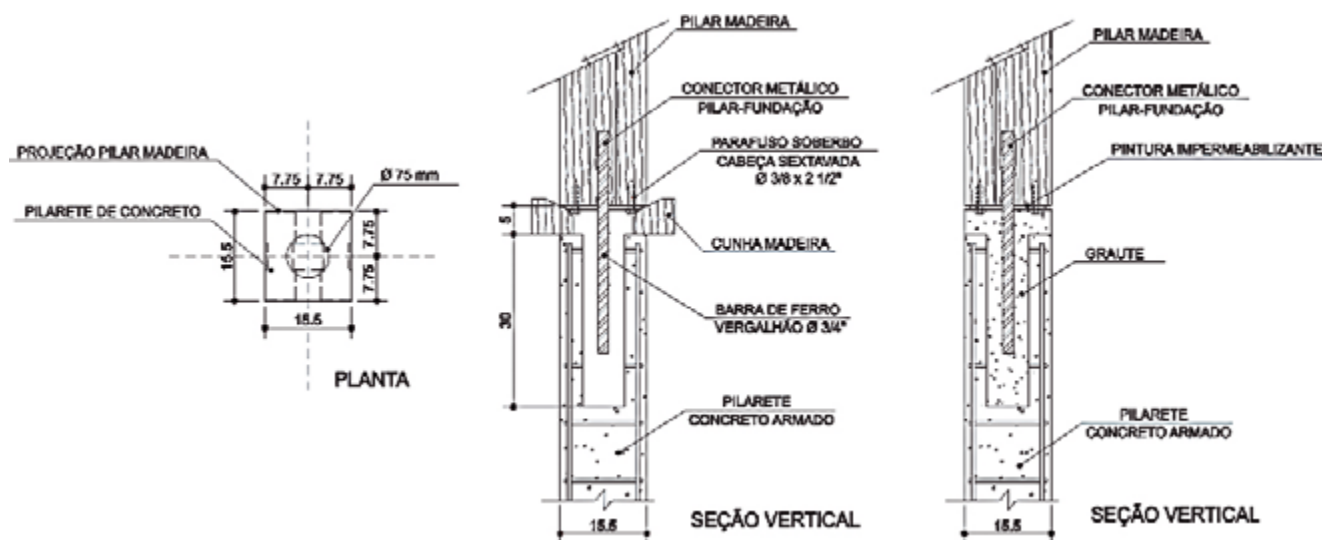
2.2.3. Interfaces entre componentes estruturais pré-fabricados

• Interface pilar-fundação

Os pilares são fixados a blocos de fundação através de conectores metálicos. A fim de aumentar a estabilidade lateral desta conexão foram utilizadas peças de aço de 10mmx2', posicionadas uma em cada face dos pilares, nos devidos rebaiços e inseridas no bloco de fundação.

A fundação da edificação foi executada com a concretagem de sapatas e pilaretes de concreto com seção 15x15cm dotados de um orifício central de diâmetro de 75mm e profundidade de 30cm para possibilitar a inserção de um conector metálico inserido na base do pilar composto, como pode ser verificado no projeto da interface apresentado na Figura 7.

Figura 7: IMAFLORA II – Interface pilar composto-fundação



Fonte : Autores

• Interface pilar-viga

A interface entre os componentes pilar/viga-dupla foi executada com auxílio de conectores metálicos galvanizados a fogo, sendo empregados parafusos passantes e parafusos tipo soberbo, dependendo da situação de cada ligação. A Fig. 8 apresenta o projeto da interface entre o pilar composto e três vigas duplas.

A Figura 9 apresenta as interfaces pilar-fundação e pilar-viga executadas em obra, onde nota-se na interface pilar-fundação um espaço existente entre o topo do pilarete de concreto e base do conector metálico onde o pilar está apoiado, posteriormente preenchido com graute. Já na interface pilar-viga nota-se o conector metálico utilizado, uma usinagem da face lateral do pilar, necessária para o encaixe do conector metálico, gerando como resíduo uma pequena quantidade de ser-

ragem, bem como a interface entre pilar-3 vigas duplas devidamente montada.

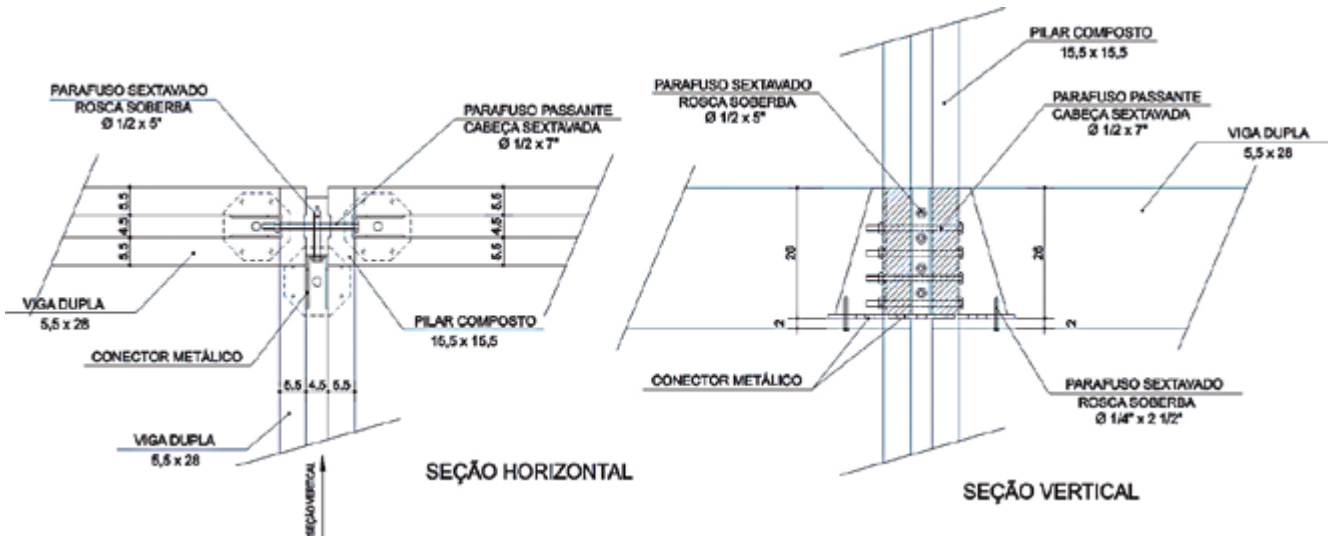
2.3. RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR – SOUSAS-SP

2.3.1. Concepção do projeto arquitetônico

A edificação possui uma área de 445,00m² distribuídos em 3 níveis. O partido arquitetônico adotado desde os primeiros estudos preliminares priorizou um resultado formal que refletisse a concepção da estrutura. O arranjo estrutural do projeto partiu de uma forma cúbica com um pilar central, para garantir maior estabilidade e permitira

liberação do envoltório para o posicionamento das aberturas e varandas. Desde a fase de estudo preliminar a forma cúbica possuía uma base de 10m x 10m formando, em planta, quatro módulos de 5m x 5m. Em um destes módulos foi projetado um vão interno e nos outros três módulos foi distribuído o programa de necessidades. Ao longo da evolução do projeto esta base foi ganhando novos elementos, como por exemplo, a escada destacada da estrutura principal.

Figura 8: IMAFLORA II - Detalhe interface pilar composto – 3 vigas duplas



Fonte : Autores

Figura 9: IMAFLORA II – Interfaces pilar-fundação e pilar-viga executadas em obra



Fonte : Autores

2.3.2. Concepção estrutural do projeto

No sistema construtivo estrutural pré-fabricado desenvolvido para a construção desta edificação foram empregadas madeiras nativas das espécies de nome comercial angico-preto (*Anadenanthera macrocarpa*) e garapeira (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr). Foi adotada uma concepção estrutural pilar-viga, constituído por componentes simples (pilares, vigas simples, vigas duplas e barrotes) e componentes compostos (treliças de cobertura) de madeira maciça serrada.

Foram utilizados pilares maciços com seções 17x17cm, 20x20cm, 22x22cm e 27x27cm, vigas simples 10x30 cm e 12x22 cm e vigas duplas 5,5x15 cm.

Na Figura 10 são apresentadas as imagens do entramado formado pelos componentes estruturais em madeira maciça.

2.3.3 Interface entre componentes estruturais pré-fabricados

As ligações entre os componentes pilar-fundação e pilar-viga são executadas com auxílio de conectores metálicos galvanizados a fogo, e uso de parafusos passantes e parafusos tipo soberbo, dependendo da situação de cada ligação. A inserção do conector diminui a necessidade de complexas usinagens e encaixes nas peças de madeira.

• Interface pilar-fundação

Os pilares foram fixados aos blocos de fundação através de conectores metálicos. A fim de aumentar a estabilidade lateral desta conexão foram utilizadas peças de aço de 10mmx2', posicionadas uma em cada face dos pilares, nos devidos rebaiços e inseridas no bloco de fundação. A Figura 11 apresenta o detalhe do pilar maciço, a interface pilar-fundação e as imagens tridimensionais da interface.

• Interface pilar-viga simples

As vigas simples são peças aparelhadas e pré-cortadas no comprimento definido no projeto de produção e têm seção 10x30cm e 12x22cm. Estas peças possuem uma usinagem na sua face inferior, próxima aos pilares, para encaixe dos conectores metálicos pilar-viga. A Figura 12 mostra o detalhe da interface entre as vigas simples e os pilares bem como as imagens tridimensionais da referida interface.

• Interface pilar-viga dupla

As vigas duplas são peças aparelhadas e pré-cortadas na seção e no comprimento definido no projeto de produção. Estas peças não possuem qualquer tipo de usinagem e/ou rebaixo, o que confere maior agilidade na produção das peças.

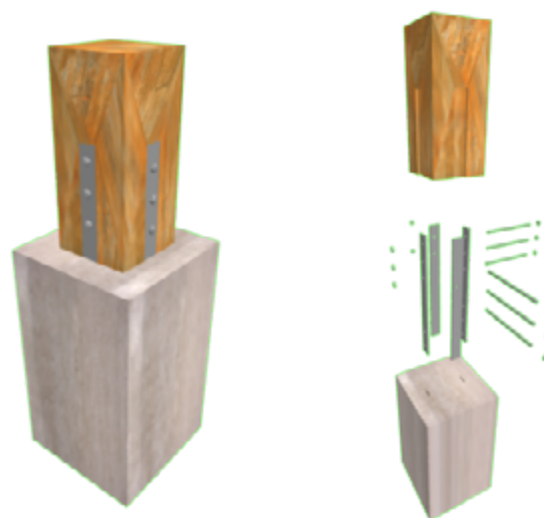
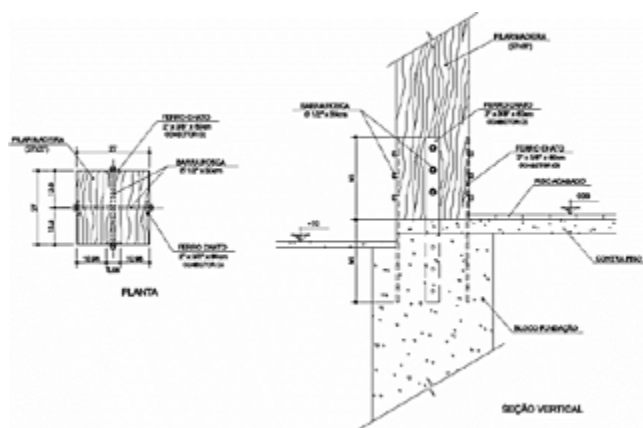
A fixação nos pilares é feita através de conectores metálicos em forma de "U", posicionados no interior das mesmas, o que não os deixa aparentes. A Fig. 13 apresenta o projeto da interface entre os pilares e as vigas duplas bem como as imagens tridimensionais da referida interface.

Figura 10: Edificação Sousas - Maquete tridimensional da estrutura da edificação



Fonte : Autores

Figura 11: Edificação Sousas – Projeto e modelo tridimensional da interface pilar-fundação



Fonte : Autores

A classificação entre baixo, médio e alto leva em consideração basicamente as mesmas características adotadas para os pilares.

As variações apresentadas apontam, novamente, para uma eficiência dos sistemas construtivos adotados na construção das edificações apresentadas.

Tabela 1: Comparação do componente pilar entre as obras apresentadas

PILARES			
	Imaflora I	Imaflora II	Residência Souza
Área da edificação (m ²)	330	191,25	445
Tipo de componente	Pilar composto	Pilar composto	Pilar m
Seções (cm)	12x12	15,5x15,5	17x17 / 20x20 / 22x22 / 27x27
Quantidade total de peças	39	28	45
Comprimento total (m)	200,35	91,67	181,8
Comprimento médio do componente (m)	4,74	2,98	3,99
Peso médio/m do componente (kg/m)	15,47	9,16	42,42
Peso médio do componente (kg)	73,33	27,30	169,24
Volume líquido (m ³)	2,89	2,20	8,82
Volume médio/m de componente (m ³ /m)	0,014	0,024	0,049
Volume componente/m ² de obra (m ³ /m ²)	0,009	0,012	0,020
Possibilidade de substituição de componentes	BAIXA	MÉDIA	BAIXA
Componente em contato com o solo	NÃO	NÃO	SIM
Aproveitamento da tora	MÉDIO	ALTO	BAIXO
Facilidade de produção	MÉDIA	ALTA	MÉDIA
Facilidade de pré-furação	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
Facilidade de transporte	MÉDIA	ALTA	BAIXA
Espécie de madeira	Jatobá, Maçanduba, Itaúba e Garapeira	Tamarindus indica	Garapeira e Angico-preto

Fonte : Autores

Tabela 2: Comparação do componente viga entre as obras apresentadas

VIGAS			
	Imaflora I	Imaflora II	Residência Souza
Área da edificação (m ²)	330	191,25	445
Tipo de componente	Viga composta	Viga dupla	Viga simpl
Seções (cm)	10x22 / 10x26	5,5x23 / 5,5x28	10x30 / 12x22 / 20x20
Quantidade total de peças	27	134	89
Comprimento total (m)	142,2	421,78	281,59
Comprimento médio do componente (m)	3,26	3,06	2,89
Peso médio/m do componente (kg/m)	19,66	15,07	28,66
Peso médio do componente (kg)	64,16	46,10	82,84
Volume líquido (m ³)	3,32	6,09	7,93
Volume médio/m de componente (m ³ /m)	0,023	0,014	0,028
Volume componente/m ² de obra (m ³ /m ²)	0,010	0,032	0,018
Possibilidade de substituição de componentes	BAIXA	ALTA	BAIXA
Componente em contato com o solo	Não	Não	Não
Aproveitamento da tora	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO
Facilidade de produção	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA
Facilidade de pré-furação	ALTA	MÉDIA	MÉDIA
Facilidade de transporte	BAIXA	ALTA	MÉDIA
Espécie de madeira	Jatobá, Maçanduba, Itaúba e Garapeira	Tamarindus indica	Garapeira e Angico-preto

Fonte : Autores

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que o Brasil, mesmo possuindo uma alta capacidade de produção de madeira, ainda é incipiente o seu emprego na construção civil, de forma racional e sustentável. O aperfeiçoamento de sistemas construtivos mistos, com estrutura de madeira e fechamento em alvenaria pode viabilizar o uso da madeira como principal material de construção, principalmente se considerarmos os seguintes aspectos: a) maior controle de qualidade e eficiência no processo produtivo de componentes estruturais em madeira em unidades de pré-fabricação; b) racionalidade e rapidez no processo de montagem em canteiro de obra e; c) maior possibilidade de redução de desperdícios com adoção de conceitos de coordenação modular no projeto com o emprego de fechamentos em alvenaria.

Além dos fatores citados acima, os sistemas construtivos que se utilizam da madeira para fins estruturais contam com uma sensível agilidade no cronograma, diminuindo o tempo gasto na execução da obra, garantindo a redução de custos diretos e indiretos, bem como a valorização estética da obra, visto que os sistemas construtivos convencionais, especificamente aqueles que adotam componentes estruturais em concreto armado, pressupõem etapas de preparação de formas, armações, escoramentos e concretagens, além do tempo de espera de cura e desforma do concreto.

O sistema construtivo estrutural apresentado neste trabalho dispensa a necessidade de uma mão-de-obra com elevado nível de especialização, devido a uma praticidade do processo de montagem, uma vez que, na maioria das vezes, as peças estruturais são colocadas na obra devidamente numeradas e com os conectores metálicos fixados nas peças de madeira, propiciando uma agilidade ainda maior no processo de montagem em canteiro de obra.

Faz-se de extrema importância ressaltar que, além das observações acima, sistemas construtivos em madeira possuem um processo produtivo que pode ser classificado como um sistema construtivo racionalizado, visto que as atividades em canteiro de obra são exclusivamente de encaixe e montagem dos componentes, o que diminui o tempo de obra, evita desperdícios e conseqüentemente a geração de resíduos.

REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT, NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira, Rio de Janeiro, 1997, 107 p.
2. BARATA, T. Q. F.; GANDINI, J.M.D. **Sistema Construtivo em Madeira Certificada para a Ampliação da Sede do IMAFLORA** – Piracicaba, SP, In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 10.,2008, Londrina. Anais...Londrina, 2008.
3. BITTENCOURT, R.M. **Concepção arquitetônica da habitação em madeira**, 1995. 247p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995(a).
4. SFB - Serviço Florestal Brasileiro. Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005 -2010. Serviço Florestal Brasileiro. – Brasília: SFB, 2010. 152 p.

PESQUISA-AÇÃO PARA MELHORAR PROCESSOS DE PROJETO PARTICIPATIVO EM PROPOSTAS DE VINCULAÇÃO DA FACULDADE DE ARQUITETURA COM A COMUNIDADE: UM ESTUDO DE CASO NO EQUADOR

Andrea Jaramillo Benavides, Me. (UFSC/ UTE);

Myrian Larco Benítez, Me. (UTE/ UNEX).

PALAVRAS CHAVE

Pesquisa-ação; projeto participativo; projetos sociais; Arquitetura.

Key Words

Action research; participatory Architecture; social projects.

RESUMO

A responsabilidade social é um tema importante para os centros de educação superior. Muitas universidades destinam fundos para a execução de projetos sociais. Esses projetos se desenvolvem num contexto onde é preciso aproveitar ao máximo os recursos disponíveis. É neste cenário que este trabalho apresenta a pesquisa-ação como uma metodologia que permite avaliar e melhorar a execução de projetos sociais desenvolvidos dentro da universidade, na procura de mais eficiência e maiores impactos. Por meio de um estudo de caso desenvolvido numa universidade no Equador, foi possível visibilizar as dificuldades e potencialidades da prática usada na execução dos projetos de vinculação com a sociedade, implementar mudanças na prática e avaliar os resultados.

ABSTRACT

Social responsibility is an important issue for the universities. They have funds for the implementation of social projects; its background requires making the most with the available resources. In this context, this paper presents the action research as a methodology to evaluate and improve the implementation of university social projects; the goal is more efficiency and higher impacts. Through a case study developed at a university in Equator, it was possible to visualize the weaknesses and strengths of the practice used in the execution of social projects, implement changes and assess the results.

1. INTRODUÇÃO

A universidade tem importância na formação de cidadãos que participem ativamente da coletividade. E como foi declarado pela UNESCO (1998) “a pertinência da Educação Superior deve ser avaliada em função da adequação entre o que a sociedade espera das instituições e o que elas fazem”.

É por isso que as universidades além de adaptar suas atividades de pesquisa e formação profissional às demandas da sociedade também possuem programas de responsabilidade social, que em muitos casos incluem projetos de cooperação que são desenvolvidos por estudantes e professores em resposta a determinada problemática social do meio.

A sustentabilidade social desses projetos é fundamental para a inserção e o impacto positivo das atividades acadêmicas na sociedade.

No Equador as instituições de educação superior devem desenvolver programas que, atendendo aos objetivos do Plano Nacional de Desenvolvimento, incluam projetos de “vinculação com a coletividade” para contribuir com a solução de problemáticas locais. Todos os professores e estudantes devem cumprir com uma carga horária mínima de participação nesses empreendimentos.

Nesse contexto na Faculdade de Arquitetura frequentemente são requeridos projetos arquitetônicos de edifícios que satisfaçam determinadas necessidades da população. A principal metodologia utilizada para desenvolvê-los é o projeto participativo, que permite a relação direta dos projetistas com “os clientes”.

García (2012) explica o papel do Arquiteto como “arquiteto-intérprete” na sociedade atual: onde o profissional interage com a comunidade, recebe toda a informação e, baseado no próprio conhecimento arquitetônico, racionaliza a problemática dentro do contexto social para finalmente formular uma solução adequada.

Dessa maneira, o uso da metodologia do projeto participativo nas atividades de vinculação faz parte da formação integral dos estudantes, porque aproxima-os ao do contato com os clientes no contexto que desenvolverão suas atividades profissionais no futuro.

No entanto, com o passar do tempo se faz necessário implementar melhorias na metodologia dos projetos de vinculação com a comunidade para ter processos mais eficientes, atingir um maior impacto e também auxiliar a novos professores que queiram propor novos empreendimentos na área.

É assim que por meio de um estudo de caso se desenvolveu um processo de pesquisa-ação, que “se aplica a projetos em que os práticos buscam efetuar transformações em

suas próprias práticas” (DOWLING; BROWN, 2010, p.153). É um mecanismo para tomar consciência dos princípios que conduzem determinado trabalho. (MCNIFF, 2010)

Ao desenvolver uma pesquisa qualitativa que acontece paralelamente com a ação estudada é necessário reconhecer que os resultados dependerão de vários fatores: participantes (e grau de intervenção de cada um), reflexão sobre o que se quer mudar do projeto e estratégias adotadas, o jeito de administrar o conhecimento e a ética. (TRIPP, 2005).

O estudo de caso foi desenvolvido num projeto de vinculação com a comunidade, apresentado pela Faculdade de Arquitetura, Artes e Design da Universidad Tecnológica Equinoccial e executado entre 2014 e 2015 na província de Pichincha no Equador.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Metodologia

Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizada a pesquisa-ação definida por Tripp (2005) como um processo contínuo, sistemático e empiricamente fundamentado para aprimorar uma prática. Escolheu-se este método porque a pesquisa-ação atua simultaneamente nos campos da prática e da pesquisa científica e a Tabela 1 (seguinte página) mostra como se apresenta a sequência de atividades, as ações desenvolvidas e o estudo da “ação” num ciclo de pesquisa.

A pesquisa-ação altera ao mesmo tempo o que está sendo pesquisado, neste caso o processo de execução do projeto de vinculação com a comunidade. Posto que é uma metodologia participativa, está limitada pelo contexto e pela ética da prática.

Tabela 01: Representação do ciclo de pesquisa

Sequência da ação	Ação realizada no campo da	
	Prática	Pesquisa
Planejamento	De uma mudança na prática	Da avaliação de resultados
Implementação	Da mudança na prática	Da produção de dados
Avaliação		a) Da mudança da prática b) Do processo de pesquisa-ação

Fonte: TRIPP (2005, p. 453)

Para a realização das atividades de pesquisa-ação foi adaptado o relatório-tipo de Tripp (2005) que tem as seguintes partes: introdução, reconhecimento (da situação, participantes, práticas atuais e intencionalidade), desenvolvimento dos ciclos, conclusões. A seguir está uma síntese da pesquisa-ação desenvolvida, partindo da observação da situação inicial da metodologia, inclui-se a análise feita durante cada fase da execução até a conclusão do projeto.

2.2. Pesquisa-ação no projeto de vinculação com a comunidade

Antes de começar o trabalho com o projeto foi caracterizado o contexto em que geralmente se desenvolvem esses tipos de atividades de vinculação na universidade, depois se propuseram as ações que seriam executadas para melhorar a metodologia de execução e tentar ter um maior impacto com os mesmos recursos.

Essa análise foi desenvolvida com alguns professores que já concluíram projetos anteriormente a síntese desse processo é apresentada na Tabela 2 (seguinte página).

Nos últimos três anos na Faculdade de Arquitetura se executaram mais de oito projetos diferentes de vinculação com a comunidade. Cada um deles atendeu as necessidades de setores diferentes da população, contou com participantes e colaboradores de distintos perfis profissionais, resolveu problemas específicos, etc.

Apesar dessas variantes se identificou um processo geral que todos eles seguiram, partindo da formulação do projeto até a avaliação, conforme mostra o diagrama 1.

Depois de identificar o contexto e o processo comum entre os projetos de vinculação da Faculdade, foi escolhido um projeto para fazer a pesquisa sobre a implementação das possíveis melhorias.

O nome final do projeto selecionado foi: Apoyo técnico Arquitectónico y Publicitario a la central del Bambú Andoas (CENBA) en el noroccidente de Pichincha.

As mudanças foram aplicadas em todas as fases e a avaliação foi feita ao final de cada uma com a finalidade de corrigir qualquer situação durante a etapa seguinte.

O Diagrama 2 mostra as mudanças implementadas na fase preliminar. Ao final do ciclo se avaliou o impacto dessas ações para poder definir as atividades na fase seguinte.

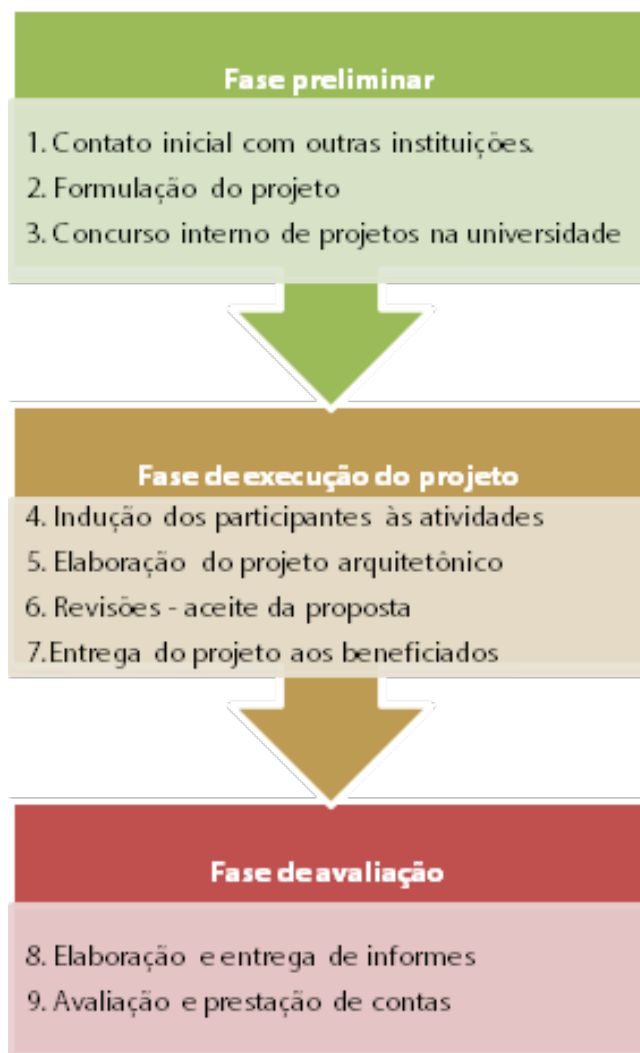


Tabela 02: Reconhecimento inicial do contexto de pesquisa

Cenário em que são desenvolvidos os projetos de vinculação	Ações propostas para melhoria na prática
A Faculdade de Arquitetura conta com quatro escolas: Arquitetura, Arquitetura Interior, Restauração e Design de modas; seus estudantes e docentes interagem nos projetos de vinculação, desde suas próprias áreas de atuação profissional.	Incluir participantes de outras faculdades na equipe do projeto para ter mais interdisciplinaridade e um maior número de participantes envolvidos, aproveitando melhor os recursos.
Em cada projeto de vinculação participam estudantes que não realizaram esse tipo de atividades anteriormente. A motivação inicial é conseguir o número de horas.	Fazer um processo de seleção de estudantes interessados em participar do projeto. Motivar os estudantes com dois mecanismos: a aprendizagem de temas de interesse complementares à sua formação e procurando seu compromisso com a realidade social em que se esteja trabalhando – Capacitações.
Os professores que trabalham no projeto tem a responsabilidade de organizar as atividades com os estudantes e monitorar o avanço de atividades e a qualidade dos produtos. Isto representa uma carga adicional de trabalho.	As atividades que os docentes desenvolvem no projeto podem estar vinculadas às matérias disponíveis na Faculdade.
Os projetos se desenvolvem em cooperação com pelo menos uma instituição externa: seja do Estado, privada, ONG ou organização social.	Procurar o trabalho em rede com instituições que já estejam trabalhando numa área específica, para ter um maior impacto social.
Geralmente os produtos são projetos arquitetônicos, urbanos ou artísticos, em algumas ocasiões esses projetos até foram executados com a participação dos estudantes e da comunidade.	Oferecer produtos complementares entre si.
Os projetos contam com um orçamento limitado para sua execução, é preciso procurar contribuições externas.	Determinar responsabilidades e contribuições específicas para cada uma das instituições cooperantes do projeto.
Em alguns casos existe um alto número de estudantes que se retiram do projeto antes da conclusão das atividades.	Dividir a entrega de produtos por fases , no fechamento de cada fase se reestrutura a equipe de trabalho. Permitindo a saída ou ingresso de novos estudantes no projeto sem afetar as atividades.
Muitas vezes, depois do processo de projeto participativo, o produto apresentado não satisfaz completamente o cliente, o que ocasiona mudanças no projeto arquitetônico, e isto pode desmotivar os estudantes que participam das atividades.	Fazer uma pré-entrega aos beneficiários com várias opções de anteprojetos , na qual eles possam decidir a opção mais conveniente e fazer observações. Levar um registro de todas as decisões feitas no processo em relação às modificações do projeto.
Não existe uma retroalimentação depois que o projeto foi concluído para a área de vinculação com a coletividade da Faculdade nem da Universidade	Fazer uma reunião com a área de vinculação da Faculdade para dar um feedback do processo, que permita fazer previsões de possíveis problemas em futuros projetos.

Fonte: elaborada pelas autoras

Fase preliminar - mudanças implementadas



CONTATO COM OUTRAS INSTITUIÇÕES:

- trabalho em redes

Por meio da Rede Internacional do Bambu e Ratam (INBAR) se fez contato com a Mesa Setorial do Bambu do país, para conhecer as atividades que estavam desenvolvendo e as necessidades específicas de seus participantes interessados numa cooperação com a universidade além de expor as possibilidades de trabalho conjunto.



FORMULAÇÃO DO PROJETO

-interdisciplinarietà e contrapartidas no orçamento, produtos complementares

Duas instituições da Mesa Setorial do Bambu participaram do projeto com a universidade (cada uma delas também com uma contrapartidas no orçamento), além disso, as demais se ofereceram para colaborar caso fosse necessário.

Foi detectado que além da faculdade de Arquitetura (escolas de Arquitetura e Arquitetura Interior) era preciso trabalhar com a Faculdade de Ciências Sociais (publicidade e design gráfico).

Procuraram-se como participantes os docentes com o perfil compatível com as atividades, os estudantes foram selecionados por meio de cartas de intenção.



CONCURSO INTERNO DE PROJETOS NA UNIVERSIDADE

Aqui não tiveram variações, o projeto completo foi apresentado dentro dos prazos e seguiu o processo de seleção.

Depois de executar e avaliar o primeiro ciclo foram obtidas algumas conclusões e sinais de melhoria no processo:

- O contato com a Mesa Setorial do Bambu permitiu conhecer a situação atual na área que o projeto iria trabalhar, posto que aí estão mais de 30 instituições do país envolvidas com o tema. Facilitou a identificação das necessidades do setor. Permitiu mostrar-lhes as diferentes disciplinas nas quais se trabalha com os estudantes e as alternativas de cooperação.

- Ao ter na equipe docentes interessados na área específica do projeto, eles se interessaram em pertencer à Mesa Setorial, o que abriu para a universidade um campo de trabalho no futuro.

- Os diretores do projeto foram os docentes universitários, mas o projeto foi formulado conjuntamente com os cooperantes, neste caso a empresa estadual CENBA e a organização internacional INBAR. Isto permitiu definir contrapartidas institucionais no orçamento.

- A empresa estadual CENBA, que produz laminados de bambu, foi a beneficiária direta do projeto. Suas necessidades incluíam: um projeto arquitetônico de adequação do espaço físico atual de operações, o projeto arquitetônico interior de um showroom e, como complemento, uma campanha publicitária que mostre os produtos elaborados com bambu que são oferecidos pela instituição e os fornecedores e artesãos da região.

- A seleção de estudantes por meio de análise de cartas de intenção permitiu incluir no processo pessoas interessadas na temática do projeto, que tinham pré-disposição para colaborar efetivamente no trabalho.

Observando esses resultados iniciou-se o segundo ciclo. O Diagrama 3 mostra as mudanças implementadas na fase de execução do projeto.

Fase de execução do projeto - mudanças implementadas

INDUÇÃO DOS PARTICIPANTES ÀS ATIVIDADES:

- gerar compromisso dos participantes com os beneficiados, capacitação



Esta indução foi desenvolvida tanto pelos docentes encarregados quanto pelos representantes das instituições cooperantes. Foi desenvolvida nas instalações da CENBA, assim os estudantes e docentes participantes tiveram um contato inicial direto com o "cliente", conheceram o processo de fabricação de laminados, os bambuzais e perceberam a importância do trabalho que desenvolveriam. Além disso, tiveram uma capacitação em projeto com bambu e trabalho em equipe.

ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS ARQUITETÔNICOS E PUBLICITÁRIOS

- motivação aos estudantes, controle de qualidade dos produtos



Os estudantes tiveram duas reuniões com o beneficiário que serviram para resolver dúvidas que apareciam no processo.

Depois foram divididos em grupos e se organizou um "concurso interno" de propostas. Cada grupo contava com a assessoria docente para acompanhar a elaboração dos projetos. Houveram reuniões para apresentar internamente as propostas dos grupos e fazer observações da equipe antes de mostrá-las aos beneficiados.

REVISÕES E ACEITE DA PROPOSTA:

- entrega dos produtos por fases e registro dos acordos com os beneficiários



Foi planejado que todos os grupos de estudantes apresentem suas propostas no nível de anteprojeto às instituições cooperantes. Nessa reunião os beneficiados decidiram qual delas devia ser desenvolvida em detalhe para a entrega final.

ENTREGA DO PROJETO AOS BENEFICIADOS:

-otimização de recursos



Grande parte dos recursos do projeto é destinada ao evento de difusão e entrega do projeto aos beneficiados. Nesta ocasião se decidiu fazer este evento compartilhado, quer dizer que dois projetos de vinculação da Faculdade foram entregues na mesma cerimônia. Para organizar o evento foram incluídos no projeto estudantes da escola de Relações Públicas.

- Na avaliação do segundo ciclo se obtiveram as seguintes observações:
- A indução dos estudantes ao projeto teve várias fases: primeiro uma reunião interna somente com os docentes para conversar sobre a importância dos projetos de vinculação e do compromisso dos participantes, depois a visita ao local do projeto (instalações da CENBA) que foi conduzida pelos beneficiários, onde

eles mostraram a situação atual da população dedicada ao bambu na região, contextualizando as atividades que seriam desenvolvidas no projeto e a fase final da indução, foi uma roda de perguntas na qual os estudantes resolviam qualquer dúvida.

- Adicionalmente a instituição cooperante INBAR ofereceu uma capacitação sem custo aos estudantes participantes do projeto, na qual

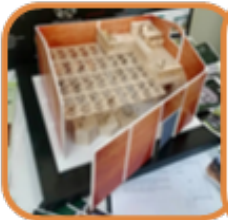
- os interessados aprenderam a trabalhar com os laminados de bambu para armar painéis decorativos. Nesta atividade participaram apenas 10% dos estudantes do projeto.
- Para o processo de elaboração dos anteprojetos arquitetônico, de interiores e publicitário a metodologia escolhida foi dividir os estudantes em grupos para ter mais opções de proposta para os beneficiários e garantir que todos os participantes dos grupos tenham a mesma carga de trabalho. Essa estratégia funcionou com os estudantes da Faculdade de Arquitetura, enquanto na área de publicidade somente serviu para um dos produtos: o logotipo e proposta de imagem corporativa.
- Com os estudantes que trabalhavam nos produtos publicitários o docente que guiava o processo desenvolveu as atividades com uma metodologia diferente: todos tinham reuniões gerais, mas um grupo trabalhava na elaboração do vídeo enquanto os outros faziam o material publicitário impresso e os catálogos dos produtos.
- Durante o processo interno de projeto, se indicou aos estudantes que seriam eles que iriam apresentar e “defender” suas propostas aos beneficiários, que os docentes somente estavam presentes para acompanhar o processo e resolver dúvidas de cada grupo.
- Na primeira fase de entrega, cada grupo de estudantes apresentou os anteprojetos arquitetônicos e de interiores aos representantes da CENBA e INBAR. Neste espaço se conversou principalmente da viabilidade de cada proposta. A decisão adotada pelos beneficiários foi uma combinação das propostas no caso do projeto interior e elegeram somente uma opção entre as propostas arquitetônicas.
- Ao concluir a primeira fase, 5% dos estudantes participantes se retiraram do projeto, o motivo foi que já tinham o total de horas de vinculação que precisavam.
- Para a segunda fase de elaboração dos projetos (arquitetônico e de interiores), todos os estudantes de cada área trabalharam na elaboração do mesmo produto, as atividades foram divididas entre todos: planos elétricos, sanitários, maquetes, etc.
- Para a entrega final das propostas aos beneficiários foi organizado um evento conjuntamente com os diretores de outro projeto de vinculação da Faculdade, isso permitiu poupar recursos econômicos e físicos e atrair mais pessoas ao evento. O espaço físico escolhido não foi a melhor opção para mostrar os projetos arquitetônicos.
- O evento de entrega do projeto foi organizado por estudantes da escola de Relações Públicas, que estiveram encarregadas de contatar meios de comunicação para dar cobertura e também organizar a logística.
- Todas as comunicações entre docentes e estudantes foram desenvolvidas por meio de uma rede social, o que permitiu a visualização e resposta imediata de cada tópico.
- O ciclo final do processo corresponde à fase de avaliação, na qual cada um dos participantes do projeto de vinculação entrega um informe de atividades aos diretores, que por sua vez elaboram o informe geral para apresentar no departamento de Vinculação com a Sociedade da Universidade. O diagrama 4 mostra as mudanças implementadas nessa etapa:

Fase de conclusão e avaliação do projeto - mudanças implementadas



ELABORAÇÃO E ENTREGA DE INFORMES

Cada estudante apresentou seu informe em formato digital, toda a informação do projeto foi coletada pelo diretor do projeto. Foi permitido que os estudantes entregassem um CD por grupo, sempre que contenha informação individual de cada participante. A direção do projeto elaborou o informe final.



AVALIAÇÃO E PRESTAÇÃO DE CONTAS

A entrega do informe final ao departamento de vinculação se fez em formato físico e digital.

Houveram tentativas de fazer uma avaliação interna com os participantes e um *feedback* com os encarregados de vinculação da Faculdade, mas não foi possível porque a diretora do projeto não pôde estar presente.

Depois de avaliar a última fase do projeto, as observações foram:

- A entrega individual de informes, dependendo do número de participantes, dificulta a sistematização dos dados para a elaboração do informe final.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados positivos das mudanças da prática nos projetos de vinculação foram a pouca desistência dos estudantes durante a execução de atividades; a participação de alunos de cinco diferentes escolas da Universidade: Arquitetura, Arquitetura Interior, Publicidade, Design Gráfico e Relações Públicas; a inclusão da universidade na Mesa Setorial do Bambu e a poupança de recursos durante o processo.

O projeto desenvolvido pela universidade foi incluído no plano operativo anual da Mesa Setorial do Bambu, dentro da qual se formou uma rede de universidades que trabalham no tema. Meses depois foi organizado um seminário internacional no qual vários participantes do projeto (docentes e estudantes) assistiram.

A inclusão de outras escolas da universidade na execução do projeto trouxe novas problemáticas: a metodologia de projeto não pode ser reproduzida em outras áreas, a prática docente dificulta o encontro de espaços de reunião e planificação de atividades com professores de outras escolas, é difícil reunir todos os estudantes no mesmo lugar para ter a oportunidade de intercambiar avanços entre as diferentes disciplinas, o monitoramento dos diferentes produtos deve ser desenvolvido por docentes de cada

área que estejam comprometidos com o projeto.

Os problemas oriundos da interdisciplinaridade não representam um impedimento para que se continue trabalhando por essa linha, ao contrário, exigem prestar maior atenção à conformação da equipe de trabalho e dar maior ênfase ao aproveitamento do tempo de reuniões de planificação.

Houveram estudantes que se retiraram do projeto porque já tinham completado a quantidade de horas de vinculação que precisavam, mas também se teve uma porcentagem de estudantes na mesma situação que decidiram permanecer até o final das atividades, sentiam-se comprometidos com o projeto. Nessa circunstância os professores tinham duas opções: pedir-lhes que se retirassem para permitir o ingresso de novos alunos que precisavam cumprir com essa atividade ou deixar concluir o processo.

A decisão de pedir para os estudantes abandonarem o projeto para permitir o ingresso de novos participantes teria aumentado o número de participantes no projeto e melhorado os indicadores no momento do informe final. No entanto optou-se por manter a equipe que iniciou o projeto, porque o compromisso com as atividades faz parte da responsabilidade social que cada indivíduo possui e que a universidade deve incentivar nos estudantes.

Não existe uma ferramenta que permita facilitar a recepção dos informes dos participantes do projeto, a apresentação individual dificulta o processamento de dados para a elaboração do relatório final. Os projetos de vinculação poderiam ser incluídos na plataforma virtual da universidade, permitiria a entrega de arquivos virtuais facilitando

o monitoramento por parte dos docentes; além disso, facilitaria a geração de indicadores dos projetos.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa-ação permitiu visualizar os pontos estratégicos a melhorar e as potencialidades da prática usada na execução dos projetos de vinculação com a sociedade da Faculdade de Arquitetura, planificar e executar mudanças em resposta a problemas comuns identificados por executores de projetos anteriores.

Foi possível implementar ações para obter melhorias na execução das atividades planejadas. Essas melhorias foram observadas na equipe de trabalho, na qualidade dos produtos apresentados e nas repercussões posteriores do projeto.

Finalmente por meio da pesquisa-ação foram detectadas outras problemáticas que não puderam ser resolvidas na execução do projeto estudado, mas que podem ser levadas em consideração para futuros trabalhos.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Vinculação com a Coletividade e à Faculdade de Arquitetura, Artes e Design da Universidad Tecnológica Equinoccial.

Aos participantes do projeto de vinculação Apoyo técnico Arquitectónico y Publicitario a la central del Bambú Ando- as (CENBA) en el noroccidente de Pichincha.

REFERÊNCIAS

1. BALDISSERA, Adelina. **Pesquisa-ação: uma metodologia do conhecer e do agir coletivo. Sociedade em debate**, Pelotas, v.7, n.2, p.5-25, ag.2001. Disponível em: <<http://revistas.ucpel.tche.br/index.php/rsd/article/view-File/570/510>>. Acesso em: 18 dez. 2015.
2. CONGRESO UNIVERSIDAD Y COOPERACIÓN AL DESARROLLO, 6., 2013, Valencia. Actas del VI Congreso Universidad y Cooperación al Desarrollo. Valencia: Universitat Politècnica de València, 2013. 1075 p. Disponível em: <http://www.sextocongresocud.es/wp-content/uploads/2013/03/vicongresocud2013_submission_153.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2015.
3. DOWLING, Paul; BROWN, Andrew. **Doing Research/ Reading Research: Re-interrogating education**. 2. ed. New York: Routledge, 2010.

4. GARCÍA, William. **Arquitectura Participativa: las formas de lo esencial**. Revista de Arquitectura, Bogotá, v. 14, n. 1, p.4-14, jan. 2012. Anual. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articuloBasic.oa?id=125125877002>>. Acesso em: 18 dez. 2015.

5. MCNIFF, Jean. **Action research for professional development: concise advice for new (and experienced) action researchers**. York: September Books, 2010. 192 p. Disponível em: <<http://www.jeanmcniff.com/>>. Acesso em: 12 dez. 2015.

6. TRIPP, David. **Pesquisa-ação: Uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p.443-446, set. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a09v31n3>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

8. UNITED NATIONS EDUCATIONAL SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **La Educación Superior en el siglo XXI: visión y acción**. París: Unesco, 1998. Tomo I. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001163/116345s.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2015.

COMPORTAMENTO TÉRMICO DE APARTAMENTOS EM USO DURANTE O INVERNO

Ana Lígia Papst de Abreu, Dra. (IFSC);

Camila Ferreira da Silva, graduanda em Eng. Civil (IFSC);

Carla Bortolotto Corrêa, graduanda em Eng. Civil (IFSC).

PALAVRAS CHAVE

Desempenho térmico; comportamento do usuário; graus hora para aquecimento

KEY WORDS

Thermal performance; user behavior; degree-hour for heating

RESUMO

Recentes pesquisas usam simulação computacional para analisar os parâmetros físicos da edificação e o comportamento do usuário no desempenho térmico dos ambientes. Este estudo quantifica termicamente como as ações dos ocupantes alteram o desempenho térmico de três apartamentos em uso, na cidade de Florianópolis. O objetivo deste trabalho é demonstrar a variação que ocorre no comportamento térmico do ambiente em função dos ajustes feitos pelo usuário. O método utilizado foi a medição das temperaturas internas durante 28 dias no inverno. O conceito de grau horas para aquecimento foi utilizado para comparar as temperaturas dos três apartamentos em uso com a temperatura de um apartamento vazio. Os resultados mostraram que a diferença nos valores de grau-horas para o aquecimento dos três apartamentos foi entre 32,7% e 57,3%. Como conclusão, recomenda-se que as simulações de desempenho térmico incorporem em suas análises as grandes discrepâncias no modo como as pessoas interagem com seu ambiente.

ABSTRACT

Recent researches use simulation to analyze the building physical parameters and user behavior in thermal performance of buildings. This study quantifies the influence of the actions of the occupants in the thermal performance of the buildings in three apartments occupied in Florianópolis. The objective of this study is to demonstrate the variation in thermal behavior because of the user settings. The method used was the measurement of internal temperatures for 28 days in the winter. The degree-hours for heating was used to compare the thermal behavior of the three apartments in use with the temperature of an unoccupied apartment. The results showed that the difference in degree-hour for heating of the three apartments was between 32,7% and 57,3%. In conclusion, it is recommended that the thermal performance simulations incorporate in their analysis the large discrepancies on how people interact with their environment.

5. INTRODUÇÃO

Em 2014 (BRASIL, 2015), o setor residencial foi o segundo maior setor que contribuiu para o crescimento da demanda de eletricidade (5,7%), ficando atrás apenas do setor comercial (7,4%). O uso dos edifícios tem forte contribuição na emissão de CO₂ e ao mesmo tempo as edificações são a alternativa mais barata para redução destas emissões. (AGOPYAN e JOHN, 2011).

O consumo total de energia em edificações residenciais é influenciado por diversos fatores, desde o clima, o sistema construtivo, a orientação solar, os equipamentos da edificação, e o comportamento dos ocupantes em suas atividades diárias. Os ocupantes não são receptores passivos do ambiente interno, ao contrário, eles interagem com os sistemas da edificação para melhorar as condições de conforto visual, térmica, acústica e de qualidade do ar (HONG et al., 2015). Sendo que o conforto dos usuários está fortemente relacionado ao consumo de energia (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014). Com relação à avaliação de conforto térmico, esta é subjetiva, pois lida com sensações térmicas de seres humanos. Por isso, neste artigo não se trabalhará com o conforto térmico, mas com as temperaturas internas dos ambientes ocupados, considerando que os ocupantes alteram as condições internas sempre buscando melhorar a sensação térmica.

O objeto de estudo deste artigo, é o comportamento térmico de ambientes internos ocupados, e esta verificação pode ser feita através de medições in loco ou através de simulações computacionais. As simulações computacionais utilizam modelos matemáticos teóricos ou derivados de dados experimentais, e as vantagens são várias, indo desde a rapidez dos resultados até a possibilidade de análises paramétricas. Mas diferentes softwares analisando o comportamento de uma mesma edificação podem apresentar diferenças nos resultados finais (ABREU, 2004).

As pesquisas de comportamento térmico em edificações residenciais através de simulação computacional têm muitas vantagens frente às pesquisas de coleta de dados em casos reais. Mas como justificativa para este artigo, tem-se que as medições in loco são a representação real do que se estima e se analisa por simulações. Além do que, as medições em casos reais servem para validar as situações resultantes de simulações.

O objetivo deste artigo é demonstrar a variação que ocorre no comportamento térmico do ambiente em função dos ajustes feitos pelo usuário para melhorar a sensação de conforto térmico, e desta forma servir para validar simulações computacionais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As desvantagens da medição de dados de temperatura em ambientes reais é a necessidade de medições durante um longo período. E muitas vezes estas medições podem ocorrer num período, ou mesmo num ano, onde os dias considerados típicos, não ocorram (ABREU, 2004). As medições de desempenho térmico em locais de trabalho são mais viáveis de serem executadas quando as empresas têm interesse nos resultados (VECCHI, 2015), mas em ambientes residenciais existe um pouco de resistência dos moradores a este tipo de medição.

O desempenho térmico de edificações habitacionais é um dos fatores listados nas exigências dos usuários com relação à habitabilidade na NBR 15.575 (ABNT, 2013). Esta norma estabelece dois procedimentos para avaliação da adequação das edificações com relação ao desempenho térmico. O primeiro procedimento é através da verificação do atendimento dos sistemas construtivos de vedações verticais e coberturas aos critérios estabelecidos de transmitância térmica e capacidade térmica, e se estes não forem atendidos, a avaliação deve ser feita através de simulação computacional. A NBR 15.575 apresenta valores mínimos de transmitância térmica e de capacidade térmica de coberturas e vedações verticais, como procedimento de verificação de atendimento aos requisitos mínimos de desempenho térmico. O segundo procedimento para verificação do desempenho térmico é através de medições de temperaturas em edificações ou protótipos em tamanho real. Na NBR 15.575 (ABNT, 2013) a avaliação do desempenho térmico da edificação por medição deve ser feita num dia típico de projeto (verão e inverno), que é caracterizado unicamente pelos valores da temperatura do ar. Um dia típico de verão em Florianópolis tem temperatura máxima diária de 32,7°C e amplitude de 6,6°C, e um dia típico de inverno tem temperatura mínima diária de 6,0°C e amplitude diária de 7,4°C. No verão, para a edificação ser considerada com um desempenho térmico "Mínimo", a temperatura interna máxima nos ambientes de permanência prolongada (salas e dormitórios) tem de ser inferior a temperatura externa máxima. Para um desempenho térmico "Mínimo" de inverno, os ambientes de permanência prolongada têm de apresentar temperatura interna mínima 3°C acima da temperatura mínima externa.

As medições das condições térmicas em ambientes podem ser feitas em ambientes em uso ou desocupados. Mas nos ambientes desocupados não se demonstra os ajustes que os usuários fazem para melhorar a sua sensação de conforto (PAPST, 2004). No texto da NBR 15.575 não é feita nenhuma referência aos ambientes estarem ou não sendo ocupados.

As simulações computacionais mostram que as ações dos usuários, em função do desempenho térmico da edificação e da sua sensação térmica, tem forte impacto no consumo de energia. (BONTE; THELLIER; LARTIGUE, 2014).

Atualmente, as simulações computacionais são usadas mais do que simplesmente estimar o consumo e comportamento térmico de uma edificação, são usadas também para identificar os parâmetros mais dominantes no comportamento térmico, e atribuir a incerteza a este parâmetro (IEA, 2013). A simulação computacional também está sendo usada para estimar a discrepância devida ao comportamento dos ocupantes. (BONTE; THELLIER; LARTIGUE, 2014; SILVA e GHISI, 2014; VIROTE e NEVES-SILVA, 2012). Usualmente, o comportamento dos usuários utilizados em simulações é baseado em premissas estabelecidas pela pesquisa, e não baseada em observações ou métodos estimativos a partir de medições reais.

Silva e Ghisi (2014), através de simulação, determinaram a incerteza do desempenho térmico e do consumo de energia numa edificação residencial em função dos parâmetros físicos da construção e do comportamento do usuário. Foram simulados 2080 casos, para diferentes variações paramétricas dos aspectos físicos da edificação e do comportamento do usuário. Para a análise do desempenho térmico da edificação, os autores usaram tanto o conceito de graus hora para aquecimento e para resfriamento, quanto o consumo de energia do ar condicionado. Na simulação para cálculo dos graus hora para aquecimento e resfriamento, considerou-se que a edificação só usava ventilação natural. Para cálculo dos graus hora para aquecimento utilizou-se como base a temperatura de 19°C, e para resfriamento a temperatura de 26°C. Uma das conclusões que chegaram, é que utilizando o somatório de graus hora de aquecimento, a incerteza é superior a 17,2% para os parâmetros físicos da edificação, e de 21,5% para os parâmetros de comportamento dos usuários. Para o somatório de graus hora de resfriamento, obteve-se 15,2% de incerteza para os parâmetros físicos da edificação e de 6,6% para os parâmetros de comportamento dos usuários. Desta forma, observa-se que as maiores incertezas ocorrem com relação ao comportamento dos usuários nos períodos frios, quando é necessário o aquecimento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

As simulações computacionais mostram que as ações dos usuários, em função da sua sensação térmica, tem forte impacto no desempenho térmico da edificação. Para poder comparar a variação térmica interna, tendo como foco o com-

portamento dos usuários de edificações residenciais em uso, buscou-se minimizar os impactos das variáveis construtivas e climáticas. Assim, as medições foram feitas todas no mesmo período, buscou-se a tipologia de edifício multifamiliar para se trabalhar com apartamentos de mesma planta (apesar de terem orientações solares diferentes), e apartamentos que não fossem no último pavimento (evitar a carga térmica advinda pela cobertura) ou no pavimento térreo (evitar a possibilidade de perda de calor pelo contato da laje com o solo). Os apartamentos monitorados fazem parte de dois condomínios com a mesma planta do pavimento tipo, e estão localizados no mesmo micro-clima de Florianópolis. As medições foram feitas nos apartamentos onde os proprietários concordaram em participar da pesquisa. A seguir é feita uma descrição dos apartamentos, após como foram feitas as aquisições de temperaturas, e finalmente os critérios adotados para a análise e comparação dos dados.

3.1. Descrição dos apartamentos monitorados

Os apartamentos monitorados não pertencem todos ao mesmo bloco e não estão localizados todos mesmo andar. As limitações desta pesquisa nesta etapa são duas: os apartamentos e ou ambientes têm diferentes orientações solares; e o sombreamento do entorno é parecido, mas não idêntico. As características de aberturas e vedações verticais (paredes) são as mesmas. A Figura 1 demonstra as características térmicas dos fechamentos verticais opacos, que atende aos requisitos da NBR 15.575 para Florianópolis.

Figura 01: Croqui da vedação vertical com suas características de transmitância e de capacidade térmica



Transmitância térmica: $1,97\text{W/m}^2\text{K}$
Capacidade térmica: $151,67\text{kJ/m}^2\text{K}$

Fonte: Autores

As medições foram feitas em três apartamentos em uso e um apartamento desocupado, que serviu de referência. Mas como o apartamento desocupado estava à venda, este não permaneceu fechado durante todo o período da medição. Ocorreram visitas esporádicas de corretores de imóveis com interessados no imóvel.

A Figura 2 mostra a localização dos apartamentos nos quatro blocos que fazem parte do condomínio analisado, a orientação solar dos apartamentos, e também os critérios de designação dado aos apartamentos (A, B, C e V para o apartamento vazio, desocupado). Os apartamentos são todos de canto.

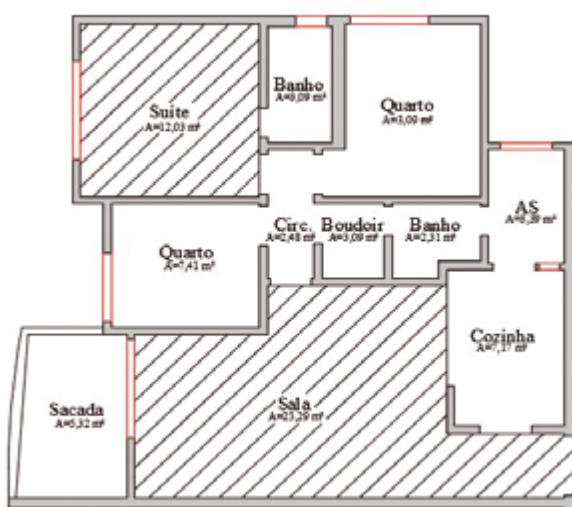
Figura 02: Croqui de localização dos apartamentos nos edifícios



Fonte: Imagem Google Earth adaptada pelos Autores

Na Figura 3 apresenta-se a planta de um dos apartamentos, onde se verifica que a suíte e a sala (ambientes monitorados) têm as aberturas na mesma orientação solar. Mas a suíte tem vedações verticais em duas orientações solares diferentes.

Figura 03: Croqui da planta do apartamento tipo.



Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados fornecidos pela construtora





Com exceção do apartamento desocupado, todos os apartamentos possuem condicionador de ar quente e frio na sala e na suíte, e não se teve controle de se estes equipamentos foram acionados durante o período das medições.

3.2. Medição das temperaturas

Para a aquisição dos dados de temperatura foram utilizados quatro modelos diferentes de aquisição de dados (data loggers) da Onset Corporation (Tabela 1), e os dados coletados foram transferidos pelo software próprio do equipamento

(HOBOWare) a um computador pessoal, para posterior análise.

Tabela 01: Descrição dos sistemas de aquisição utilizados para medição das temperaturas

Modelo	Imagem	Faixa de medição	Acurácia
HOBO® Temp/RH U12-011		-20°C a 70°C	± 0,35°C
HOBO® Temp/RH UX100-003		-20°C a 70°C	± 0,21°C
HOBO® Pro v2 U23-001		-40°C a 70°C	± 0,21°C
HOBO® Pendant® Temp/Light UA-002-08		-20°C a 70°C	± 0,53°C

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos manuais dos equipamentos

Para a medição das temperaturas externas foi utilizado o modelo U23-001, ideal para ambiente externo, e colocado na sacada do Apartamento C. Os outros equipamentos foram dispostos sobre móveis de madeira, buscando sempre a centralidade dos ambientes e evitando serem colocados próximos a paredes que tenham contato com o exterior.

A aquisição de dados das temperaturas (salas, suítes e ambiente externo) foi feita de quinze em quinze minutos, durante os dias 08 de julho e 04 de agosto de 2015, e posteriormente feita a média hora a hora numa planilha do Excel. Também foram feitas as médias das temperaturas diárias, verificada a temperatura máxima e mínima diária, tanto dos ambientes internos, quanto do ambiente externo.

3.3. Critérios para comparação do comportamento térmico

Para uma primeira caracterização do comportamento térmico dos ambientes internos com relação à temperatura externa, os dados de temperatura medidos internamente e

externamente são apresentados em gráficos com a temperatura média diária, temperatura máxima diária e temperatura mínima diária.

O critério de somatório de graus hora ($\Sigma^{\circ}\text{C.h}$) para aquecimento foi utilizado para comparar os ambientes internos ocupados com os ambientes do apartamento desocupado e também com o ambiente externo. O somatório de graus hora para aquecimento é determinado usando-se uma temperatura base, onde se faz o somatório de graus que estejam abaixo deste limite estipulado (Figura 4). As temperaturas base para análise nesta pesquisa foram de 19°C e 21°C.

Figura 4: Exemplo de Somatório de graus hora de aquecimento



Fonte: autores

4. RESULTADOS

Na Figura 5, as temperaturas máximas, médias e mínimas dos ambientes internos (apartamentos em uso e desocupado) são apresentadas sobre as temperaturas máximas, médias e mínimas do ambiente externo.

Apesar das medições terem ocorrido nos meses de julho e início de agosto, não ocorreu nenhum dia típico de inverno (ABNT, 2013), com temperatura mínima diária de 6,0°C e amplitude diária de 7,4°C. Utilizando o critério de desempenho térmico “Mínimo” de inverno da NBR 15.575, os ambientes de permanência prolongada em Florianópolis têm de apresentar temperatura interna mínima 3°C acima da temperatura mínima externa, ou seja, superior a 9°C. Como a menor temperatura externa do período de 28 dias de monitoramento foi de 16,7°C, com amplitude de 2,4°C, não ocorreram dias com temperaturas baixas para esta análise. O que se observa é que todas as temperaturas internas mínimas foram superiores ao preconizado pela NBR 15.575 como desempenho térmico Mínimo (9°C). Comparando a diferença da temperatura mínima externa com a mínima interna da sala, a diferença no apartamento vazio foi entre 1°C e 3°C acima, sendo que nas salas dos apartamentos ocupados a diferença das temperaturas mínimas variou entre 1,3°C no apartamento B, até 5°C no apartamento A. Para a temperatura mínima externa comparada com a mínima interna nas suítes, a diferença foi

menor, no apartamento desocupado os valores variaram entre 0,3°C e 2°C, e nas suítes dos apartamentos ocupados foi entre 1,1°C (apartamento C) e 3,8°C (apartamento A).

A Tabela 2 apresenta o somatório de graus hora ($\Sigma^{\circ}\text{C.h}$) para aquecimento de todos os ambientes internos e do ambiente externo, tendo como base 19°C e 21°C. Através da análise da Tabela 2, observa-se que todos os ambientes internos apresentaram graus hora inferiores ao ambiente externo, tanto para temperatura base de 19°C quanto 21°C. Em função do que se observou de comportamento térmico das temperaturas mínimas internas, o somatório de graus hora de aquecimento dos ambientes suítes foram superiores ao somatório de graus hora de aquecimento dos ambientes salas. Isto possivelmente se deve aos ganhos de calor advindos da cocção. O somatório de graus hora tendo como base 19°C, não apresentou valores para os ambientes das salas dos apartamentos, e para a suíte do apartamento A, que tem abertura para Norte, e parede externa a leste. Possivelmente os ganhos térmicos solares das primeiras horas do dia fizeram com que este ambiente não apresentasse temperaturas inferiores a 19°C, visto que a moradora relatou que minimiza ao máximo o uso do condicionamento de ar, e o utiliza mais para resfriamento do que aquecimento.

As comparações dos valores de graus hora são feitas a seguir em duas partes, uma primeira com relação ao ambiente externo, e outra com relação ao apartamento desocupado.

Comparando com o ambiente externo, o somatório de graus hora de aquecimento da sala do apartamento desocupado, tendo como base 21°C, foi em torno de 40% do valor do somatório de graus hora externo, e na suíte 76% do valor dos graus hora de aquecimento do ambiente externo. Nos apartamentos ocupados, os percentuais de graus hora de aquecimento internos comparados com o externo variaram nas salas entre 1,8% e 5,5%. Nas suítes dos apartamentos ocupados, esta variação foi entre 22,1% e 38,5%.

Figura 5: Gráficos das distribuições das temperaturas mínimas, médias e máximas internas dos oito ambientes monitorados sobre as temperaturas mínimas, médias e máximas externas

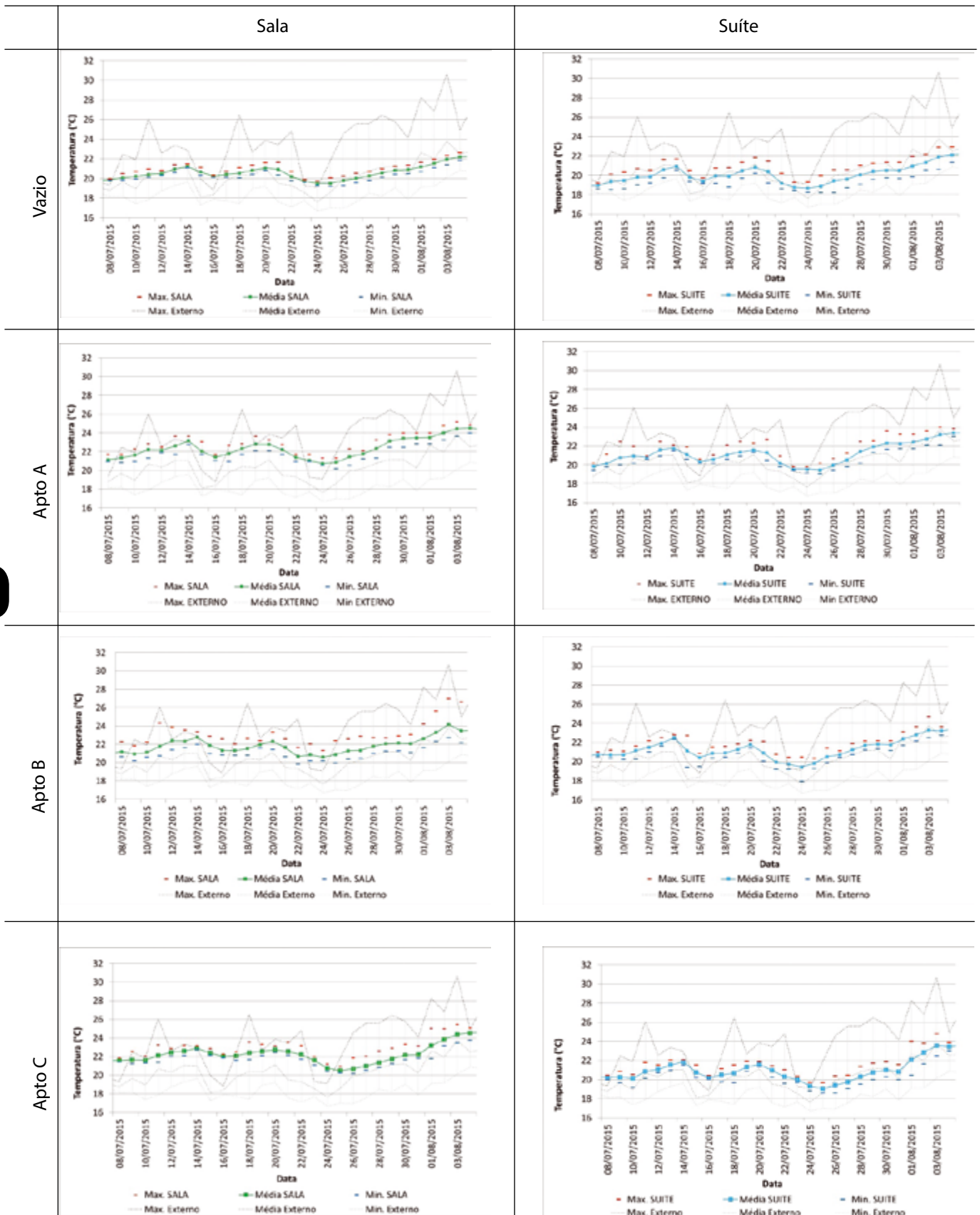


Tabela 2: Somatório do grau hora para temperaturas menores que 19°C e 21°C

	Externo	Apartamento Vazio		Apartamento A		Apartamento B		Apartamento C	
		Sala	Suíte	Sala	Suíte	Sala	Suíte	Sala	Suíte
$\Sigma^{\circ}\text{C.h} < 19^{\circ}\text{C}$	204,2	0,0	35,7	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	6,1
$\Sigma^{\circ}\text{C.h} < 21^{\circ}\text{C}$	936,1	372,8	709,1	16,7	270,2	51,1	206,9	32,3	360,7

Fonte: Autores

Quando se relaciona o somatório de graus hora de aquecimento dos apartamentos em uso com o apartamento desocupado para a temperatura base de 21°C, observa-se que na sala, os apartamentos ocupados apresentaram menor relação. O somatório de graus hora de aquecimento da Sala do Apartamento A, foi somente 4,5% do somatório de graus hora de aquecimento do apartamento desocupado, e esta percentagem foi de 13,7% na sala do apartamento B, e de 8,7% na sala do apartamento C. Já nas suítes, o somatório de graus hora de aquecimento apresentou valores maiores, e a porcentagem da relação de graus hora de aquecimento da suíte do apartamento desocupado com os graus hora de aquecimento das suítes dos apartamentos em uso, também aumentou. A suíte do apartamento A apresentou valor de graus hora de aquecimento 38,1% em relação ao apartamento desocupado, e estes valores foram 29,2% para a suíte do apartamento B e 50,9% para a suíte do apartamento C.

Comparando os somatórios de graus hora de aquecimento entre os apartamentos ocupados entre si, com relação à base de 21°C, encontra-se uma diferença de 32,7% nos valores das salas (apartamentos A e B), e de 57,3% nos valores das suítes (apartamentos B e C).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As simulações computacionais tem a grande vantagem de analisar diversos cenários de uso, tipos de edificações, climas, entre outros, que em medições reais se tornariam muito difíceis de serem replicadas. Silva e Ghisi (2014) mostraram através de simulação computacional que as maiores incertezas, nos critérios por eles analisados, ocorreram com relação ao comportamento dos usuários nos períodos frios, mais do que a incerteza dos parâmetros físicos da edificação.

As comparações do somatório de graus hora de aquecimento dos ambientes do apartamento desocupado com relação ao somatório de graus hora de aquecimento do ambiente externo, foram entre 40% e 76%, enquanto nos apartamentos ocupados esta relação com os graus hora de aquecimento do

ambiente externo foi entre 1,8% e 38,5%. Relacionando os graus hora de aquecimento dos apartamentos ocupados com o apartamento desocupado, o ambiente da sala é que apresentou menor relação, e nas suítes a relação de graus hora de aquecimento chegou a ser de 50,9%. Isto ocorreu possivelmente pelos ganhos internos de calor da sala e a forma de ocupação do apartamento.

Quando os somatórios de graus hora são comparados somente entre ambientes em uso, obtêm-se variações de até 57,3%. Este valor obtido através de medições reais, com uma pequena amostra de apartamentos, demonstra que as simulações computacionais de desempenho térmico precisam considerar as grandes discrepâncias no modo como as pessoas interagem com seu ambiente residencial.

REFERÊNCIAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho parte 1: requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
2. ABREU, A.L.P. **Método Estimativo da Temperatura Interna de Edificações Residenciais em Uso**. 2004. 179p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.
3. AGOPYAN, V.; JOHN, V.M. **O desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. São Paulo: Blucher, 2011.
4. BONTE, B.; THELLIER, F.; LARTIGUE, B. **Impact of occupant's actions on energy building performance and thermal sensation**. *Energy and Buildings*. v. 76, p. 219-227, jun. 2014. BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2015: ano-base 2014. Relatório Síntese. Rio de Janeiro: EPE, 2015.
5. HONG, T. et al. **An ontology to represent energy-related occupant behavior in buildings. Part I: Introduction to the DNAs framework**. *Building and Environment*, v. 92, p. 764-777, out. 2015.

International Energy Agency (IEA), Energy in Buildings and Communities Programme (EBC) Annex 53 – Total Energy Use in Buildings, Analysis and Evaluation Methods, Final Report IEA, 2013.

6. LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3 ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014.

7. SILVA, A.S.; GHISI, E. **Uncertainty analysis of user behavior and physical parameters in residential buildings performance simulation**. *Energy and Buildings*. v. 76, p. 381-391, jun. 2014.

8. VECCHI, R. **Avaliação de conforto térmico em edificações comerciais que operam sob sistemas mistos de condicionamento ambiental em clima temperado e úmido**. 2015. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

9. VIROTE, J.; NEVES-SILVA, R. S tochastic models for building energy prediction based on occupant behavior assessment. *Energy and Buildings*. v. 53, 183-193, out. 2012.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas acadêmicas, ao IFSC pelos recursos disponibilizados ao projeto, ao LabEEE / UFSC pelo empréstimo de parte dos equipamentos utilizados, a construtora Cota que nos auxiliou de diversas formas, mas principalmente nos colocou em contato com os moradores e nos disponibilizou o apartamento vazio. E principalmente, aos moradores dos apartamentos que tão gentilmente nos possibilitaram fazer as medições em seus lares.

APLICAÇÃO DE PRECEITOS DA EDUCAÇÃO PARA SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE PROJETOS DE TRABALHOS DE CONCLUSÃO NO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM DESIGN DE PRODUTO DO IFSC.

Carla Arcoverde de Aguiar Neves, Dra. (IFSC); Raquel Bugliani, MSc. (IFSC); Rafael Burlani Neves, Dr. (UNIVALI); Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr. (UDESC).

PALAVRAS CHAVE

Sustentabilidade; educação para sustentabilidade; gestão ambiental; análise do ciclo de vida; design.

KEYWORDS:

Sustainability; education for sustainability; environmental management; life cycle analysis; design.

RESUMO

Este artigo tem como objetivo compreender a aplicação dos princípios da sustentabilidade no quadro curricular do Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto do IF-SC e quais são as falhas e potencialidades que devem ser exploradas para obter-se uma perspectiva no sentido da educação para a sustentabilidade. Pautando-se neste cenário, analisa-se também o nível de introdução dos princípios da sustentabilidade e gestão ambiental na relação design / empresas e qual o nível de intervenção permitida ou concretizada pelos acadêmicos do referido curso diante deste relacionamento. Para tanto, adotou-se a seguinte metodologia: análise dos TCCs desenvolvidos no período de 2009 e 2010; uma pesquisa de opinião com os alunos envolvidos e a avaliação das políticas ambientais das empresas parceiras. Disto, observou-se uma lacuna na aplicação dos aspectos concernentes à teoria e à prática para à sustentabilidade.

ABSTRACT

This article aims to understand the principles of sustainability in the curriculum framework of the Higher Technology Course in Product Design IF-SC and what are the shortcomings and potentials that should be exploited to obtain a perspective towards to education sustainability. And are based on this scenario, also looks up the level of introduction of the principles of sustainability and environmental management in relation design / companies and what level of intervention allowed or implemented by scholars of that course before this relationship. To this end, it adopted the following methodology: analysis of TCCs developed in the 2009 and 2010 period; a survey with students involved and evaluation of environmental policies of the partner companies. This, there was a gap in the application of aspects concerning the theory and practice for sustainability.

6. INTRODUÇÃO

As instituições de ensino, especialmente aquelas de ensino superior, são estimuladas e obrigadas a incorporar princípios ambientais em seus currículos e suas práticas.

Em cima dessa perspectiva, Correia et al (2010) comentam que as universidades que se empenham no ensino dos preceitos da sustentabilidade estão sendo desafiadas a integrar uma perspectiva holística em seus currículos tradicionais. Esta abordagem originou-se em função do incremento do conhecimento científico e dos recentes e inusitados paradigmas da sociedade pós-industrial, devendo, portanto, apresentar um caráter integrador com uma visão inter e transdisciplinar.

A relevância de tais questões educacionais é confirmada pelas Nações Unidas, que declarou os anos entre 2005 e 2014 como a década da educação para o Desenvolvimento Sustentável. (CORREIA et al, 2010)

Com o intuito de adequar-se a estas novas demandas, o Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto (CST Design de Produto) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IF-SC) incentiva o aluno a levar em consideração aspectos relacionados à sustentabilidade no desenvolvimento de produtos, usando como principal estratégia para este atendimento, a aplicação da Análise do Ciclo de Vida (ACV) e alguns outros princípios de Gestão Ambiental. Tem-se como discurso de incentivo à aprendizagem deste instrumento em específico que é a ACV, a justificativa de que tal, permite a vistoria de todas as fases que permeiam os processos de produção, rastreando os impactos ambientais provenientes de cada uma destas fases.

Espera-se, portanto, que por meio destes preceitos relacionados à sustentabilidade repassados durante a vida acadêmica do aluno, no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) haja também esta preocupação, uma vez que algumas das empresas parceiras utilizam estas noções como forma de vender seus produtos.

Tem-se então, como objetivo aqui, entender o nível de introdução dos princípios da sustentabilidade no quadro curricular do referido curso e quais são as falhas e potencialidades que devem ser exploradas para obter-se uma perspectiva no sentido da educação para a sustentabilidade. Por conseguinte, intenta-se analisar como esta relação de aplicabilidade dos princípios da sustentabilidade e gestão ambiental se configuram na relação design / empresas e qual o nível de intervenção permitida ou concretizada pelo acadêmico diante deste relacionamento. Neste contexto, propôs-se uma avaliação do nível de envolvimento

e contribuição dos acadêmicos do curso sobre os aspectos relacionados ao meio ambiente nos projetos de TCC desenvolvidos, bem como a análise do grau de preocupação das empresas em relação a estes mesmos aspectos.

Para tanto, tomou-se como base os TCCs concebidos no período de 2009 e 2010 no curso e uma pesquisa de opinião com os alunos envolvidos, a qual visava detectar pontos de aproximação entre a visão dos acadêmicos e das empresas parceiras com os aspectos de sustentabilidade.

Vale destacar que o TCC deve ser desenvolvido em parceria com empresas - , denominadas neste artigo de Empresa Parceira – com o propósito de simular uma realidade de mercado, aproximando o aluno das políticas empresariais, dos processos produtivos e de todos os fatores relacionados ao desenvolvimento de produto.

De modo geral, como resultado desta pesquisa observou-se que há uma lacuna na aplicação dos aspectos concernentes à teoria e à prática para a sustentabilidade. Neste sentido, pressupõe-se que as EPs estejam utilizando estes conceitos meramente como greenwash, ou os alunos graduandos do curso não possuem o entendimento de aplicação destes preceitos, ou ainda por fim, há a possibilidade de estarem sendo tolhidos com relação a esta ação.

Na sequência são definidos alguns conceitos que dão suporte para o entendimento do contexto aqui tratado.

2. EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE

A formalização da discussão ambiental e do binômio desenvolvimento versus sustentabilidade é recente, iniciando-se praticamente em 1972 com a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, ocorrida em Estocolmo, na qual os países começaram a estruturar-se em termos ambientais e de legislação. (VALLE, 2000)

A Declaração de Tbilisi, definida cinco anos depois da Declaração de Estocolmo, reconheceu a função primordial da Educação Ambiental na preservação e melhoria do ambiente, além do desenvolvimento consistente e equilibrado das comunidades mundiais. Já na Rio-92 houve a introdução de um novo conceito, Educação para a Sustentabilidade (Education for Sustainability - EfS), o qual aborda os aspectos de conscientização ambiental que contribuem para a complementação do antigo preceito de Educação Ambiental. Este surgiu então, como uma segunda onda, propondo-se a adotar uma amplitude maior que seu termo precedente. (CORREIA et al, 2010)

Pautando-se neste novo cenário, a educação assume um papel significativo, uma vez que fornece os instrumentos e os meios para que se atinja uma maior consciência a

respeito de um contexto maior que contempla aspectos sociais, econômicos e ecológicos.

De acordo com Lima (2003), no Brasil, o discurso da educação para a sustentabilidade é pouco difundido na literatura e nas práticas que relacionam educação e meio ambiente. Porém, a expansão deste discurso em um contexto globalizado, faz com esta perspectiva seja revista e questionada.

Já em um âmbito internacional, o conceito de EfS tem sido uma preocupação das agendas governamentais, sendo assim, as universidades estão incluindo estes tópicos em diferentes níveis em suas metas.

Littledyke; Manolas; Littledyke (2013) afirmam que a EfS é uma importante prioridade internacional e portanto, as instituições de ensino superior que possuem um papel decisivo na formação e educação das próximas gerações de profissionais, devem adequar-se a esta realidade e a estas necessidades.

Estas instituições têm o papel chave nesta promoção por vários motivos, entre os quais, segundo (LITTELDYKE; MANOLAS; LITTELDYKE, 2013):

Já Thomas & Day (2014) por meio de revisão de literatura apontam que o principal componente para formação voltada para a sustentabilidade é a capacidade de aprendizagem afetiva, ou seja, de integrar ao seu perfil, valores; atitudes e comportamentos; e habilidades e conhecimentos próprios para esta realidade.

- Por serem locais importantes de educação para a próxima geração de profissionais que terão por sua vez, influência significativa na adoção e divulgação de preceitos de sustentabilidade desempenhando diferentes funções profissionais e interferindo no contexto de suas comunidades;
- São centros de pesquisa e ensino com relevante impacto sobre a melhoria de práticas e processos sustentáveis em todas as áreas;
- São praticantes da educação por meio de currículos e atividades planejadas, com potencial para a divulgação para o público local ou mais abrangente;
- São modelos para a EfS com capacidade de sensibilização para os membros de sua comunidade local ou para a sociedade como um todo;
- São instituições com impacto significativo na adoção de práticas sustentáveis e minimização do impacto ecológico, servindo mais uma vez de modelo para outros contextos e instituições.

Este novo perfil de formação dos graduados vem para suprir um fenômeno intitulado como ecologização dos empregos, que ocorre em qualquer tipo e nível de ocupação profissional e exige novas habilidades destes graduados, chamadas de habilidades verdes, ou habilidades para a sustentabilidade. (THOMAS; DAY, 2014)

Em termos de consolidação, a educação para sustentabilidade requer um modo de operacionalização diferenciado, necessitando de uma visão de educação não segmentada e mais flexível.

Este saber ambiental extrapola as relações compartmentalizadas das disciplinas tradicionais e exige um enfoque integrador do conhecimento para compreender as complexidades dos processos socioambientais, requisitando um perfil holístico, sistêmico e interdisciplinar dos saberes. (LEFF, 2002)

Neste sentido, o Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto do IF-SC busca trabalhar esta nova realidade em termos de formação de graduação, incentivando o aluno a levar em consideração aspectos relacionados à sustentabilidade no desenvolvimento de produtos, usando como principal estratégia para este atendimento, a aplicação da Análise do Ciclo de Vida (ACV) e alguns outros princípios de Gestão Ambiental, os quais constituem o foco desta investigação e serão apresentados a seguir.

A seguir, expõe-se o método que permitiu a visualização do quadro atual de aplicação de preceitos ambientais nas EP's no Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto do IFSC.

3. METODOLOGIA

Para o objeto desta pesquisa foram avaliados Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IF-SC). Estes trabalhos têm como principal característica a obrigatoriedade de que sejam desenvolvidos com Empresas Parceiras na geração de produtos, possibilitando um convívio constante entre o aluno e todo o processo de desenvolvimento e produção destas; e no final, todos os resultados são registrados por meio de relatórios de projeto.

Como amostragem foram selecionados os TCCs desenvolvidos nos últimos doze meses no segundo semestre de 2009 e primeiro semestre de 2010, por meio digital, computando ao todo 23 relatórios.

Neles, buscava-se avaliar se, no decorrer do desenvolvimento, foram questionados aspectos relacionados ao impacto ambiental de produtos e processos. Para tal,

adotou-se um padrão de busca por meio das palavras “sustentabilidade”, “ecodesign” “design sustentável”, “ACV”, ou outra que indicasse estudo ou campo relacionado com os aspectos de impacto ambiental. As palavras foram observadas como componente do título ou subtítulo, resumos, palavras-chaves ou sumários dos trabalhos para que, nos casos positivos, fossem avaliados os trechos do relatório pertinentes ao assunto. Vale ressaltar que o simples aparecimento das palavras nos textos que compõem os relatórios, possível de se encontrar por meio de ferramenta de busca, não foi considerado.

Logo após esta primeira verificação foram acessados os sites das empresas parceiras. Neles foram avaliados os campos relacionados à missão, política empresarial ou outro similar que denotasse valores e condutas declarados pela Empresa em que ficasse explícita alguma preocupação com aspectos ambientais.

Os dados encontrados foram comparados com os resultados anteriores, ratificando ou não o que a Empresa declara, e o que foi realizado na prática.

Ainda, se executou outro procedimento, por meio da concepção de um questionário aplicado junto aos alunos que desenvolveram os projetos, ou seja, com a mesma amostragem. Dessa forma, a intenção era verificar se as empresas chegaram a requisitar algum tipo de procedimento ou estudo com foco ambiental, e que, por qualquer motivo, não tenha sido registrado nos relatórios finais de projeto.

O questionário era composto de 6 perguntas, sendo a primeira delas apenas de identificação. As demais investigavam o nível de contribuição ou aproximação da empresa perante o projeto, a requisição propriamente dita de algum procedimento ou estudo relacionado ao foco ambiental, o tipo específico de procedimento requisitado e por fim, a percepção do aluno perante aspectos da filosofia/política da empresa no que tange aos aspectos de sustentabilidade.

O questionário foi distribuído por meio de correspondência eletrônica indicando um link para que o mesmo fosse respondido via a ferramenta FreeOnlineSurveys, disponível gratuitamente na rede. O envio aconteceu para os contatos cadastrados na instituição, 23 sujeitos, o que corresponde a 100% dos trabalhos desenvolvidos; e aconteceu durante o mês de setembro de 2010. Destes, 15 foram respondidos.

Todos os resultados coletados foram computados por meio de técnicas estatísticas descritivas simples (OLIVEIRA, 2001), realizadas juntamente com a avaliação

indutiva, já que reflete sobre as condições sob as quais as inferências são válidas (SPIEGEL, 1993).

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

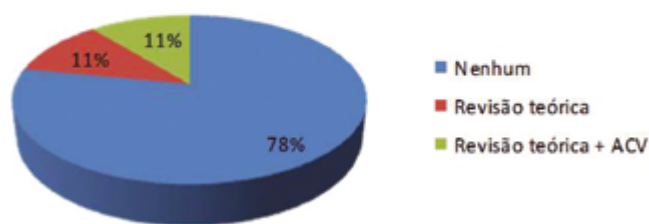
No primeiro semestre do ano de 2010 foram desenvolvidos 9 projetos, com 9 empresas distintas, distribuídos nos setores: automotivo, cerâmica, editoração, eletroeletrônicos, brinquedos; e artigos esportivos.

A avaliação sobre a utilização de procedimentos ou estudos relacionados ao termo sustentabilidade no decorrer do processo de desenvolvimento do produto apontou que dos 9 trabalhos realizados apenas 2 tiveram alguma preocupação neste sentido, sendo que em um deles foi desenvolvido um estudo de caráter teórico (revisão de literatura sobre o termo) e o outro avançou para uma ACV com foco ambiental, mas ainda bastante preliminar. Os resultados em valores percentuais foram registrados em gráfico de setor e podem ser visualizados na figura 01.

No segundo semestre do ano de 2009 foram desenvolvidos 14 projetos, com 13 empresas distintas, distribuídos nos setores: eletroeletrônicos, brinquedos, equipamentos esportivos, móveis, brindes, utilitários e variedades, calçados, e órgãos de apoio.

Figura 01: Valores percentuais de procedimentos ou estudos sobre sustentabilidade no processo de desenvolvimento de produtos realizados em conjunto com Empresas Parceiras em 2010/1.

Procedimentos ou estudos relacionados ao termos sustentabilidade - 2010/1



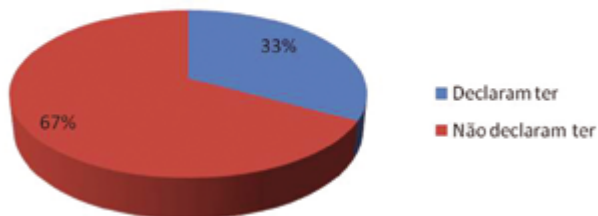
Fonte - Autores

Dentre as empresas parceiras, 33% declaravam em seus websites algum tipo de política ambiental no que tange o desenvolvimento dos produtos. (Figura 02).

No entanto, a mesma preocupação não se refletiu na prática, pois dentre os projetos desenvolvidos com elas, nenhum realizou algum procedimento ou estudo de ordem ambiental. (Figura 03)

Figura 02: Valores percentuais da declaração de existência de política ambiental nas Empresas Parceiras de 2010/1 mencionadas em seus websites.

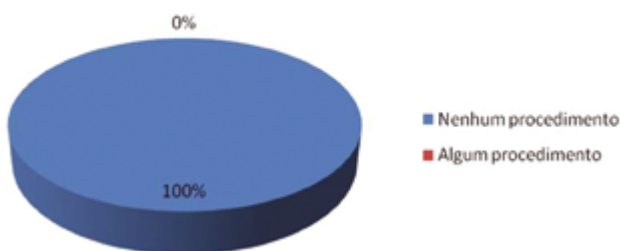
Existência de Política Ambiental na Empresa Parceira - 2010/1



Fonte - Autores

Figura 03: Valores percentuais de procedimentos ou estudos sobre sustentabilidade no processo de desenvolvimento de produtos nas empresas parceiras de 2010/1 que declaram ter política ambiental.

Procedimentos realizados nas Empresas Parceiras de 2010/1 que declaram ter política ambiental



Fonte - Autores

A avaliação sobre a utilização de procedimentos ou estudos relacionados ao termo sustentabilidade no decorrer do processo de desenvolvimento do produto apontou que dos 14 trabalhos realizados apenas 2 tiveram alguma preocupação neste sentido, conforme se percebe na figura 04.

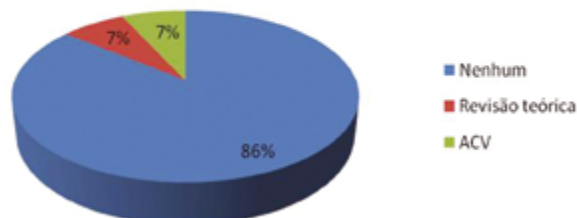
Dentre as empresas parceiras, 29% declaravam em seus websites algum tipo de política ambiental no que tange o desenvolvimento dos produtos. (Figura 05)

No entanto, a mesma preocupação não se refletiu na prática, pois dentre os projetos desenvolvidos com elas, somente 1 (um) apresentou procedimento ou estudo de ordem ambiental, ainda que de caráter somente teórico. (Figura 06).

Também, pôde-se perceber que na primeira questão, 80% dos sujeitos consideram que a contribuição da Empresa parceira para o desenvolvimento dos projetos foi suficiente ou muito boa, conforme Figura 07.

Figura 04: Valores percentuais de procedimentos ou estudos sobre sustentabilidade no processo de desenvolvimento de produtos realizados em conjunto com Empresas Parceiras em 2009/2.

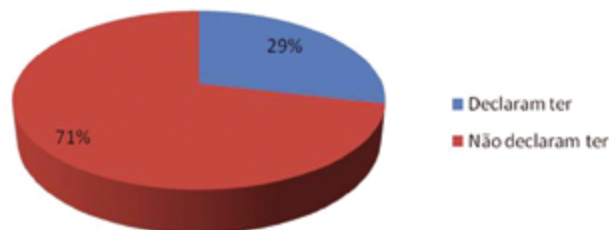
Procedimentos ou estudos relacionados ao termo sustentabilidade - 2009/2



Fonte - Autores

Figura 05: Valores percentuais da declaração de existência de política ambiental nas Empresas Parceiras de 2009/2 mencionadas em seus websites.

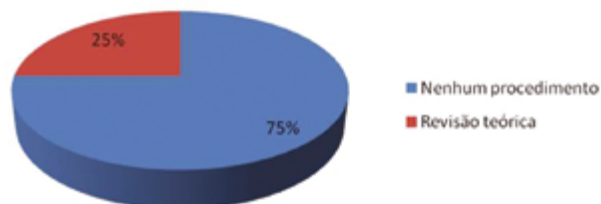
Existência de Política Ambiental na Empresa Parceira - 2009/2



Fonte - Autores

Figura 06: Valores percentuais de procedimentos ou estudos sobre sustentabilidade no processo de desenvolvimento de produtos nas empresas parceiras de 2009/2 que declaram ter política ambiental

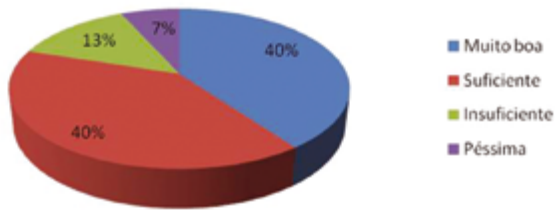
Procedimentos realizados nas Empresas Parceiras de 2009/2 que declaram ter política ambiental



Fonte - Autores

Figura 07: Contribuição da Empresa Parceira nos trabalhos de conclusão de curso, de acordo com a percepção dos alunos.

Como você avalia a contribuição da Empresa Parceira em seu TCC?

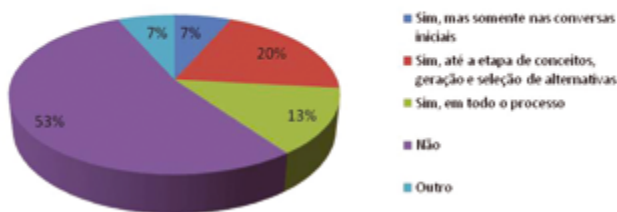


Fonte - Autores

A pergunta seguinte questionava se a Empresa parceira havia demonstrado alguma preocupação com aspectos voltados à sustentabilidade, e os resultados apontam que a maioria não o fez, conforme Figura 08.

Figura 08: Preocupação demonstrada pelas Empresas parceiras no processo de desenvolvimento dos produtos, de acordo com a percepção dos alunos.

No processo de desenvolvimento de seu TCC, a Empresa demonstrou alguma preocupação com aspectos voltados à sustentabilidade?



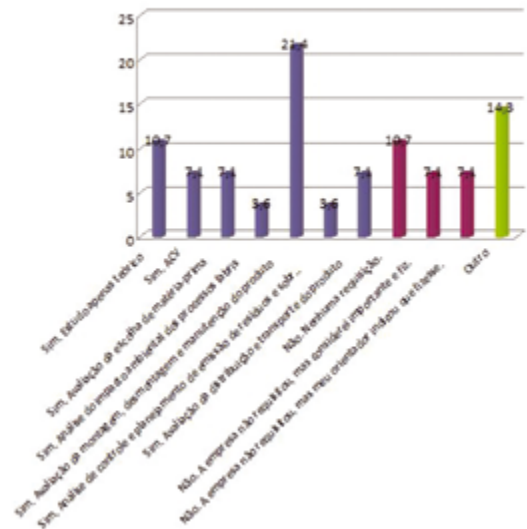
Fonte - Autores

Já a próxima pergunta, questionava se algum estudo ou procedimento havia sido requisitado pelas Empresas Parceiras em algum momento do processo e qual (is) seria (m) estes. Os resultados foram registrados em colunas no gráfico, vide figura 09.

Os resultados apontam como procedimento mais comum a avaliação de montagem, desmontagem e manutenção do produto, mas ainda por uma parcela bastante reduzida, perfazendo apenas 21,4% das empresas envolvidas. Na categoria outro foi citado o fato das empresas já possuírem certificação ambiental.

Figura 09: Gráfico de requisição por parte da Empresa Parceira e consequente utilização de procedimentos ou estudos no processo de desenvolvimento dos produtos, de acordo com a declaração dos alunos.

Requisição e Tipo de Procedimento utilizado no processo de desenvolvimento do produto



Fonte - Autores

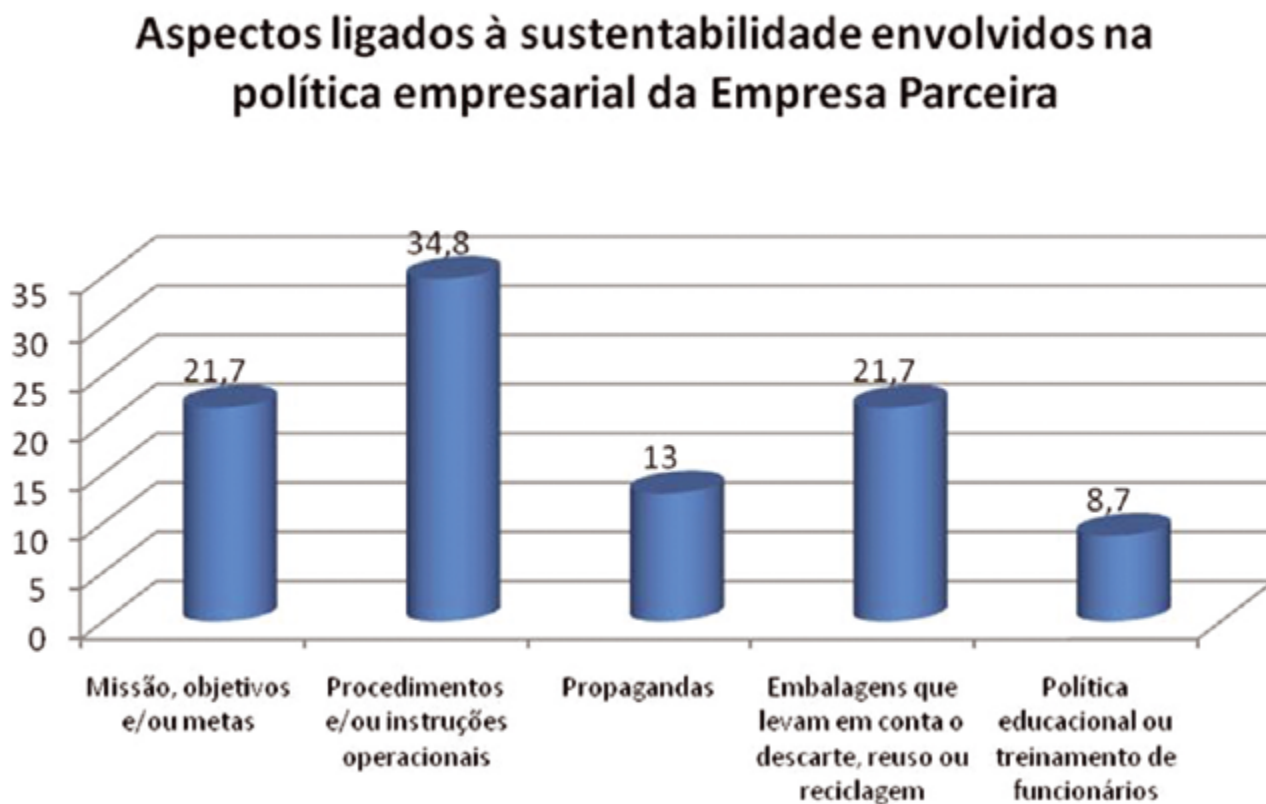
A última questão indagava aspectos de filosofia empresarial ou política ambiental possivelmente adotados pelas EP's. Os resultados são demonstrados no gráfico de barras da Figura 10 e dentre eles, aponta-se como o mais significativo o fato de somente 34,8% das empresas adotarem procedimentos ou instruções operacionais que indicavam comprometimento com o meio ambiente. O resultado parece contraditório diante do exposto acima, uma vez que as empresas e os acadêmicos que trabalharam em parceria com estas aplicaram em sua maioria procedimentos pontuais e restritivos, como a avaliação de montagem, desmontagem e manutenção do produto, sendo que ainda assim, estas ocorrências foram reduzidas.

5. APONTAMENTOS DAS ANÁLISES

Os resultados encontrados sinalizam alguns apontamentos relacionados aos aspectos que tangem à aplicabilidade de preceitos de sustentabilidade dentro da relação empresa / CST Design de Produto:

- O senso comum de que a utilização de matéria-prima de baixo impacto e a reutilização de materiais se apresenta como suficiente como política ambiental;
- Percebe-se a restrita difusão de ferramentas que possam auxiliar na mensuração dos impactos ambientais;

Figura 10: Existência de aspectos voltados à sustentabilidade nas políticas empresariais das Empresas parceiras, de acordo com a percepção do aluno.



- O baixo uso da ACV como estratégia de monitoramento de todo o ciclo de vida do produto, demonstra uma lacuna significativa na formação dos futuros designers, já que esta constitui o grupo das Normas ISO 14000 de maior aderência e aplicabilidade à esta área.

- A dificuldade de se realizar uma ACV aprofundada ao se desenvolver um produto, que requisita tempo considerável e bases de dados, ainda são raras ou inacessíveis;

- A possível fragilidade conceitual e de aprendizagem sobre as bases da sustentabilidade, sobre as políticas de gestão ambiental e princípios de aplicação de métodos como a ACV é notável dentro dos trabalhos de conclusão de curso e certamente se manifesta no decorrer dos outros períodos;

- A escassa abordagem sobre estes instrumentos e métodos de controle ambiental dentro do TCCs aponta para duas possíveis causas: insegurança dos acadêmicos quanto ao entendimento e aplicação destes elementos, certamente por não terem dentro do curso um espaço para a real compreensão, discussão, análise e aprendizado

desta perspectiva ambiental; ou adoção por parte de algumas poucas empresas de um discurso ambiental que não é na prática efetivamente aplicado, sendo utilizado somente com um cunho de divulgação da marca atrelada a esta nova exigência de mercado, o que de fato, demonstra certa irresponsabilidade destas empresas, caracterizando-se como possíveis casos de greenwash.

- Existe a necessidade de se contratar profissionais especializados, ainda escassos no mercado, ou de se investir em setores de pesquisa e desenvolvimento correlacionados às questões ambientais. Este quadro parece inviabilizar o processo de gestão ambiental para pequenas empresas.

- O fato de algumas EP's já possuírem certificação ambiental, deveria obrigá-las, como o já mencionado na questão da gestão ambiental, a exigir determinadas posturas e ações dos acadêmicos envolvidos no desenvolvimento de seus produtos. Por isso não ser cobrado, percebe-se a ausência de um real comprometimento com a causa ambiental.

- O tempo reduzido de execução dos TCC's realizados em aproximadamente 6 meses, considerando desde as etapas de planejamento até a defesa do produto, pode ser entendido como muito curto para se realizar algum procedimento ou estudo mais aprofundado como a ACV;

- Como a contribuição da empresa parceira do TCC foi considerada muito boa e suficiente, percebe-se que não houve receio por parte destas em repassar informações ao aluno, o que pode ter ocorrido - já que existe certa disparidade entre o número de empresas que dizem adotar uma política ambiental e o que efetivamente foi requisitado aos acadêmicos - foi uma falta de acompanhamento do processo. Isso, de qualquer modo evidencia a despreocupação por parte das empresas.

6. CONCLUSÃO

Percebe-se com o demonstrado acima, que há uma lacuna com o que se pretende alcançar na formação dos futuros designers acerca dos aspectos concernentes à sustentabilidade, à gestão ambiental e os meios para que isso se consolide; no comparativo com o que as empresas, divulgam e efetivamente fazem.

Não se tem aqui, como objetivo, julgar quem é o responsável por tais ocorrências, mas ao contrário, procura-se identificar estas falhas, na intenção de potencializar o processo de aprendizagem sobre esta realidade e se possível, permitir que estes acadêmicos ao contatarem estas empresas, assumam um papel de sensibilizadores e agentes divulgadores desta postura pró-ativa, já que os designers ou futuros designers intervêm em todo o processo de desenvolvimento e produção dos produtos.

No que concerne o nível de introdução dos princípios da sustentabilidade no quadro curricular do curso e um direcionamento deste para uma perspectiva no sentido da educação para a sustentabilidade, percebe-se que há lacuna significativa na formação destes futuros profissionais e uma fragilidade conceitual e de aprendizagem sobre estas bases. Portanto, deve-se incrementar o aprendizado destes temas e deve-se incitar os acadêmicos a assumirem posturas mais apropriadas para um perfil exigido pelo mercado atual, como promulga a EfS, contemplando para isso o pensamento sistêmico, crítico, holístico e interdisciplinar; uma perspectiva ampliada de mundo; tomada de decisão e ação participativa; além de outras capacidades necessárias para este contexto.

Ainda, é preciso ponderar que se tratam de trabalhos acadêmicos, e por mais que a intenção da Instituição de Ensino seja simular, em conjunto com as Empresas,

uma situação real de mercado, muitos são os fatores que podem interferir para que esta simulação não aconteça exatamente como na realidade, entre eles: revelar segredos industriais para desconhecidos, o tempo de execução dos projetos, entre outros.

REFERÊNCIAS

1. AMARAL, D. C. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006
2. CORREIA et al. **The importance of scientific literacy in fostering education for sustainability: theoretical considerations and preliminary findings from a Brazilian experience**. Journal of Cleaner Production, Vol. 18, Issue 7, p. 678-685, May 2010. Disponível em: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652609002856.
3. DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2ª edição. São Paulo: Atlas, 2004.
4. ELKINGTON, J. **Verde de mentira**. Revista Época Negócios. Edição 7, Setembro, 2007. Dispo. Em epocanegocios.globo.com/Revista/Epocanegocios/0,,E-DG78907-8493-7,00.
5. LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.
6. LEWIS, H. & GERTSAKIS, J. et al. **Design + environment: a global guide to designing greener goods**. Wiltshire-UK: Greenleaf publishing, 2001.
7. LIMA, G.C. **O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação**. Ambient. Soc. [online], vol.6, n.2, pp. 99-119, 2003.
8. LITTLEDYKE, M; MANOLAS, E. & LITTLEDYKE, R.A. **A systems approach to education for sustainability in higher education. International Journal of Sustainability in Higher Education**. Vol. 14 No. 4, pp. 367-383, 2013.
9. OLIVEIRA, S. L. Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira/ Thomson Learning, 2001.
- SPIEGEL, M. R. Estatística. 3ª ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

10. THOMAS, I. & DAY, T. Sustainability capabilities, graduate capabilities, and Australian universities. **International Journal of Sustainability in Higher Education**. Vol. 15, No. 2, pp. 208-227, 2014.

11. VALLE, C. E. Como se preparar para as Normas ISO 14000: qualidade ambiental, o desafio de ser competitivo protegendo o meio ambiente. 3ª ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE EM EMPREENDIMENTOS DE GRANDE PORTE: POSICIONAMENTO DOS ARQUITETOS

Silvio Cezar Carvalho Prizibela, Me. (UFSC);
Roberto de Oliveira, PhD. (UFSC).

PALAVRAS CHAVE

Arquitetura; Processo de projeto; Sustentabilidade.

KEYWORDS:

Architecture; Project process; Sustainability.

RESUMO

Visando contribuir para o desenvolvimento de metodologias projetuais para edificações mais sustentáveis este estudo teve o objetivo geral de verificar o posicionamento dos arquitetos na aplicação de princípios de melhoria da sustentabilidade em empreendimentos de grande porte. O universo da pesquisa foram os arquitetos responsáveis pelo projeto do condomínio Pedra Branca em Palhoça – SC. Os procedimentos metodológicos utilizados foram: pesquisa bibliográfica e de opinião e visita técnica. Os estudos revelam que, embora haja preocupação por parte dos arquitetos para a aplicação de estratégias de sustentabilidade no projeto, existe contrariedade de interesses dos investidores que, por vezes, consideram o lucro. Dentre as ferramentas e procedimentos que podem auxiliar na prática projetual mais sustentável, as simulações ambientais foram consideradas as mais relevantes, contudo, as leis e normas aparecem como as opções mais utilizadas pelos entrevistados. Os resultados obtidos revelam caminhos a seguir e abordagens consistentes para fomentar práticas mais sustentáveis na arquitetura.

ABSTRACT

To contribute to the development of projective methods for more sustainable buildings this study was the overall objective of checking the positioning of the architects of the application of principles of improving sustainability in large enterprises. The universe of the research were the architects responsible for the Pedra Branca in Palhoça - SC. The methodological procedures used were: literature and opinion research and technical visit. Studies show that although there is concern among architects for implementing sustainability strategies in the project, there is opposition to the interests of investors who sometimes consider profit. Among the tools and procedures that can help more sustainable design practice, environmental simulations were considered the most relevant, however, the laws and regulations appear as the options most used by respondents. The results show paths to follow and consistent approaches to promote more sustainable practices in architecture.

7. INTRODUÇÃO

Atualmente, a sustentabilidade é buscada nas mais diversas atividades desenvolvidas pelo homem. Na arquitetura não é diferente, até mesmo pelo fato dessa atividade integrar um conjunto maior e um dos principais responsáveis pelo consumo de recursos ambientais: o empreendimento da construção. Sabe-se que não existe atividade humana sem gerar impacto no ambiente natural e, portanto, a busca se dá por uma arquitetura mais sustentável e não completamente sustentável, por entender ser essa, uma opção improvável.

Dentro do universo da arquitetura os aspectos da sustentabilidade que mais se destacam são: o econômico, o social e o ambiental, entretanto, nesse estudo serão abordados, especialmente os ambientais, visto que abordar as demais variáveis demandaria estudos mais abrangentes na área.

Nas últimas décadas, novos procedimentos surgem visando auxiliar arquitetos e projetistas a empregar critérios de sustentabilidade no processo de projeto, seja avaliando e contabilizando cargas ambientais, ou mesmo, balizando-os para uma prática profissional ambientalmente mais correta. Trata-se de uma nova vertente para produção da edificação em que o contratante exige esta postura sem que necessariamente o projetista tenha ou julgue não ter a base científica para a devida resposta. Sendo assim, verificar como os escritórios de arquitetura que participam da concepção de empreendimentos que possuem aspectos de sustentabilidade empregam esses requisitos no processo de projeto é uma das finalidades desse trabalho.

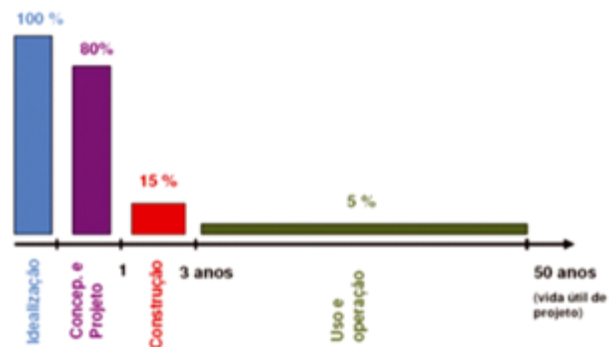
2. REVISÃO

A preocupação com o futuro do planeta está se encaminhando para uma transformação em diversas esferas da sociedade incluindo o mercado da construção. Compreende-se que os impactos causados pela atividade humana ao meio ambiente são acentuados quando se referem ao mercado da construção civil. O ambiente construído, por meio das atividades exercidas pela indústria da construção, absorve em torno de 50% de todos os recursos extraídos da crosta terrestre e consome entre 40% e 50% da energia utilizada em cada país (CIB; UNEP-IETC, 2002). Estima-se que na União Européia as edificações consumam aproximadamente 40% da energia total utilizada, sendo também responsáveis por aproximadamente 30% das emissões de CO₂ e por cerca de 40% dos resíduos gerados pelo homem. No Brasil, 220 milhões de toneladas/ano de agregados naturais são consumidos para a

produção de concreto e argamassas, e cerca de 70% da madeira usada não provêm de florestas com manejo florestal adequado (ARAÚJO, 2003). No que se refere à arquitetura residencial, Lamberts, Dutra e Pereira (1997), apontam que esta “certamente tem o maior potencial de utilização de recursos naturais de condicionamento e iluminação”.

Ceotto (2008) colabora expondo que “investimentos de 1 a 8% do custo da construção podem significar redução de 30% do consumo de energia, redução de 40% do consumo de água e 30% de redução no condomínio, ou seja, um retorno do investimento numa relação de um para cinco”. As Figuras 1 e 2 evidenciam, neste sentido, a possibilidade de interferência no custo de uma edificação no ciclo de vida e no custo total de uma edificação por fase convencional do empreendimento respectivamente. Portanto, a ação projetual correspondente seria no desempenho ambiental da edificação. Nesse aspecto, “o projeto gradativamente se torna o modo mais eficaz de determinar o desempenho de uma edificação” (OLIVEIRA, 2008).

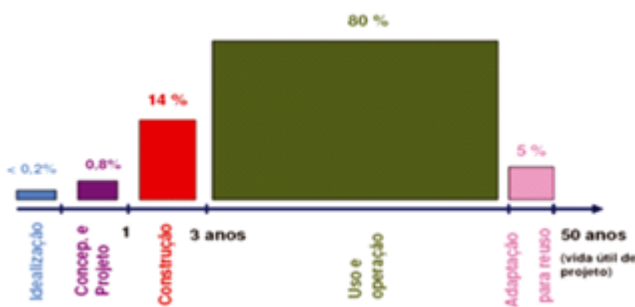
Figura 01: Possibilidade de interferência no custo de uma edificação no ciclo de vida.



Nesse contexto, pode-se ressaltar que o trabalho do arquiteto é importante, pois ajuda a reunir informações passíveis de pulverização entre várias especialidades, mas que precisam trabalhar em conjunto e, para tanto, necessitam ser previstas antes de a obra começar. OLIVEIRA, (2008), destaca que:

- Embora contabilize apenas 1% do custo total do produto, o projeto influencia em 70% dos custos. Cerca de 40% de todos os problemas de qualidade podem ser associados a projetos deficientes, e um percentual igual ou superior a 80 ou 90% do custo do ciclo de vida do produto é determinado durante a fase de projeto.

Figura 02: Custo total de uma edificação por fase convencional do empreendimento.



Melhado (2001) descreve que “o projeto tem importante repercussão nos custos e na qualidade dos empreendimentos; assim, a qualidade do projeto é fundamental para a excelência do empreendimento”. Fabrício (2002) corrobora com esses conceitos citando que “a concepção e o projeto, na construção e em outros setores, são de fundamental importância para a qualidade e sustentabilidade do produto e plena eficiência dos processos”. Desse modo, uma ação que melhore e qualifique a etapa de projeto da edificação, reduzindo equívocos na aplicação de recursos naturais trará menor impacto ambiental nas fases de uso e descarte dessa edificação.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo apresentado visou verificar os procedimentos orientados à sustentabilidade mais utilizados pelos profissionais atuantes nos escritórios de arquitetura que participam da concepção de empreendimentos imobiliários de grande porte urbanístico e que possuem viés dito mais sustentável. Como forma de delimitar e definir a amostra da pesquisa foram selecionados os escritórios de arquitetura integrantes da concepção do setor central do empreendimento Pedra Branca no município de Palhoça – SC.

A escolha do Loteamento Pedra Branca se deve ao fato desse empreendimento ser de grande porte imobiliário, além de possuir aspectos de uma arquitetura e urbanismo mais sustentável. Serviu, porém, somente como meio de selecionar escritórios que já participaram de projetos de empreendimentos imobiliários de grande porte, e possuem (ou dizem possuir), um viés supostamente mais sustentável. Por causa disso, os escritórios de arquitetura contratados para essa busca passaram a ser objeto desse estudo.

A pesquisa survey (levantamento) foi exploratória. Qualifica-se como tal, pois, apesar de existirem materiais sobre a questão da sustentabilidade no processo de projeto de arquitetura, a investigação sobre o assunto ainda é incipiente do ponto de vista da percepção e aplicação de critérios de sustentabilidade pelos escritórios de arquitetura de Florianópolis.

De acordo com Gil (2008), “o objetivo de uma pesquisa exploratória é familiarizar-se com um assunto ainda pouco conhecido e menos explorado”. Ao final de uma pesquisa exploratória, adquire-se maior conhecimento sobre o assunto e aptidão para a construção de hipóteses, além de aumentar a familiaridade do pesquisador com o fenômeno para realização de uma pesquisa futura mais precisa. Como qualquer exploração, a pesquisa exploratória depende da intuição do explorador (neste caso, da intuição do pesquisador). A pesquisa abrangeu:

a) pesquisa bibliográfica e eletrônica;

Mediante a pesquisa bibliográfica, eletrônica, documental e prática efetuou-se a construção da base teórica que sustenta o trabalho. Durante a pesquisa bibliográfica e eletrônica, foi possível, ainda, obter informações sobre empreendimentos de grande porte imobiliário com viés dito mais sustentável.

b) visita técnica;

Após a pesquisa bibliográfica e eletrônica, realizou-se visita técnica ao empreendimento Pedra Branca na Palhoça, região metropolitana de Florianópolis – SC, onde foram obtidos dados técnicos do empreendimento, bem como informações sobre os escritórios participantes da elaboração dos projetos de arquitetura do Pedra Branca.

c) determinação da amostra e perfil dos entrevistados;

Após a obtenção das informações sobre os escritórios participantes dos projetos de arquitetura, foi realizado contato telefônico para saber da disponibilidade dos mesmos em participar da pesquisa. A partir do aceite dos arquitetos, obteve-se a amostra da pesquisa tendo sido marcada uma visita para a coleta de dados. Ressalta-se que todos os escritórios entrevistados estão situados em Florianópolis-SC.

Dentre as limitações desse estudo, encontra-se a dificuldade de generalização dos resultados, porém, embora a dimensão da amostragem seja resumida, é de grande representatividade no cenário Florianopolitano, visto que os participantes das entrevistas são arquitetos

dos escritórios de maior destaque no panorama local, participantes dos grandes projetos da região e com visibilidade nacional e internacional. Seus campos de atuação são diversos, como arquitetura residencial, comercial, corporativa, hospitalar, institucional, empreendimentos de lazer, bairros e regiões.

A escolha da amostragem se caracteriza como intencional não aleatória e teve o empreendimento Pedra Branca como referência para escolha dos escritórios de arquitetura entrevistados, pois:

- configura-se como um empreendimento de grande porte, um dos maiores da região nos últimos tempos;
- o processo de desenvolvimento dos estudos se deu de forma mais integrada, através de uma maratona de projetos (charretes) o que beneficia a inserção de critérios de sustentabilidade ao projeto;
- a administração divulga massivamente que o empreendimento é sustentável;
- participaram do desenvolvimento dos projetos grandes escritórios de arquitetura de renome nacional e internacional;
- a administração intenciona a certificação ambiental para suas edificações através de metodologias de avaliação ambiental;
- o empreendimento conta com a assessoria de especialistas em Green Building;
- o empreendimento recebeu alguns prêmios relacionados à área de Green Building e sustentabilidade.

A escolha somente de escritórios de projeto de arquitetura faz um recorte e limita a pesquisa no nível da etapa de projeto. Assim, obtêm-se a atual situação desta etapa nos escritórios de arquitetura entrevistados, em relação aos conceitos e requisitos de sustentabilidade no desenvolvimento de projetos e soluções projetuais, assim como as limitações e atuação do arquiteto.

A pretensão era de atingir 100% (8) dos escritórios de arquitetura participantes do desenvolvimento do setor central do empreendimento Pedra Branca; no entanto, devido indisponibilidade de dois escritórios, a amostra foi de 75% (6).

d) determinação das técnicas de coleta de dados;

Dentre as técnicas de pesquisa e coleta de dados, optou-se pela pesquisa de opinião, por meio da visita aos escritórios de arquitetura. O instrumento de coleta de dados utilizado foi o questionário estruturado, acompanhado por entrevista complementar. Aplicou-se o questionário presencialmente nos escritórios de arquitetura,

para preenchimento dos entrevistados – proprietário ou o arquiteto responsável - e sua aplicação ocorreu durante os meses de março e abril de 2011, nos períodos vespertino e matutino. O fato de ser aplicado presencialmente ajudou a dirimir eventuais dúvidas dos entrevistados (quanto aos termos ou conteúdo das questões) pelo entrevistador. Paralelamente, ocorreu uma entrevista complementar, a fim de obter mais informações referentes ao temário das questões, e a aplicação desses instrumentos ocorreu sem, no entanto, a verificação de outros elementos nos escritórios como documentos e projetos, entre outros.

O questionário e a entrevista complementar foram testados como instrumentos, através de aplicação pré-teste com dois consultores em Green Buildings, gerando a versão final. Conforme Lakatos e Marconi (2008), “o pré-teste objetiva assegurar validade e precisão de um questionário que deverá estar bem elaborado em relação à clareza e precisão dos termos, forma, desmembramento e ordem das questões e introdução do questionário”.

A aplicação do pré-teste ocorreu buscando identificar possíveis falhas como complexidade, imprecisão na redação, desnecessidade das questões, constrangimento ao informante, exaustão, etc. Após a pré-análise, verificou-se a necessidade de efetuar algumas mudanças nas questões, a fim de torná-las mais claras e facilitar seu preenchimento. As mudanças ocorridas buscaram reduzir o tamanho do questionário, de forma a não perder o conteúdo e pertinência das perguntas, além de proporcionar maior relevância às respostas. Algumas questões apresentando apenas as alternativas “sim e não” foram modificadas, incluindo as opções “sempre, frequentemente, às vezes e nunca”.

Para a aplicação do questionário pré-teste, foram escolhidos 02 (dois) consultores de sustentabilidade, e suas participações se devem ao fato de serem especialistas nessa área do conhecimento. São eles:

- MSc. Lilian Araujo – Arquiteta e Urbanista – Consultora em Green Building - empresa: Naturalmente, arquitetura e ambiente responsável.

- MSc. Guido Petinelli – Arquiteto e Urbanista – Consultor em Green Building - empresa: Petinelli Inc.

Para a concepção das perguntas do questionário estruturado, utilizou-se como parâmetro o levantamento bibliográfico e, a fim de melhor distribuir seu conteúdo, sua estrutura foi dividida em duas partes, de modo que a primeira tem como tema o processo de projeto orientado à sustentabilidade; e a segunda parte foi elaborada com base nas categorias e critérios do sistema de avaliação pesquisado (LEED NC 3.0). Para isso, partiu-se da identificação

dos requisitos passíveis da etapa de projeto, e que, deste modo, estão ao alcance das decisões do arquiteto, e também daqueles que podem ser previstos por esse profissional. A análise desse instrumento obedecerá à mesma divisão e sequência.

O questionário aplicado apresentado é composto por 32 questões divididas em: a) perguntas fechadas: em que são fornecidas as possíveis respostas ao entrevistado. b) perguntas abertas: em que o entrevistado responde livremente o que pensa sobre o assunto. c) perguntas semiabertas: o entrevistado responde a uma das opções de alternativas e depois justifica ou explica a sua resposta e d) pergunta dicotômica: possuem resposta "SIM" e "NÃO".

A adoção de respostas "SIM" e "NÃO" simplifica a identificação das preocupações e metodologias adotadas em relação à inserção de critérios de sustentabilidade pelos escritórios. Já a complementação dessas através das opções com que "frequência", bem assim a inserção das justificativas para as respostas, auxiliam na verificação do nível dessas medidas e preocupações.

Posteriormente os dados foram interpretados de forma qualitativa e quantitativa.

e) registro dos dados e de análises.

Subsequentemente à aplicação dos instrumentos de pesquisa, foi possível analisar e interpretar os dados obtidos, mediante técnicas estatísticas para a devida elaboração dos resultados deste trabalho científico.

3.1. OBJETIVO GERAL

Verificar o posicionamento dos arquitetos na aplicação de princípios de melhoria da sustentabilidade em empreendimentos de grande porte.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Caracterizar o processo de projeto na arquitetura destacando as características de um processo de projeto mais sustentável.

II. Revisar os conceitos e histórico de sustentabilidade salientando as iniciativas mais importantes referentes a construções mais sustentáveis no Brasil.

III. Identificar os documentos, legislação e ferramentas já disponíveis que podem auxiliar no processo de projeto visando à sustentabilidade.

IV. Identificar as ferramentas e procedimentos utilizados pelos arquitetos que participaram da concepção do empreendimento Pedra Branca – Palhoça – SC.

4. APLICAÇÃO / RESULTADOS

A compreensão dos potenciais impactos que a atividade da construção civil pode gerar ao ambiente natural, bem como a influência que as decisões do arquiteto ou projetista têm, por meio de seus conhecimentos técnicos e criatividade, na determinação do impacto ambiental de uma edificação geraram as hipóteses deste trabalho. As conjecturas iniciais abriram caminho para a percepção na produção arquitetônica de quais fatores influenciam na concepção de edificações mais sustentáveis.

A mudança nos padrões de consumo, o crescimento populacional e o aumento do consumo de matérias-primas e poluição trazem à pauta discussões sobre edificações mais eficazes e métodos de projeção mais adequados para a questão ambiental. Nesse contexto, surgem empreendimentos cuja meta é a sustentabilidade, gerando também, a necessidade de profissionais habilitados para inserir tais conceitos no projeto. A partir dessa conjuntura, surge a hipótese principal do trabalho e dela nasce o objetivo geral: verificar o posicionamento dos arquitetos na aplicação de princípios de melhoria da sustentabilidade em empreendimentos de grande porte.

Quanto aos objetivos apresentados, considera-se por meio desta pesquisa que eles foram alcançados na sua totalidade. Mediante os referenciais teóricos e exemplos práticos, criaram-se condições de satisfazer o objetivo de caracterizar o processo de projeto na arquitetura, destacando as características de um processo de projeto mais sustentável. Identificou-se que o maior potencial de determinação do nível de intervenção ambiental de uma edificação, assim como se ela será mais ou menos sustentável, dá-se nas etapas de concepção de um empreendimento, pois é a fase das decisões. Desta forma, além de procurar integrar soluções isoladas em uma abordagem global, as estratégias de projeto visando maior sustentabilidade devem focar na atitude de projetar para o ciclo de vida da edificação, buscando uma visão longitudinal (e não transversal) do projeto.

A revisão dos conceitos e histórico de sustentabilidade, salientando as iniciativas mais importantes referentes a construções mais sustentáveis no Brasil foi realizada por meio da revisão bibliográfica e documental. A conclusão desse objetivo propiciou o estudo de documentos importantes para o temário, como a Agenda 21 e as legislações e normas relacionadas a questões ambientais. Da mesma forma, possibilitou a análise das políticas públicas e ações mais relevantes para a sustentabilidade na arquitetura, mostrando que o Brasil ainda está atrás em políticas

públicas ambientais. Contudo, boas ações têm sido feitas, e os resultados positivos revelaram a importância das ações governamentais para o fomento e efetivação de práticas mais corretas para com o meio natural.

A pesquisa bibliográfica, documental e prática trouxe conhecimentos fundamentais para a formulação do questionário aplicado na pesquisa. Revelou, também, que dentre os procedimentos apresentados a Análise do Ciclo de Vida se mostrou a forma mais completa de quantificar os impactos ambientais, porém a complexidade de sua análise e o alto custo de seu implemento dificultam a sua expansão no mercado.

Mediante a visita aos escritórios de arquitetura e a aplicação do questionário e diálogos realizados durante a aplicação do protocolo foi possível identificar as ferramentas e procedimentos utilizados pelos arquitetos que participaram da concepção do empreendimento Pedra Branca. O processo de conclusão dessa etapa elucidou questões e trouxe maior conhecimento sobre o tema abordado possibilitando chegar a conclusões mais generalizadas, que são apresentadas a seguir:

- A sustentabilidade não é um objetivo a ser alcançado, não é uma situação estanque, mas, sim, um processo e um caminho a ser seguido. Assim, a expressão mais correta a ser utilizada é um projeto “mais sustentável”.

- Um dos caminhos para um projeto visando uma edificação “mais sustentável” deve partir do projeto integrado, incluindo todos os atores em um processo conjunto, desde os projetistas (proprietários, arquitetos, engenheiros e consultores), os construtores (fabricantes de materiais, operários de obra, por exemplo), pessoal de manutenção e aos ocupantes do edifício.

Por meio da aplicação do questionário e análise dos dados, que foram padronizados e codificados de forma ordenada utilizando planilha eletrônica Excel e os recursos disponíveis no Google Docs, obtiveram-se conclusões mais específicas do trabalho, que são apresentadas a seguir:

- O processo de projeto tem exigido a atuação de um número maior de consultores, devido à ampla utilização de sistemas alternativos, tanto relacionados com energia, quanto com o uso de água.

- O processo de projeto também tem exigido a presença de um consultor em construções sustentáveis que, entre outros fatores, atua trazendo uma visão holística dentro do mesmo. Esse processo se tem demonstrado como um processo diferenciado, adquirindo caráter multidisciplinar e grande interação entre diferentes equipes de projeto.

- No resultado das entrevistas, percebeu-se, em geral, informalidade no processo de projeto e, apesar da noção dos princípios básicos de conforto ambiental e estratégias bioclimáticas, um conhecimento ainda pouco consciente em relação às metodologias mais eficazes para inserir critérios de sustentabilidade no projeto, ainda que se reconheça sua importância.

- A percepção dos escritórios de arquitetura entrevistados demonstra o estágio inicial em que se encontram as questões de sustentabilidade, em relação ao Construbusiness de Florianópolis, mais precisamente - cidade sede dos escritórios entrevistados.

- A preocupação com questões ambientais existe, como também, o domínio de técnicas, sobretudo, as bioclimáticas. Percebeu-se, através da visita aos escritórios, entrevista complementar e aplicação do questionário, que a utilização dessas técnicas é mais acentuada, especialmente nos escritórios iniciados pelos arquitetos, formados na década de 1970 e 1980 — época que coincide com a crise do petróleo, com o surgimento da arquitetura solar e de discussões mais acentuadas sobre as questões ambientais e não nos escritórios formados mais recentemente, contrariando as expectativas mais lógicas.

- A grande questão encontrada é que, embora haja alguma preocupação e busca por novos conhecimentos, para aplicação de critérios de sustentabilidade no projeto pelos arquitetos e projetistas, existe certa contrariedade de alguns interesses dos investidores e incorporadores que levam em consideração o lucro, a possibilidade de financiamento e custo imediato. Não é o caso do empreendimento, concebido pelos escritórios entrevistados, pois justamente o apelo ambiental é a sua missão. Uma explicação para a não adoção de práticas mais sustentáveis na construção pelos empreendedores, além da benesse financeira, é o fato de não participarem ativamente da fase de uso, etapa que reflete mais efetivamente os benefícios de um projeto ambientalmente mais consciente, eficiente e com maior conforto ambiental.

Quanto ao uso de ferramentas auxiliares na concepção projetual mais sustentável, os escritórios entrevistados demonstraram não ter conseguido, ainda, absorver esse conhecimento sendo, portanto, incipientes no seu uso. Quando são solicitados resultados mais técnicos, como simulações, estas são terceirizadas com escritórios que prestam consultoria na área de Green Building. De todo modo, a utilização de novos procedimentos aos poucos vai se inserindo na rotina projetual desses profissionais. Dessa forma, serão apresentados, a seguir, os mais citados pelos participantes.

- Descobriu-se que a ferramenta auxiliar, na concepção projetual mais sustentável, mais utilizada são as leis e normas, enquanto hipótese pode-se alegar isso pela sua obrigatoriedade legal.

- Procedimentos menos utilizados são Análise do Ciclo de Vida (ACV) e os softwares com tecnologia BIM. Como hipótese, pode-se afirmar que a ACV é pouco utilizada, entre outras coisas, devido a sua complexidade e alto custo de aplicação. Já os softwares com tecnologia BIM, devido à falta de dados padronizados entre os diversos integrantes do processo de projeto.

- Os procedimentos projetuais considerados mais relevantes para a concepção de edifícios ambientalmente mais corretos são as simulações ambientais.

- A metodologia de avaliação ambiental mais conhecida e utilizada pelos entrevistados é a certificação para construção sustentáveis denominada LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).

- As metodologias com maior aplicabilidade se enquadram dentro de estratégias bioclimáticas. São mais aplicáveis, pois são consideradas de fácil aplicação e custo financeiro reduzido. Pode-se dizer que tais estratégias levam em consideração um conteúdo mais naturalmente assimilado pelos arquitetos. Essa assimilação é devida, em parte, pelos conteúdos de conforto ambiental presentes nas grades curriculares dos cursos de graduação.

- A preocupação ambiental é a maior motivação dos entrevistados para inserir critérios de sustentabilidade no projeto.

A conclusão dos objetivos específicos propostos, bem como as análises, possibilitou alcançar o objetivo geral da pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciou-se este trabalho acreditando na importância do arquiteto para que as edificações adquirissem um caráter ambientalmente mais correto. Descobriu-se, ao final, que o investidor/contratante dos serviços do arquiteto e projetista desempenha um papel tão importante quanto ou mais que esses, quando se refere a edificações mais sustentáveis. O primeiro pode, mediante soluções criativas, resolver e diminuir as demandas ambientais, já o segundo, é determinante para a implantação desses requisitos, pois, em geral - a aplicação de estratégias que diminuam o impacto ambiental pode envolver aumento de custos financeiros, tanto de projeto, quanto de construção, o que remete diretamente à decisão do investidor.

Se, por um lado, os investidores são determinantes

para a produção de edificações mais eficientes, por outro, o consumidor tem o poder de influenciá-lo e direcionar seus investimentos criando demandas maiores para o consumo consciente. Neste estudo, aponta-se que leis e normas são utilizadas como ferramentas de auxílio ao processo de projeto visando à sustentabilidade. Estando os dispositivos legais presentes na rotina dos escritórios de arquitetura, devem-se propor políticas públicas mais eficazes para a construção civil, e direcionadas às questões ambientais. A ação do poder público é de suma importância, pois também, delimita as ações da iniciativa privada e orienta para um caminho mais sustentável.

O presente trabalho foi relevante para analisar o grau de afinidade dos profissionais de arquitetura com o tema da sustentabilidade na construção civil, sobretudo dos atores que participam de empreendimentos que tem a sustentabilidade como meta, bem como quais as metodologias mais utilizadas por eles. A importância de saber o grau de afinidade desses atores com o tema diz respeito à compreensão de como os profissionais e o mercado estão reagindo frente às mudanças de paradigmas e consumo. Os resultados obtidos revelam caminhos a seguir, além de abordagens mais consistentes para fomentar práticas mais sustentáveis na arquitetura.

REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO, M. A. **Bioarquitetura: princípios para uma construção ecológica**. ACV: Curitiba, 2003.
2. CEOTTO, L. H. **A sustentabilidade como valor estratégico para a Tishman Speyer**. Em Encontro Internacional de Sustentabilidade na Construção, org. CTE (Centro de Tecnologia de Edificações). São Paulo, 2008.
3. CIB & UNEP-IETC. International Council for Building Research Studies and Documentation and United Nations Environment Programme/International Environmental Technology Centre. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: a discussion document. CSIR, Pretoria, 2002.
4. FABRÍCIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. São Paulo, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.
5. GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

6. LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
7. LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.
8. MELHADO, S. B. Gestão, **Cooperação e Integração para um Novo Modelo Voltado à Qualidade do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**, 2001. Tese (Livre-Docência em Engenharia de Construção Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
9. OLIVEIRA, R. de. Qualidade do projeto. Curitiba: Workshop, 2007. **Gestão do processo de projeto para construção sustentável**. VIII Workshop brasileiro, São Paulo, 2008.

DESENVOLVIMENTO DE UMA LIGAÇÃO ESTRUTURAL PARA CONSTRUÇÃO COM BAMBU GUADUA

Carlos Andrés Sánchez Quintero, Me. (UFSC);

Wilson Jesus da Cunha Silveira, Dr. (UFSC).

PALAVRAS CHAVE

Arquitetura; Bambu Guadua; Bioconstrução

KEY WORDS

Architecture; Guadua bamboo; Bioconstruction

RESUMO

O bambu é um material de construção com uma capacidade insuperável de renovação e propriedades mecânicas importantes para o projeto de estruturas. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ligação estrutural para construção com bambu Guadua, com parâmetros de baixo custo, pré-montagem, industrialização de peças e versatilidade formal. Foram desenvolvidas as peças que compõem a ligação e feita uma análise das possibilidades arquitetônicas que fornece. Depois, foram feitos na Universidade Nacional da Colômbia, ensaios de compressão e tração em oito corpos de prova de bambu Guadua com o sistema de ligação desenvolvido. Os ensaios de resistência foram realizados para duas tipologias de terminal e em duas configurações: linear e dois elementos em cruz. A ligação atingiu valores de resistência à tração acima dos 32 kN e à compressão acima de 19kN. Esses valores representam 204,5% e 121,2% respectivamente, quando comparado com os valores de tensões admissíveis fornecidos pela norma colombiana NSR-10, para estruturas de Guadua.

ABSTRACT

Bamboo is a renewable building material with an outstanding yield rate, which also has excellent mechanic properties for being used on structures. The aim of the research was to develop a structural construction joint using Bamboo-Guadua, while taking into account parameters of low cost, pre-assembly possibilities, easy implementation and formal versatility. First, the joint elements were designed and produced; also a design analysis was made to determine the architectural possibilities of the element. Secondly, series of tensile and compressive tests on eight sample bodies constructed with Guadua and the designed joint were conducted, at the Universidad Nacional de Colombia's structures laboratory. The strength tests were applied on two joints with different sizes arranged in two configurations: linear and crossed. The results indicated that the joint reached tensile strength values over 32 kN and for the compressive tests the results came above 19 kN. Those values represent 204,5% and 121,2% compared to the admissible strength and compressive values for Bamboo Guadua structures respectively, as defined in the Colombian NSR-10 regulation.

8. INTRODUÇÃO

A construção é um dos setores que maior contribuição tem nas matrizes de demandas energéticas, contaminação e desperdícios no mundo (REN21, 2015). O desenvolvimento de sistemas construtivos com materiais não convencionais, de baixo custo, com qualidade e simples execução favorecem o desenvolvimento das comunidades, tanto nas zonas urbanas quanto nas rurais. No entanto, as opções existentes deste tipo de sistemas construtivos a maioria dos casos supõem processos extremamente artesanais, de baixa segurança ou pouca estabilidade estrutural. Isso, diminui as possibilidades de aproveitamento e forte difusão do sistema, visto que são exigidos tempos de construção elevados e, muitas vezes, mão de obra especializada, o que se traduz em custos que podem até superar os gastos de um projeto edificado com um sistema construtivo tradicional de alvenaria.

A construção com bambu se apresenta como uma alternativa sustentável, econômica e estruturalmente viável para a construção de estruturas. O uso sustentável dos recursos abrange o fato de que os materiais a serem utilizados em determinada zona devem estar disponíveis, a partir de uma perspectiva geográfica, cultural e econômica. Assim, para a maioria das regiões da América Latina o bambu pressupõe um material de construção com grande potencial, próprio da região, econômico e ecológico. O bambu Guadua é um recurso natural de rápida renovação, pois seu crescimento acontece muito rápido. Além do mais, é uma espécie natural que se adapta a uma ampla variedade de contextos climáticos, tornando-o um recurso de fácil obtenção. Uma vez que o material é cortado, não precisa tratamentos muito complexos para sua utilização industrializada e os mecanismos para sua imunização são diversos. Do ponto de vista construtivo, a Guadua apresenta desempenho estrutural bastante elevado (GHAVAMI; MARINHO, 2005) dando a possibilidade de erigir edificações de até cinco andares.

Porém, o bambu ainda é visto como uma opção pouco prática para as edificações, pois as técnicas existentes raramente permitem a construção de formas complexas, mantendo um nível baixo de investimento. O problema é agravado pelos elementos de ligação existentes para construção com Guadua, que podem ser de dois tipos:

- Aqueles que utilizam elementos comerciais como amarrações, parafusos ou barras rosqueadas e, em geral, tem baixo custo.
- Os outros tipos de ligações são aqueles com peças especialmente produzidas para os elementos de Bambu, que permitem desenvolvimentos formais complexos.

No entanto, essas últimas têm custos elevados, processos complexos de fabricação e montagem. Porém, o desenvolvimento tridimensional de estruturas ultramodernas abrem muitas perspectivas para a construção com Bambu (STAMM, 2008). É fundamental, então, centrar os esforços técnicos para resolver esta brecha existente, para incentivar o uso do sistema em qualquer tipo de estrutura ou projeto sem que a forma ou a resistência estrutural sejam afetadas. Assim, o presente trabalho foca no método e desenvolvimento de uma ligação estrutural de alta possibilidade de industrialização para construção com Bambu Guadua que possibilite a construção de estruturas complexas.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi dividido numa primeira fase de design e desenvolvimento da ligação e uma segunda fase de análise estrutural da mesma. Assim, na primeira etapa foram definidas inicialmente as características que os elementos de ligação deviam atingir. Depois, foram definidos formal e funcionalmente os elementos que compõem a ligação e suas possibilidades de conformação de estruturas e elementos arquitetônicos. Na segunda fase, foram feitos ensaios de resistência estrutural da ligação no laboratório e a análise de seu desempenho.

2.1. Definição dos parâmetros

A ligação e os elementos que a compõem, deviam garantir, além do seu desempenho estrutural, atender outros parâmetros como sua eficiência econômica, valor estético, versatilidade, entre outros aspectos. Portanto, baseado nos processos de design de produtos, foram definidas expectativas e exigências que a ligação devia garantir, determinando parâmetros quanto à produção dos elementos que compõem a ligação, sua execução na obra, seu desempenho funcional e estrutural visando evitar patologias e possibilitar configurações formais não tradicionais. (Tabela 01)

Tabela 01: Especificações de design do produto para a ligação

Parâmetro	Expectativa e exigências
Desempenho	Que seja versátil, permitindo a montagem em diversos ângulos e se adaptando a elementos não estruturais
	Que possibilite agilidade na construção (peças pré-fabricadas, exigir só habilidades básicas na montagem e manutenção, peças leves)
	Que seja um elemento de longa duração
Seguridade	Que garanta estabilidade da estrutura (atender as tensões admissíveis definidas nas normas para elementos estruturais com bambu Guadua, não deve restringir a elasticidade do bambu)
	Que seja segura em caso de incêndio (material resistente ao fogo, deve se poder proteger do fogo)
Manutenção	Que precise pouca manutenção (capacidade de ter acabamentos anticorrosivos ou similares, vida útil tanto ou mais do que os elementos de bambu, facilidade na substituição de peças)
	Que a manutenção seja de maneira ágil (manutenção exige só habilidades básicas, permitir a manutenção dos elementos de bambu)
Custo	Que seja competitivo em relação a outras ligações (fabricação industrial das peças, material amplamente disponível e econômico, integrar peças comerciais já existentes, o tamanho e peso da ligação deve favorecer seu transporte e comercialização)
	Que reduza custos extras de manutenção (redução de patologias da estrutura, permitir a substituição de peças durante a vida útil da estrutura)
Composição Estética	Que a ligação seja esteticamente adequada (ter uma proporção

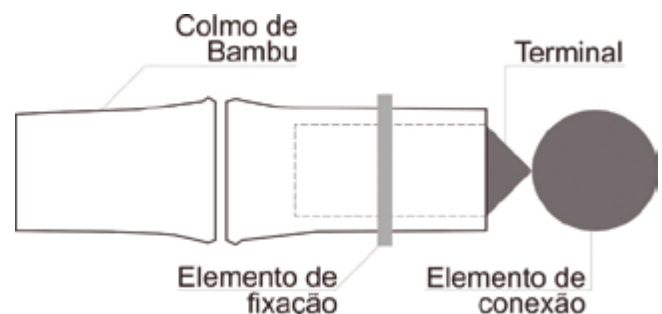
	adequada em relação ao elemento de bambu, permitir a instalação de materiais de revestimento ou vedações, permitir a personalização das peças)
--	--

Fonte: Elaborada pelos autores

2.2. Definição dos elementos que compõem a ligação

Para efeitos práticos de entendimento do trabalho se faz a seguinte denominação às partes e peças que compõem a ligação. O conjunto da ligação é conformado pelo colmo de bambu - o terminal da ligação, os elementos de fixação (que fazem a amarração entre o terminal e o colmo) e os elementos de conexão (fazem a ligação do terminal com outros elementos da edificação). Na figura 01, detalham-se esses elementos.

Figura 01. Partes da ligação.

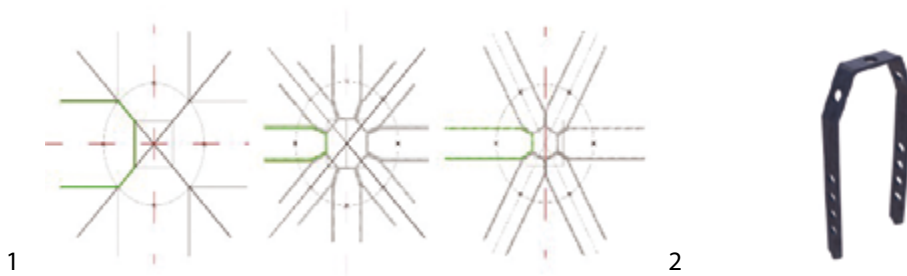


Fonte: Elaborada pelos autores

O processo de design formal do terminal da ligação iniciou com uma abstração de um cruzamento a 90° em um plano 2D. Depois foi abstraído um dos elementos do cruzamento para ser desenvolvido de maneira independente. O terminal da ligação foi projetado com superfícies de contato em diferentes ângulos. Após verificar as dimensões da peça e as normas para elementos metálicos foram definidas perfurações em cada superfície de contato nas quais estariam os pontos de conexão com outros elementos de ligação ou com elementos de bambu através de parafusos ou barras rosqueadas. (Figura 02)

Fonte: Elaborada pelos autores

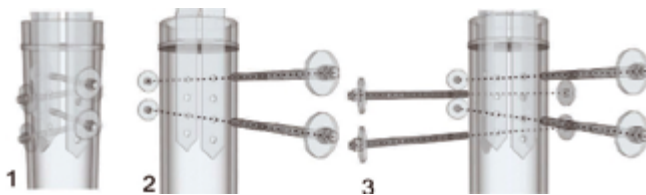
Figura 02. Imagens ilustrativas do processo de design do terminal. (1) abstração do cruzamento (2) Terminal da ligação em 3d



Fonte: Elaborado pelos autores

A ligação devia ter vários pontos de fixação ao elemento de bambu para distribuir as cargas, mas ao mesmo tempo permitir a remoção das peças, portanto, nas superfícies mais compridas do terminal foram feitas perfurações para fazer a fixação no colmo de bambu. As quatro perfurações feitas em cada superfície permitem alternar os elementos de fixação quando dispostos dois terminais em cruz no extremo do colmo (Figura 03).

Figura 03. Imagens ilustrativas montagem da ligação (1) Montagem terminal-colmo. (2) Montagem de um terminal (3) Montagem de dois terminais em cruz.



Fonte: Elaborada pelos autores

Para definir as dimensões das peças que compõem a ligação, foi levada em consideração a norma NSR-10 (2010) e a NBR 8800 (2008), nas quais se estabelecem as dimensões mínimas para os parafusos, barras rosqueadas, arruelas, espessuras de elementos metálicos e distâncias mínimas do centro de um furo padrão à borda do elemento. O título G da norma NSR-10 também especifica as distâncias mínimas dos parafusos ao extremo do colmo. Igualmente, foi levada em consideração a pesquisa de caracterização da anatomia da GAK realizada por Londoño (2002), na qual foi definida a média do diâmetro, espessura e a distância entre os nós em diferentes segmentos do colmo da Guadua em idade adulta.

Depois de levar em consideração as análises formais, os elementos compositivos e os parâmetros necessários para o design do elemento de ligação, foi decidido produzir duas tipologias diferentes de terminal, com o intuito de

conhecer, nos ensaios de laboratório, suas resistências e ter uma proposta econômica mas confiável para uso estrutural. A primeira tipologia, ou tipologia L25mm-P9, 5mm (3/8"), é composta de um terminal metálico de 4,8mm (3/16") de espessura e 25mm de largura, com perfurações de 10mm para o uso de parafusos e barras rosqueadas de 9,5mm (3/8"). O terminal conta com quatro perfurações em cada uma das partes mais compridas, para a fixação com o bambu, uma perfuração nas porções inclinadas e na superior como pontos de contato.

Segundo a NBR 8800 (2008), para parafusos ou barras rosqueadas de 12,5mm (1/2"), a distância mínima do centro de um furo padrão à borda do elemento, deve ser 19mm. A norma colombiana NSR-10 (2010) define essa distância em 19,1mm. Baseado nisso, foi projetada a segunda tipologia de terminal, tipologia L38mm-P12,5mm (1/2"), com o intuito de ter pontos de fixação com parafusos de 12,5mm (1/2"). A segunda tipologia se compõe de um terminal metálico de 4,8mm (3/16") de espessura e 38mm de largura. As duas tipologias contam com o mesmo número e localização das perfurações. As quatro perfurações nas partes mais compridas da peça são de 10mm, da mesma forma que na anterior, enquanto as perfurações nas superfícies inclinadas e na superior são de 12,5mm (1/2").

Para fixar o terminal no colmo de Guadua, foram utilizadas barras redondas rosqueadas de 9,5mm (3/8") de 15cm de comprimento, arruelas e porcas metálicas. Todos os elementos deviam ser de aço galvanizado de alta resistência para uso estrutural. A montagem da ligação foi feita introduzindo a peça metálica através dos furos feitos no nó e fixando-a no colmo com as barras rosqueadas, arruelas e porcas. As superfícies de contato ficaram expostas para fazer ligação através de parafusos, (Figura 04).

Figura 04. Processo de montagem do terminal no colmo de Guadua

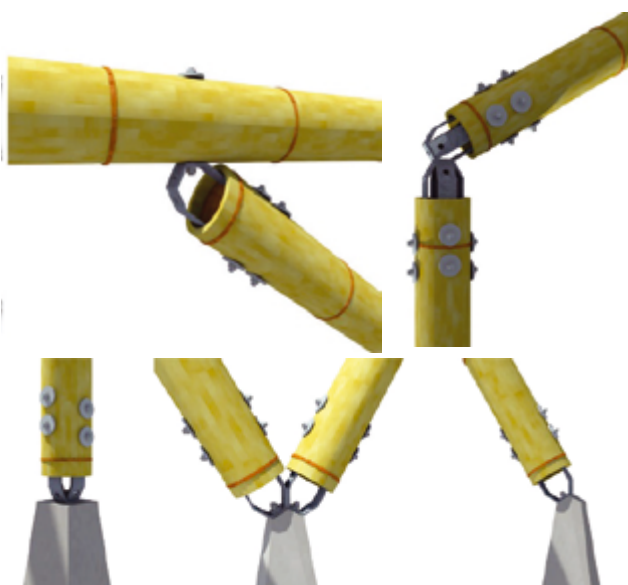


Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3. Possibilidades formais e arquitetônicas da ligação

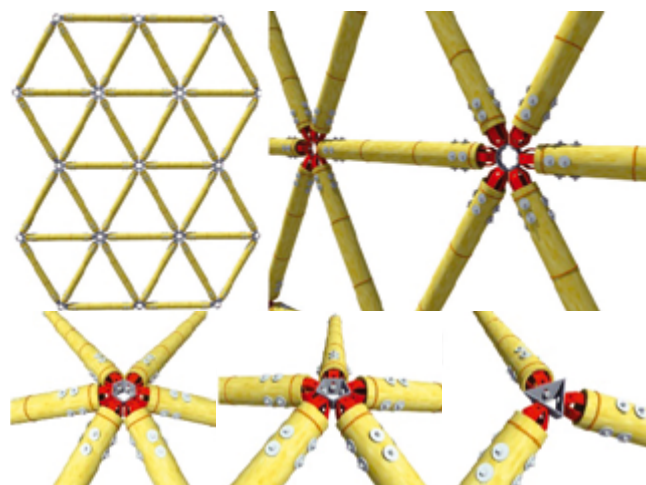
Mediante modelos tridimensionais foram simuladas as possibilidades de configuração de diferentes elementos arquitetônicos que poderiam ser construídos com a ligação proposta. Essa fase permitiu conhecer as possibilidades compositivas de uso da ligação para configurações tradicionais de colunas, vigas, treliças e outros, assim como também para elementos não ortogonais como estruturas e vedações curvas, inclinadas, para cúpulas, abobadas e domos. Também foi possível quantificar componentes e definir processos construtivos com o intuito de otimizar a manutenção e evitar patologias. Nas figuras 05 e 06, apresentam-se alguns exemplos de configurações estruturais, superfícies e elementos arquitetônicos projetados com a ligação.

Figura 05. Ligação terminal-colmo. Ligação terminal-terminal. Conexão terminal-base em diferentes ângulos



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 06. Configuração de superfícies por ligação de seis terminais em disposição radial. Configuração de fachadas com conector tipo aro. Conexão hexagonal, pentagonal e triangular para conformação de domos



Fonte: Elaborada pelos autores

2.4. Análise do desempenho estrutural da ligação

Definidos os elementos que compõem a ligação, foram feitos ensaios de laboratório para determinar a resistência da ligação. Os corpos de prova foram feitos com seções de colmo, de 45 cm de comprimento, em média, de bambu Guadua, garantindo a presença de uma seção completa de entrenó e dois nós. Para os ensaios de laboratório foi utilizado bambu Guadua *Angustifolia Kunth* com as especificações para construções fornecidas pela norma NSR-10 da Colômbia. Assim, os colmos utilizados nos ensaios tiveram as seguintes características: Corte em idade madura ao redor de 4 anos, tratamento de preservação por imersão com produtos à base de Boro, secagem em forno automatizado, garantindo conteúdo de umidade de 12% (+/- 3%) e acabamento exterior polido.

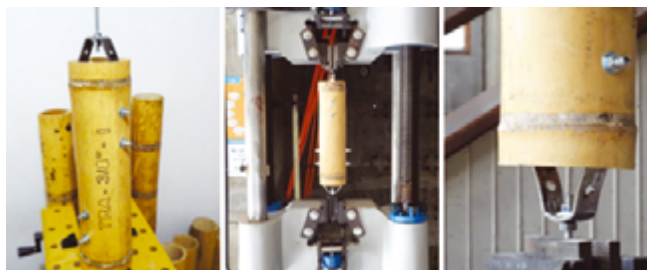
No laboratório de estruturas da Universidade Nacional da Colômbia em Medellín, foram realizados ensaios de resistência a esforços no sentido axial em corpos de prova de bambu Guadua com o sistema de ligação proposta. Foi utilizada, para os ensaios, uma prensa universal PINZUAR automatizada com capacidade até 1000 kN. Para os corpos de prova submetidos à tração foram colocadas duas peças terminais da ligação desenvolvida, uma para cada extremo do colmo. Para os corpos de prova submetidos à compressão foi colocado um sistema de ligação com peça terminal num extremo do colmo, no qual foi aplicada a pressão. Nenhum dos corpos de prova foi preenchido com concreto no entrenó, visando conhecer a resistência da ligação nessa condição.

Nos ensaios de esforço axial à tração foram testados quatro corpos de prova, os dois primeiros com a terminal da tipologia L25mm-P9,5mm (3/8"), um deles com um terminal linear e o outro com dois terminais em cruz em cada um dos extremos do colmo. Os outros dois corpos de prova tinham o sistema de ligação com o terminal da tipologia L38mm-P12,5mm (1/2"), um corpo de prova com um terminal em cada um dos extremos e outro corpo de prova com dois terminais em cruz em cada extremo do colmo.

Ensaio 1. Ensaio de esforço axial à tração. Corpo de prova TRA – 9,5mm (3/8") – L

O corpo de prova foi conformado por uma secção de colmo, com 464 mm de comprimento, uma média no diâmetro de 123 mm e 10 mm de espessura nas paredes, além de duas peças terminais, uma em cada extremo do colmo, do tipo L25mm-P9,5mm (3/8"). A ruptura do corpo de prova sob tração, aconteceu com carga de 13,52 kN, por falha no colmo de Guadua. O corpo de prova apresentou deformações nas peças terminais e nas barras rosqueadas de fixação colmo-terminal, além de rachaduras no bambu no sentido longitudinal desde os dois extremos gerando a ruptura por cisalhamento paralela às fibras (Figura 07).

Figura 07. Procedimento do ensaio de tração no corpo de prova.



Fonte: Elaborada pelos autores

Ensaio 2. Ensaio de esforço axial à tração. Corpo de prova TRA – 3/8" – X

O corpo de prova estava conformado por um colmo de bambu de 448 mm de comprimento, 124 mm de diâmetro e 10 mm de espessura das paredes. Foram colocadas 4 peças terminais do tipo 1, L25mm-P9,5mm (3/8"), dois em cada extremo do colmo dispostas em cruz. A ruptura do corpo de prova sob tração aconteceu com carga de 14,67 kN, por falha das barras rosqueadas nos extremos do sistema utilizadas para sujeição com as mordças da prensa. Apresentaram-se ligeiras deformações nas peças terminais, quase imperceptíveis visualmente, na superfície de contato com as barras de acoplamento à prensa. O colmo de Guadua não apresentou nenhuma deformação ou rachadura.

Ensaio 3. Ensaio de esforço axial à tração. Corpo de prova TRA – 1/2" – L

O corpo de prova foi conformado por uma secção de colmo, de 430 mm de comprimento, 129 mm de diâmetro e 11 mm de espessura das paredes, além de duas peças terminais, uma em cada extremo do colmo, do tipo L38mm-P12,5mm (1/2"). A ruptura do corpo de prova sob tração aconteceu com carga de 13,59 kN, por falha no colmo de bambu Guadua. O corpo de prova apresentou ligeiras deformações nas peças terminais e nas barras rosqueadas de fixação colmo - terminal. O bambu apresentou rachaduras no sentido longitudinal do colmo desde os dois extremos, provocando a ruptura do corpo de prova.

Ensaio 4. Ensaio de esforço axial à tração. Corpo de prova TRA – 12,5mm (1/2") – X

O corpo de prova foi conformado por um colmo de bambu de 461 mm de comprimento, 124 mm de diâmetro e 11 mm de espessura das paredes. Foram colocadas 4 peças terminais do tipo L38mm-P12,5mm (1/2"), dois em cada extremo do colmo dispostas em cruz. A ruptura do corpo de prova sob tração aconteceu na carga de 32,40 kN, por falha das barras rosqueadas nos extremos da amostra, utilizadas para sujeição com as mordças da prensa. Não se evidenciaram deformações nas peças terminais, mas as barras rosqueadas de fixação terminal - colmo apresentaram uma ligeira excentricidade. O colmo de Guadua não apresentou nenhuma deformação ou rachadura.

No ensaio de esforço axial à compressão, foram ensaiados igualmente quatro corpos de prova, dois deles utilizando o terminal da primeira tipologia, um terminal só e dois terminais em cruz respectivamente. Os outros dois corpos de prova utilizaram a mesma configuração de terminais (um linear e dois em cruz) mas, com terminais da tipologia L38mm-P12,5mm (1/2").

Ensaio 5. Ensaio de esforço axial a compressão. Corpo de prova COM 9,5mm (3/8") – L

O corpo de prova foi conformado por um colmo de bambu de 459 mm de comprimento, 115 mm de diâmetro e 12 mm de espessura das paredes. Foi colocada uma peça terminal do tipo L25mm-P9,5mm (3/8"). A ruptura do corpo de prova COM – 9,5mm (3/8") – L, sob compressão aconteceu com carga de 12,25 kN, por falha do colmo de bambu Guadua. A pressão na superfície do terminal deformou o elemento metálico por achatamento, fazendo com que as partes inclinadas do terminal fizeram pressão nas paredes do bambu, gerando fortes rachaduras e a falha no colmo por tração perpendicular às fibras. O bambu na sua base não sofreu alterações físicas visíveis pelos esforços de compressão. (Figura 08)

Figura 08. Procedimento do ensaio de compressão no corpo de prova COM – 3/8" – L.



Fonte: Elaborada pelos autores

Ensaio 6. Ensaio de esforço axial a compressão. Corpo de prova COM 9,5mm (3/8") – X

O Corpo de prova foi conformado por um colmo de bambu de 433 mm de comprimento, 129 mm de diâmetro e 13 mm de espessura das paredes. Foram colocadas duas peças terminais dispostas em cruz, do tipo L25mm-P9,5mm (3/8"). As peças terminais da ligação começaram a apresentar deformações em torno de 17 kN, porém os terminais trabalharam sem falha até a carga de 30 kN, quando a prensa entrou em contato com o colmo, por causa do achatamento dos terminais. A pressão na superfície do terminal deformou os elementos metálicos fazendo com que as partes inclinadas do terminal fizessem pressão nas paredes do bambu, gerando fortes rachaduras no colmo por tração perpendicular às fibras. No entanto, a prensa não estabeleceu um ponto de falha, pois a deformação das peças foi de maneira lenta e contínua, até apoiar na Guadua. O bambu na sua base não sofreu alterações físicas visíveis.

Ensaio 7. Ensaio de esforço axial a compressão. Corpo de prova COM – 12,5mm (1/2") – L

O corpo de prova esteve conformado por um colmo de bambu de 450 mm de comprimento, 124 mm de diâmetro e 12 mm de espessura das paredes. Foi colocada uma peça terminal do tipo L38mm-P12,5mm (1/2"). A ruptura do corpo de prova sob compressão aconteceu com carga de 16,19 kN, por falha da Guadua. A pressão na superfície do terminal deformou o elemento metálico fazendo com que as partes inclinadas gerassem empuxo nas paredes do bambu, causando falha no colmo por tração perpendicular às fibras. O bambu na sua base não sofreu alterações físicas visíveis.

Ensaio 8. Ensaio de esforço axial a compressão. Corpo de prova COM –12,5mm (1/2") – X

O corpo de prova foi conformado por um colmo de bambu de 380 mm de comprimento, 130 mm de diâmetro e 14 mm de espessura das paredes. Foram colocadas duas

peças terminais dispostas em cruz, do tipo L38mm-P12,5mm (1/2"). As peças terminais começaram a apresentar deformações com a carga de 19 kN depois, os terminais trabalharam sem falha, até a carga de 31,86 kN, quando a prensa se apoiou no colmo. A pressão na superfície do terminal deformou os elementos metálicos fazendo com que as partes inclinadas do terminal fizessem pressão nas paredes do bambu, gerando fortes rachaduras no colmo por tração perpendicular às fibras. Da mesma maneira que no ensaio 6, a prensa não estabeleceu um ponto de falha, pela deformação lenta e contínua das peças até apoiar na Guadua. O bambu na sua base não sofreu alterações físicas visíveis

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

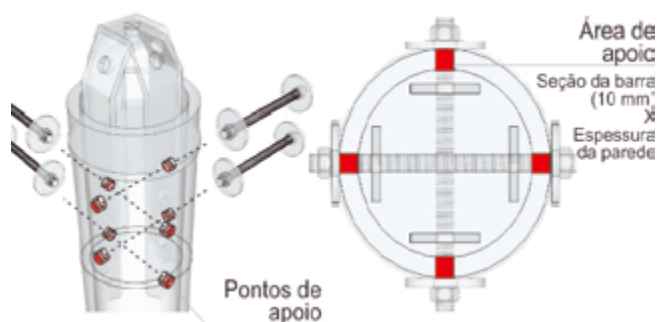
Os resultados foram comparados com os valores de referência que a norma NSR-10 (2010), da Colômbia, que fornece os dados para o cálculo de estruturas com Guadua. A norma define os seguintes valores como tensões admissíveis para colmos de bambu Guadua Angustifolia Kunth de 12% de coeficiente de umidade:

Elementos submetidos à flexão = 15 Mpa

Elementos submetidos à tração = 18 Mpa

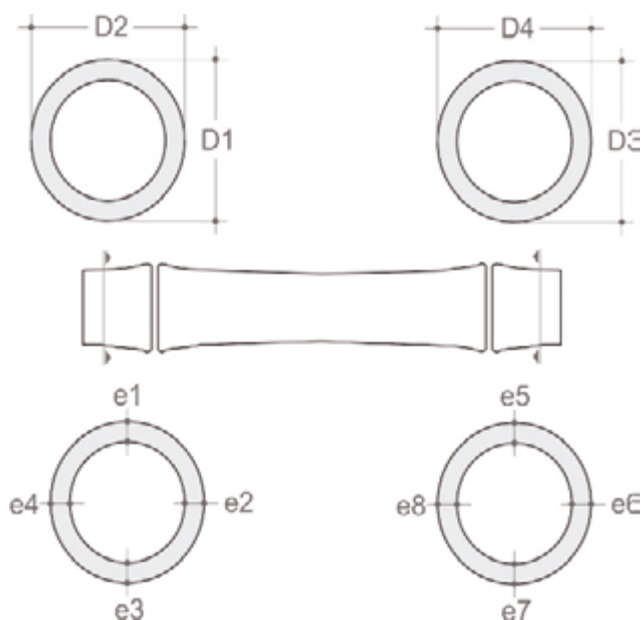
Assim, os valores de resistência fornecidos pela prensa em kN foram convertidos a MPa e calculada a porcentagem de conformidade em relação à norma de referência. A área de contato foi estabelecida pelo sistema de fixação, contando para o cálculo, a área dos pontos de contato das barras rosqueadas de fixação do terminal com o colmo de bambu. Para determinar o valor da área foi multiplicada a seção da barra pela espessura das paredes do colmo e pelo número de pontos de contato. Os dados dos colmos utilizados nos ensaios foram obtidos da seguinte maneira: O diâmetro do colmo é obtido da média das dimensões dos diâmetros nos eixos x e y num plano paralelo ao corte do colmo. A média é obtida de 4 dimensões, 2 em cada extremo do colmo. A espessura das paredes do colmo é obtida da média da espessura de cada seção no sentido x e y num plano paralelo ao corte do colmo. Quatro dimensões de cada extremo do colmo fornecem a média da espessura da amostra. Nas figuras 09 e 10 é ilustrado esse procedimento.

Figura 09. Determinação da área de contato de transmissão de esforços na Guadua



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 10. Imagem ilustrativa da obtenção de dados de diâmetro e espessura de parede dos colmos.



Fonte: Elaborada pelos autores

Na tabela 02, são apresentados os valores de resistência da ligação em kN e MPa para cada corpo de prova. Além disso, é calculada a percentagem de resistência quando comparado com os valores de tensões admissíveis fornecidos pela norma.

Tabela 02. Resultados dos ensaios em MPa e comparativo com as tensões admissíveis da Guadua Angustifolia Kunth segundo a NSR-10.

Corpo de prova	Ponto de falha kN	Resistência a MPa	% de resistência/norma
TRA-3/8"-L	13,52	33,80	187,7%
TRA-3/8"-X	14,67a	18,33	101,8%
TRA-1/2"-L	13,59	30,88	171,6%
TRA-1/2"-X	32,40a	36,81	204,5%
COM-3/8"-L	12,25	25,52	182,3%
COM-3/8"-X	17,00b	16,35	116,8%
COM-1/2"-L	16,19	33,73	240,9%
COM-1/2"-X	19,00b	16,96	121,2%

a = A falha apresentou-se na barra rosqueada de sujeição à prensa

b= O cálculo se fez com os valores do início da deformação das peças.

Fonte: Elaborada pelos autores

4. CONCLUSÕES

O terminal fornece uma grande versatilidade na configuração de estruturas, ainda mais, quando combinado com elementos de conexão produzidos especialmente para o tipo de estrutura a desenvolver.

O processo de montagem da peça terminal no bambu Guadua na elaboração dos corpos de prova para os ensaios, foi feito de maneira ágil, levando aproximadamente 7 minutos na montagem de um terminal ao colmo. Igualmente a peça terminal adaptou-se, em todos os casos, ao colmo de Guadua denominado comercialmente como Guadua de 12cm de diâmetro.

O funcionamento e montagem da peça, fazem com que sua utilização na construção de estruturas possa ser feita com poucos operários e não requerem qualificação especial. O material dos elementos da ligação faz dela um sistema durável, ainda mais, com a proteção adequada. Po

de-se assumir que a ligação teria uma vida útil maior do que o bambu mesmo.

A ligação apresenta bom desempenho estrutural, toda vez que nos ensaios realizados ultrapassou os valores de referência de tensões admissíveis fornecidos para elementos estruturais com a *Guadua Angustifolia* Kunth na norma NSR-10. O melhor desempenho da ligação se dá em relação aos esforços axiais de tração. Isso é possível pela forma do terminal e o sistema de fixação ao colmo em vários pontos.

Pode-se dizer que, mesmo sendo um parâmetro não quantificável, o resultado formal da peça terminal é satisfatória. A proporção do terminal, em relação ao colmo de bambu, é correta e não representa uma forma estranha dentro do sistema da estrutura. Igualmente, o terminal pode ser personalizado com diferentes tintas que, além do proteger a peça, significam maiores possibilidades na estética da edificação.

Pela forma e material do terminal, que é o corpo principal da ligação, é possível industrializar sua produção. Os processos de fabricação são processos básicos de dobra e perfuração que podem ser executados em uma siderúrgica nacional. O anterior tem repercussão tanto no custo do terminal quanto na difusão do sistema, ainda mais, quando os outros elementos que complementam a ligação, são comerciais, como as barras rosqueadas, porcas e arruelas.

REFERÊNCIAS

1. ABNT NBR 8800 – **Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto em edifícios**, 2008.
2. GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia***. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.1, p. 107–114, 2005.
3. LONDOÑO, X. et al. **Characterization of the anatomy of *Guadua Angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae) culms**. **Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society** 16, v. 16, p. 18–31, 2002.
4. NSR-10 - Título G: **Estructuras de Madera y Estructuras de *Guadua*. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente**. Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia, 2010.
5. REN21. **Renewables Global Status Report**. Acessado em: julho 2015. Disponível em: <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>
6. STAMM, J. **La Evolución de los Métodos constructivos en Bambú Segundo Congreso Mexicano del Bambú Puebla, México**, 2008.

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL (HIS) ATRAVÉS DA METODOLOGIA MASP-HIS.

Eliká Deboni Ceolin, Especialista (IMED);

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng. (UFSC).

PALAVRAS CHAVE

HIS; sustentabilidade; avaliação.

KEYWORDS:

Social house; sustainability; evaluation

RESUMO

Vários métodos foram desenvolvidos para avaliar projetos e construções sustentáveis. Apesar de existirem iniciativas de selos, etiquetagem, certificações e metodologias de avaliação da sustentabilidade, os critérios adotados priorizam muitas vezes os aspectos ambientais deixando em segundo plano as demais dimensões da sustentabilidade: social e econômica. Em países em desenvolvimento, especialmente, os aspectos econômicos e sociais deveriam ter um destaque maior, uma vez que tem grande impacto na sustentabilidade global. Este trabalho utiliza uma metodologia integrada de avaliação da sustentabilidade no projeto para Habitação de Interesse Social desenvolvida no Brasil, a metodologia MASP-HIS (CARVALHO, 2009). Os resultados alcançados demonstraram que o projeto, mesmo antes dos selos nacionais serem lançados, atende a maioria dos requisitos do método em questão.

ABSTRACT

Many methods aim to evaluate projects and buildings in order to reduce its environmental impacts. Although there are initiatives like labelling, certification and assessment methodologies this sustainability criteria prioritize environmental issues often not contemplating the other dimensions of sustainability: social and economic. In emerging countries, especially the economic and social aspects should be given more attention, since it has greater impact on global sustainability. This paper applies an integrated assessment methodology in a social house developed in Brazil using MASP-HIS methodology. The first results founded shows that, even before national certifications, this project succeed in most of MASP-HIS requirements.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação da sustentabilidade das edificações é realizada através de selos, certificações, etiquetas e guias. Atualmente alguns países já incorporaram os selos de avaliação de edificações à legislação. Na Europa os selos já fazem parte da legislação nacional em alguns países, como é o caso do Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Breeam), na Inglaterra, criado na década de 1990.

Não é possível copiar os métodos devido ao sucesso em outros países, pois inúmeros critérios perdem a validade e alguns itens não considerados em sistemas internacionais são de suma importância para o País (SILVA, 2000).

Os selos podem ser divididos em duas categorias segundo Silva & Agopyan (2004): sistemas orientados para o mercado e sistemas de avaliação orientados para pesquisa. O primeiro foi projetado para ser facilmente absorvido por profissionais da área e tem grande uso como marketing das edificações. O segundo, por sua vez, tem forte ênfase na fundamentação científica e visa o desenvolvimento de novos sistemas.

No Brasil, as certificações foram inicialmente importações de modelos estrangeiros, o internacionalmente reconhecido Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), é um exemplo. Atualmente existem no País diversas iniciativas para criação de selos nacionais, estudos e pesquisas. Estas últimas são desenvolvidas com o intuito de estabelecer sistemas de avaliação específicos para a realidade brasileira.

As certificações como AQUA (Alta Qualidade Ambiental), selo Procel Edifica, e o mais recente Selo Azul da Caixa Econômica Federal são exemplos de avaliações criadas com base nas características sociais, econômicas e ambientais nacionais, ou, então, adaptadas ao contexto nacional. O Selo Azul, por exemplo, é uma ferramenta gratuita para avaliação da sustentabilidade de projeto e traz critérios diferenciados como o maior peso do aspecto social da sustentabilidade e a consideração da matriz renovável de energia elétrica brasileira.

2. MASP-HIS

As ferramentas que avaliam a sustentabilidade nos selos serviram de apoio para a criação da Metodologia de Avaliação de Sustentabilidade em Projeto para Habitações de Interesse Social (MASP-HIS) criada por Carvalho, (2009). O projeto aborda as três esferas da sustentabilidade: econômica, social e ambiental. Em cada categoria são avaliados os projetos e os subsistemas construtivos através de

questionários e fórmulas. Para a avaliação utiliza-se um software com base no Excel (Microsoft Excel) denominado "Pro-MASP-HIS" (CARVALHO, 2009), os componentes do selo estão detalhados no esquema da Figura 1.

Carvalho (2009) define seis etapas para avaliação: três etapas de avaliação de projeto quanto às dimensões econômicas, ambientais e socioculturais e três etapas de análise das categorias e subcategorias. As categorias são avaliadas também sob o enfoque das três dimensões da sustentabilidade e são divididas em sete subsistemas: estrutura, cobertura, instalações, tratamento, pintura, vedações horizontais e vedações verticais. Sendo que este último, vedações verticais, foi o escolhido para detalhamento do modelo devido ao grande impacto que tem em uma edificação em relação aos custos, patologias e desempenho da edificação.

O MASP-HIS tem como objetivo proporcionar a avaliação na fase de projeto do ciclo de vida da edificação com foco na sustentabilidade. Pretende, desta forma, medir os possíveis impactos e procura assegurar a qualidade através da gestão dos aspectos

Permite, ainda, a comparação entre subsistemas para definição da alternativa construtiva mais sustentável. Hoffman (2013) realizou a adaptação do MASP-HIS de forma a propiciar a avaliação da sustentabilidade nas habitações considerando a diferenciação dos materiais empregados. aplicação de recursos naturais trará menor impacto ambiental nas fases de uso e descarte dessa edificação.

2.1 APLICAÇÃO

O método é aplicado com a utilização do PROMAS

Figura 02 – Equações MASP-HIS.

$$A = \frac{US + CA + CE + CM + R}{5} 100 \quad (1)$$

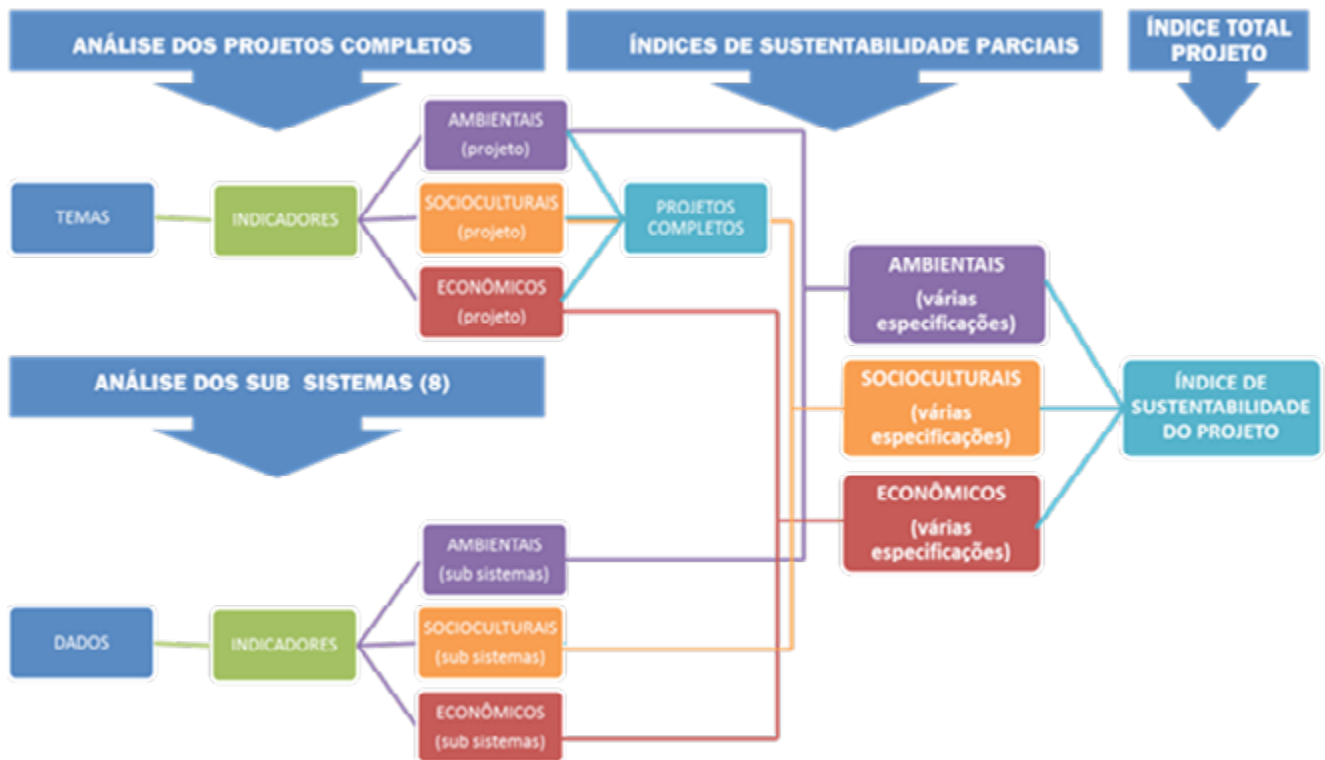
$$B = \frac{QV + CEM + CTA + V + CA + CL + CHT}{7} 100 \quad (2)$$

$$C = \frac{DM + S + E + HFF + C}{5} 100 \quad (3)$$

$$RI = \frac{A + B + C}{3} \quad (4)$$

Fonte: Autores

Figura 01: Esquema MASP-HIS



P-HIS, onde são respondidas questões com respostas sim, não e não se aplica (n.a.) dos quais se obtêm os índices parciais de projeto e após é realizada a análise dos subsistemas. Na metodologia foi proposto o sistema de vedações verticais que é o avaliado neste estudo. O objetivo é atingir um valor superior a 50 na soma das respostas. O resultado para cada aspecto é uma média ponderada das questões de cada categoria, conforme as equações (1), (2), (3) e (4).

Toma-se como exemplo o aspecto ambiental, a equação (1) corresponde à média da categoria “Consumo de recursos, energia e fluxo de massa”, composta por cinco subcategorias, a equação (2) corresponde à média da categoria “Qualidade interna da habitação – conforto e saúde” com sete subcategorias, a equação (3) corresponde à média das cinco subcategorias da categoria “Qualidade do produto, habitação” e, por último, a equação (4) corresponde ao Índice de sustentabilidade parcial do aspecto cultural para os projetos completos. Da mesma forma ocorre nos outros dois aspectos: econômico e sociocultural.

O método MASP-HIS traz o detalhamento para aplicação da avaliação de subsistema o que avalia as vedações verticais. Carvalho (2009) justifica a escolha de acordo com alguns critérios, dentre eles por as vedações verticais serem uma das maiores categorias, por terem um grande

Fonte: Autores

peso no custo da obra e, ainda, por apresentarem muitas das patologias mais frequentes. Neste estudo, também foi avaliado o subsistema de vedações verticais.

A Figura 3 mostra a quantidade de questões abordadas nas categorias do modelo, o que revela os pesos adotados para estas.

Aspecto	Categoria	Subcategoria	Nº Questões	Peso na categoria	Peso no índice de sustentabilidade parcial de projetos completos.
Ambiental (R1) (231 questões) (33% do Índice de sustentabilidade Parcial do projeto completo)	A - Consumo de recursos, energia e fluxo de massa. (33% do aspecto ambiental)	A1. Uso do solo	28	25,00%	2,7225%
		A2. Consumo de água	17	25,00%	2,7225%
		A3. Consumo de energia	7	25,00%	2,7225%
		A4. Consumo de materiais	17	25,00%	2,7225%
		A5. Resíduos	11	25,00%	2,7225%
	B - Qualidade interna da habitação Conforto e Saúde (33% do aspecto ambiental)	B1. Saúde, higiene e qualidade de vida.	9	14,28%	0,6729%
		B2. Conforto eletromagnético	2	14,28%	0,6729%
		B3. Conforto tátil e antropodinâmico	19	14,28%	0,6729%
		B4. Ventilação	12	14,28%	0,6729%
		B5. Conforto Acústico	11	14,28%	0,6729%
		B6. Conforto lumínico	17	14,28%	0,6729%
		B7. Conforto Higro-térmico	19	14,28%	0,6729%
	C - Qualidade do produto/habitação (33% do aspecto ambiental)	C1. Durabilidade/Manutibilidade	8	20,00%	2,1780%
		C2. Segurança	25	20,00%	2,1780%
		C3. Estanqueidade	11	20,00%	2,1780%
C4. Habitabilidade, funcionabilidade e flexibilidade		8	20,00%	2,1780%	
C5. Construtibilidade		10*	20,00%	2,1780%	
Aspectos Socio-culturais (R3) (189 questões) (33% do Índice de sustentabilidade Parcial do projeto completo)	D - Social (25% do aspecto sócio-culturais)	D1. Infra-estrutura	11	20,00%	1,6500%
		D2. Conforto e saúde	11	20,00%	1,6500%
		D3. Qualidade da habitação	10	20,00%	1,6500%
		D4. Relacionamento com comunidade local	6	20,00%	1,6500%
		D5. Participação	9	20,00%	1,6500%
	E - Cultural (25% do aspecto sócio-culturais)	E1. Herança cultural	8	100,00%	8,2500%
		F1. Políticas públicas	18	86%	
	F - Política (25% do aspecto sócio-culturais)	F1. Políticas públicas	18	50,00%	4,1250%
		F2. Educação ambiental	3	50,00%	4,1250%
	G - Geração de renda/Responsabilidade Social (25% do aspecto sócio-culturais)	G1. Empresa construtora	45	20,00%	1,6500%
G2. Projetistas		50	20,00%	1,6500%	
G3. Fornecedores para empresa de projeto		9	20,00%	1,6500%	
G4. Usuário		5	20,00%	1,6500%	
G5. Segurança		4	20,00%	1,6500%	
Aspectos Econômicos (R5) (31 questões) (33% do Índice de sustentabilidade Parcial do projeto completo)	L - Economia (100% do aspecto econômico)	L1. Fortalecimento da economia local	16	25,00%	8,2500%
		L2. Viabilidade econômica	5	25,00%	8,2500%
		L3. Custo	7	25,00%	8,3333%

Figura 3 - Planilha de quantidade de questões

Fonte: Autores

3. CASA ALVORADA

A casa alvorada é um protótipo resultante de um projeto de pesquisa desenvolvido da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo grupo de pesquisa NORIE, sob a coordenação do professor Dr. Miguel Aloysio Sattler. O projeto se desenvolveu em dezembro de 1997, o estudo contemplou além de uma unidade habitacional o tratamento do lote, paisagismo e abordou também o suporte ao conforto ambiental, gestão de resíduos, água e recursos energéticos.

O município de Alvorada fica na região metropolitana de Porto Alegre- RS e tem como característica ser uma "cidade-dormitório" (SATTLER, 2007). Para casa foi definido um programa de necessidades de 48,50m² de área construída, dois dormitórios, banheiro, hall, sala e cozinha integradas e área de serviço, como pode ser visto na Figura 4. Foi considerada a previsão de ampliação da residência.

O projeto previu técnicas passivas de controle ambiental o que determinou grande parte do partido arquitetônico. Além disto, foi previsto reaproveitamento de água da chuva e tratamento de esgoto doméstico e maior aproveitamento da energia solar, conforme pode ser visto na Figura 5. Os materiais utilizados na construção foram definidos a partir de um estudo sobre as construções existentes no município de Alvorada. Os princípios para escolha de materiais foram baseados nos pré-requisitos de Sperb, Bonin e Sattler (1998) apud Sattler (2007), são eles:

- Pequenas distâncias de transporte;
- Baixo conteúdo energético;
- Elevado grau de renovabilidade ou reciclabilidade;

A adoção dos materiais utilizados considerou a produção regional, a cultura local de construção, o clima, a qualificação da mão de obra e a redução de consumo de materiais inadequados ambientalmente. Foram utilizadas paredes de alvenaria de tijolos cerâmicos maciços, estrutura em concreto armado, telhas cerâmicas com estrutura em madeira, chapa de alumínio (reaproveitamento de offset de gráficas) e forro de madeira, porém, em itálico.

O protótipo foi construído no campus do Vale da UFRGS e em 2000 foi implantado na cidade de Nova Hartz, também na zona metropolitana da capital gaúcha. Na implantação final algumas etapas da construção não foram realizadas de acordo com o projeto original e especificações foram substituídas, uma vez que se tratava de convênio firmado com a Prefeitura Municipal de Nova Hartz. Contudo, o MASP-HIS é um método de avaliação de projeto, portanto para a avaliação foram consideradas as especificações do projeto original oriundo da pesquisa do NORIE/UFRGS.

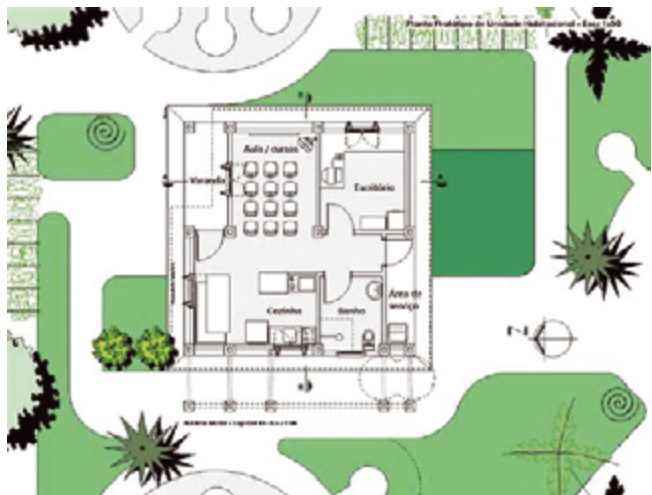
4. RESULTADOS

A resposta dos questionários foi feita de acordo com as informações constantes no livro Habitare, "Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a casa alvorada e o centro experimental de tecnologias - Habitacionais Sustentáveis" (SATTLER, 2009). Para responder aos questionários foram utilizados os seguintes critérios:

a) Não se aplica: quando não foram encontradas informações suficientes para afirmar ou negar alguma das perguntas foi utilizado esta opção que também foi utilizada para situações onde realmente não se aplicava o critério questionado;

b) Sim/não: quando foram encontradas informações suficientes no projeto, extraídas do livro ou relatórios de pesquisas realizadas por integrantes do projeto, para confirmar ou negar a alternativa questionadas.

Figura 04 – Planta Baixa Casa Alvorada



Fonte: Autores

Figura 05 – Perspectiva Casa Alvorada.



Fonte: Autores

4.1 RESULTADOS PARCIAIS

4.1.1 Ambiental

Para análise do aspecto ambiental foram consideradas todas as subcategorias resultando no total de 72,22 pontos como média ponderada dos aspectos. A categoria referente à qualidade interna da habitação, conforto e saúde obteve maior pontuação (80,14 pontos). Já a categoria sobre Consumo de energia e fluxo de massa teve uma pontuação inferior (63,73 pontos), ainda assim, dentro do limite de 50% (valor mínimo no escopo da metodologia).

Na subcategoria “uso do solo” (A1) o índice obtido foi de 75, contudo são 28 questões apenas neste item, valor que determina 35% do índice. Ou seja, possui um maior peso na conformação do item enquanto no aspecto conforto eletromagnético, tem apenas dois itens, ainda que apenas um destes pontos fosse conquistado, ele corresponde apenas a 2% da categoria.

Percebe-se o reflexo da preocupação no projeto sobre diversos aspectos abordados na metodologia, porém, outros itens importantes como segurança estrutural ao fogo uso e operação, ficaram abaixo dos 50% mínimos do método utilizado.

4.1.2 Sócio Cultural

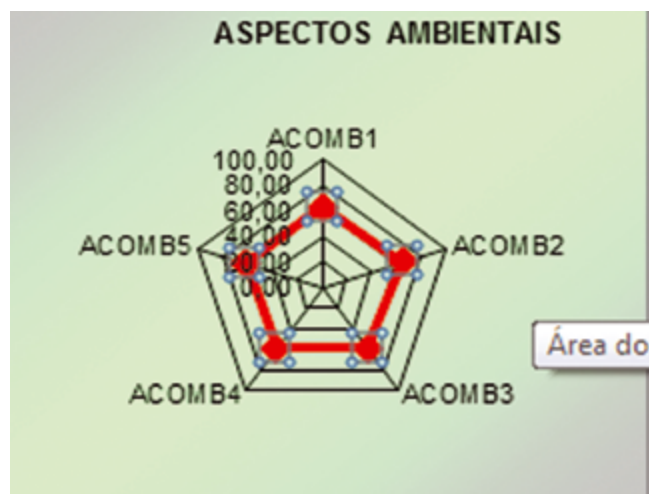
No aspecto sócio cultural, o projeto teve um bom desempenho. Apenas na subcategoria “herança cultural” (E1) obteve pontuação mínima exigida (50%), contudo foram somente quatro itens (50% do total da subcategoria) respondidos negativamente. Nos aspectos sociais (D) e político institucional ficaram entre 65% a 80% o total de respostas positivas. Já na “geração de renda e responsabilidade social” (G) 90,09% foram atendidas e na “Segurança” (H) 100% dos quesitos foram atendidos.

Destaca-se neste segmento, que dentro da categoria “G”, muitas questões tiveram que ser respondidas Não se aplica (n.a.), uma vez que se tratando de um projeto de pesquisa realizado por uma universidade, as questões de relação trabalhista entre empresa construtora, projetistas, fornecedores de projeto não são aplicáveis à situação, gerando uma leitura errônea do item.

4.1.3 Econômico

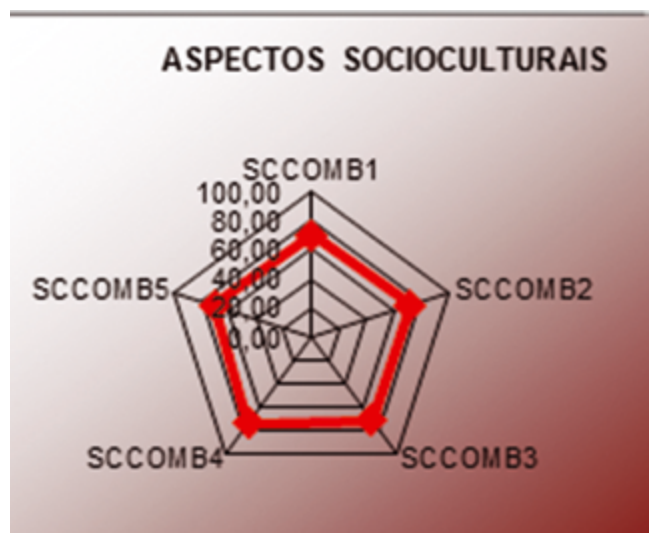
No aspecto econômico o resultado foi de 70,04, acima da média mínima exigida pelo MASP-HIS. O item viabilidade econômica trouxe o índice para baixo uma vez que muitas questões não foram abordadas no projeto por se tratar de pesquisa.

Figura 06 – Resultado parcial Aspectos Ambientais.



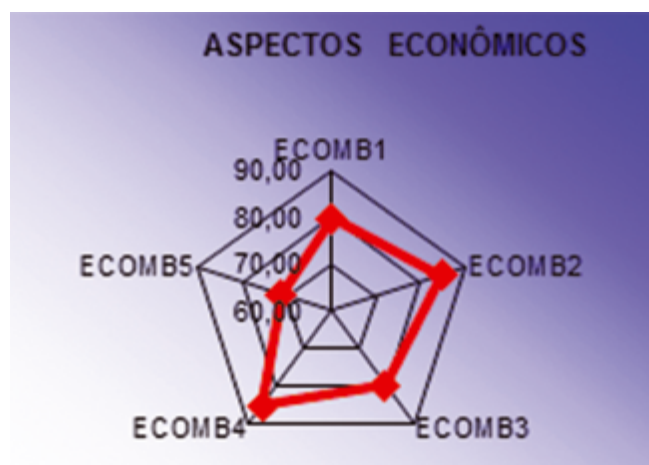
Fonte: Autores

Figura 07 – Resultado parcial Aspectos Socioculturais.



Fonte: Autores

Figura 08 – Resultado parcial Aspectos Econômicos



Fonte: Autores

4.2 Resultado final

O resultado geral foi equilibrado em todas as categorias, apenas combinação cinco do aspecto econômico, resultante das combinações de blocos e argamassas de reboco e assentamento que prejudicou o resultado geral. Ao comparar a avaliação do projeto da Casa Alvorada com a avaliação que Carvalho (2009) realizou de projetos padrão de HIS da prefeitura municipal de Goiânia e da organização não governamental (ONG) Habitat Brasil, há grande disparidade nos resultados. O projeto Casa Alvorada atingiu em todas as categorias o índice mínimo exigido pelo método (50%), enquanto o desempenho dos projetos padrão das HIS do estudo de Carvalho (2009) ficam bem abaixo do mínimo exigido. Este melhor desempenho da habitação do NORIE é resultado da preocupação com a sustentabilidade total do projeto.

5. CONCLUSÕES

Percebe-se que o método é abrangente, que como metodologia para aplicar em projetos, permite edição posterior dos dados e avaliação das decisões tomadas e suas consequências. Devido à quantidade de informações requeridas pelo programa ele fica extenso de preencher e, além disto, requer um projeto detalhado. É possível que tenha um bom relacionamento com tecnologias Building Information Modeling (BIM) uma vez que as informações são mais acessíveis e inseridas mais cedo que no método tradicional de projeto tornando a avaliação mais realista.

Um fator que chama atenção, contudo, é a disparidade de número de questões em cada subcategoria, o que pode gerar resultados discrepantes e leituras errôneas da sustentabilidade de projeto. As subcategorias com muitas questões podem ter respostas negativas para questões importantes e que não resultarão em maiores prejuízos para o resultado por representarem uma pequena porcentagem do total. Esta é uma questão a ser desenvolvida e melhorada no método.

Para alguns tipos de projeto, como este que não possui a relação patrão-empregado-projetista, torna-se praticamente inviável a aplicação, pelo número de questões respondidas negativamente e não aplicáveis e ainda por ter questões passíveis de respostas, porém irreais (uma vez que não existe a relação).

O método, no entanto, abrange um maior número de itens importantes para o cenário de construção civil brasileiro e, especialmente, para habitação de interesse

social que os demais selos existentes no mercado. Apesar de número reduzido de questões no aspecto social, ele considera as diversas relações existentes no mercado, o que não é inserido na maioria das avaliações com esta acuidade.

REFERÊNCIAS

1. CARVALHO, M. T. (2009). **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto**. 241p. Doutorado (Tese). . Brasília.: Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília.
2. SATTler, Miguel Aloysio. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a casa Alvorada e o Centro Experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis/** Miguel Aloysio Sattler. — Porto Alegre : ANTAC, 2007. — (Coleção Habitare, 8).
3. SILVA, V. G. (2000). **Avaliação do desempenho ambiental de edifícios**. Revista da Qualidade na Construção. São Paulo., 14-22.
4. SILVA, V. G., & Agopyan, V. (2004). **Avaliação de Edifícios no Brasil: SALTando de Avaliação Ambiental para Avaliação de Sustentabilidade**. São Paulo: EPUSP.

AGRICULTURA URBANA: IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE PROJETO PARA O PROCESSO PRODUTIVO E COMERCIALIZAÇÃO

Diego Costa, Mestrando (UFRJ);

Carla Cipolla, Dra. (UFRJ);

PALAVRAS CHAVE

Desenvolvimento Sustentável; Design de Produtos; Design de Serviços; Agricultura Urbana

KEY WORDS

Sustainable Development; Product Design; Design Services; Urban Agriculture

RESUMO

O artigo define as características específicas da agricultura urbana (AU) por meio de uma revisão da literatura e aponta quais os principais aspectos da AU a serem considerados no desenvolvimento de novos produtos e serviços. O processo envolve a análise das atividades realizadas pelo Centro de Educação Multicultural (CEM) que desenvolve agricultura urbana no complexo de favelas da Penha, na cidade do Rio de Janeiro.

ABSTRACT

The article defines the specific characteristics of urban agriculture (UA) through a literature review and points out the main aspects of the UA to be considered in the development of new products and services. The research process includes the analysis of the activities developed by the the NGO called Multicultural Education Center (CEM) which promotes urban agriculture in a slum (known as Complexo da Penha) in the city of Rio de Janeiro.

1. INTRODUÇÃO

Até o ano de 2050 a população mundial passará de pouco mais de 7 bilhões para 9 bilhões de pessoas, dos quais dois terços viverá em cidades (ONU, 2015). Ainda segundo a ONU (2014), em 2030, as megalópoles - cidades com mais de 10 milhões de habitantes - passarão de 28 para 41 em todo mundo, o que aumentará de forma drástica as demandas por acesso a saúde, educação, habitação, saneamento básico, emprego, entre outros. Tal quadro constitui um grande desafio, sendo necessárias soluções que promovam um desenvolvimento sustentável das cidades. Alinhado com esta demanda, o presente trabalho focaliza-se em uma atividade cada vez mais presente nestes contextos: a agricultura urbana.

A agricultura urbana (AU) tem crescido significativamente durante as últimas duas décadas. Ela é cada vez mais aceita e utilizada como uma ferramenta no desenvolvimento sustentável na medida em que, onde se estabelece com eficiência, desempenha um papel muito importante na alimentação das populações (FAO, 1999). O processo de urbanização acelerado faz crescer a demanda por melhores oportunidades e melhor qualidade de vida e é justamente neste sentido que a AU traz uma oportunidade de revalorização dos espaços urbanos como áreas destinadas à produção de alimentos, à geração de renda, à reaproximação com a natureza, ao lazer, ao convívio, etc. São diversas as experiências em todo mundo que demonstram como a AU pode contribuir na melhoria da qualidade de vida das famílias e comunidades (FAO, 2014; Arruda, 2011; Henk, 2008).

O lançamento de produtos voltados para a AU vem ganhando escala nos últimos anos e contribui diretamente com a promoção e ampliação da AU e o consequente desenvolvimento sustentável das cidades. Além disso, esse é um nicho de mercado com grande potencial econômico, gerador de renda e emprego não só para quem pratica a AU, mas também para quem projeta, produz e vende produtos para a AU (Vickery, 2014).

Este artigo investiga oportunidades de projeto para melhorar o processo produtivo e de comercialização dos produtos oriundos da AU. Para isso, foi conduzido um estudo de caso no Centro de Educação Multicultural (CEM), uma ONG que faz o reflorestamento e plantio de alimentos em uma área urbana de recuperação ambiental no subúrbio da cidade do Rio de Janeiro. Por meio da análise das demandas da ONG foi investigado quais os principais requisitos e demandas de projeto de produtos e serviços no CEM.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo refere-se a um estudo de caso e tem caráter qualitativo. Para o estudo foram realizados os seguintes procedimentos metodológicos: (1) Revisão da literatura, que fundamentou o entendimento de agricultura urbana, contribuiu na estruturação do estudo de caso e gerou parâmetros para avaliação dos dados coletados; (2) na coleta de dados, que foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas, observação indireta e observação participante; (3) Análise dos dados obtidos.

Para adquirir conhecimento das questões relativas à agricultura urbana e as suas características, foi realizada uma revisão narrativa da literatura, que, segundo Rother (2007), é apropriada para descrever e discutir o desenvolvimento de questões mais amplas. A revisão narrativa também foi utilizada no levantamento das questões ligadas ao design de produtos e serviços.

A coleta de dados para o estudo de caso foi realizada na sede do Centro de Educação Multicultural e durou aproximadamente um mês. Foram realizadas três entrevistas semiestruturadas com os responsáveis pela execução do projeto de agricultura urbana da ONG. As entrevistas tiveram como objetivo de entender suas definições sobre a agricultura urbana e quais as dificuldades enfrentadas no trabalho diário com a horta urbana.

Ainda na coleta de dados foi conduzida uma observação participante, onde o pesquisador experimenta na prática o cotidiano do pesquisado, e uma observação indireta. A observação participante aconteceu no período de dois dias e foram escolhidos os dias de colheita e venda dos produtos, uma sexta e sábado respectivamente. A observação indireta, onde o pesquisador observa o pesquisado sem que haja interação com ele, foi realizada no período de uma semana de trabalho, de segunda à sábado. Os dois tipos de observação foram realizadas em períodos diferentes para que uma não comprometesse a outra. A análise dos dados foi realizada comparando-se as características da agricultura urbana descritas na revisão da literatura com as características encontradas no estudo de caso. Também foi feito um levantamento das novas possibilidades projetuais no setor da agricultura urbana, utilizando o estudo de caso como exemplo, e tendo como foco específico a atividade de design de produtos e serviços.

3. AGRICULTURA URBANA E SUAS CARACTERÍSTICAS

A Apesar da AU ser um tema cada vez mais frequente em organizações como a ONU, UNESCO, governos, empresas

privadas, redes, associações, entre outros, ainda não existe um consenso sobre sua definição. A grande diversidade de cidades e seus entornos contribuem para este fato.

Para a FAO (2007) a agricultura urbana é aquela que é praticada dentro e no entorno das cidades (regiões periurbanas). Essa AU gera produtos oriundos da agricultura, pecuária, pesca e silvicultura. Inclui também produtos florestais não madeireiros, bem como serviços ecológicos prestados pela agricultura, pesca e silvicultura. Ainda segundo a FAO, uma única cidade pode possuir inúmeros serviços e sistemas de agricultura.

Mougeot (2000) acredita que o que distingue a agricultura rural da agricultura urbana é a integração que a AU possui com o sistema ecológico e econômico das cidades. Sendo assim, iniciativas intraurbanas e periurbanas onde não aconteça essa interação não seriam consideradas AU. Essa definição é útil principalmente quando estamos tratando da agricultura que ocorre em áreas periurbanas, cuja localização nas cercanias da cidade não garante a interação com o ecossistema urbano. Na figura 01 são representados os elementos que interagem com a agricultura urbana, dentro e fora das zonas urbanas



Fonte: Adaptado de Mougeot (2002)

A definição de Veenhuizen (2006) engloba tanto a produção voltada para comercialização quanto para o autoconsumo. Ele define AU como o crescimento de plantas e criação de animais para usos alimentares e não alimentares nas cidades e ao redor delas, incluindo atividades como processamento e venda de produtos.

Mougeot (2000) apresenta seis principais elementos que, segundo ele, caracterizam a AU, são eles: os tipos de atividades econômicas; as categorias e subcategorias de produtos; a localização da atividade; os tipos de áreas onde é praticada; o destino dos produtos; os tipos de sistemas de produção e a escala de produção. Tais elementos

são detalhados a seguir:

- **Os tipos de atividades econômicas:** na agricultura convencional a produção rural geralmente não interage, ou interage pouco, com o beneficiamento e venda dos produtos. O mesmo não ocorre na AU, onde as atividades de produção, beneficiamento e venda, são próximas e intimamente interligadas no espaço urbano. Na AU a cadeia de produção é baseada em pequenas unidades, geralmente descentralizadas e em contato direto com o mercado consumidor;

- **As categorias e subcategorias de produtos:** os produtos provenientes da AU podem ser de origem animal ou vegetal, incluindo produtos para alimentação (grãos, vegetais, hortaliças, etc.) e produtos não alimentícios (ervas aromáticas, tabaco, plantas ornamentais, etc). Alguns autores consideram apenas os produtos alimentícios, o que segundo Mougeot (2002) limitaria a análise da capacidade produtiva da AU como um todo. Ainda em decorrência da interação direta com o meio urbano, a AU conta com uma maior capacidade de produzir produtos e serviços que interajam com a cidade, o que aumenta o leque de produtos (e serviços) oriundos desta modalidade de agricultura;

- **A localização da atividade:** a agricultura urbana pode estar localizada no ambiente intraurbano e no periurbano. O ambiente periurbano, mesmo sendo constituído pela área ao entorno das cidades, classifica este tipo de agricultura como urbana pois esta sofre muitas influências do ambiente urbano e apresenta uma proximidade que permite uma grande interação com as cidades;

- **Os tipos de áreas onde é praticada:** estas áreas variam de acordo com sua localização respectiva em relação a moradias, modalidades de posse e/ou usufruto do local, a classificação da área onde a terra é utilizada (industrial, residencial, comercial, pública, etc.), entre outros;

- **O destino dos produtos:** os produtos da AU são destinados tanto ao autoconsumo quanto à venda. As duas categorias têm importância econômica. A produção para consumo pode representar a segurança alimentar de famílias que estão em áreas de “deserto alimentar” (áreas que apesar de estarem em cidades não possuem mercados que vendam alimentos de valor nutricional relevante ou saudáveis);

- **Os tipos de sistemas de produção e a escala de produção:** as definições de AU não excluem os diferentes tipos de sistemas de produção e escala. São encontrados casos de AU em nível individual, familiar, coletivo, empresarial, etc. A produção em AU é diversificada, sendo mais comum a realizada em pequena escala, apesar de também serem encontrados casos de produção com escalas consideráveis. De qualquer forma, a produção é sempre orientada aos mercados locais.

4. O CENTRO DE EDUCAÇÃO MULTICULTURAL NA AU

O Centro de Educação Multicultural (CEM) é uma organização não governamental (ONG) localizada no Complexo de favelas da Penha, zona norte do Rio de Janeiro. A sede da organização fica na comunidade do Grotão, ao pé da Serra da Misericórdia, que é um maciço que abrange aproximadamente 27 bairros do subúrbio carioca e, desde o ano 2000, é uma Área de Proteção Ambiental e Recuperação Urbana.

O CEM foi fundado no ano de 2011 com uma proposta de ação multicultural na comunidade do Grotão e adjacências. Na ONG são realizadas diversas atividades como capoeira, teatro, cursos de grafite, acolhimento comunitário, entre outras. Uma das atividades realizadas pela ONG é o reflorestamento da Serra da Misericórdia, constituído através do plantio de uma agrofloresta, sendo esta caracterizada como um consórcio de árvores nativas com plantas alimentícias (verduras, hortaliças, tubérculos, etc.). A produção de plantas alimentícias no espaço urbano e a interação da ONG com a comunidade (o ecossistema urbano) são os elementos que caracterizam tal iniciativa como agricultura urbana.

A escolha em reflorestar com plantio de alimentos foi tomada pois, se tratando de um ambiente de vulnerabilidade social, a produção de alimento é uma forma de gerar renda e garantir a segurança alimentar dos moradores. Esta foi a principal estratégia de aproximação com a comunidade que, no seu envolvimento no plantio ou apenas no consumo dos alimentos, também é educada sobre importância da preservação e recuperação das áreas verdes da Serra da Misericórdia. Desta forma, o CEM, além de produzir alimentos, também funciona como um centro de educação ambiental e multiplicação de biodiversidade na comunidade. Hoje, além dos moradores que buscam informações individualmente, a ONG também atende à escolas e creches, realizando aulas de educação ambiental, passeios pela Serra da Misericórdia, oficinas, workshops, acompanhamento técnico na implantação de hortas, entre outras atividades.

4.1. Observação indireta

Tendo como objetivo a compreensão da dinâmica de trabalho semanal da ONG, conduziu-se uma observação indireta das atividades realizadas ao longo de uma semana. A observação deu-se da seguinte forma: o pesquisador acompanhava a rotina diária do CEM, com o mínimo de interação possível e, conforme as atividades eram realizadas, preenchia uma tabela relatando as mesmas. Foram seis dias de

observação, de segunda à sábado, e, em média, foram anotadas 19 atividades distintas durante cada dia. As atividades eram bem diversificadas e incluíam desde a preparação do almoço e limpeza do espaço à plantio de mudas e passeio com turmas escolares pela Serra. A tabela 1 apresenta as quatro principais atividades realizadas nos dias de pesquisa. Principais apontamentos da observação indireta:

- Durante a observação indireta todos os dias começaram com uma reunião de esclarecimento e ajustes do que deveria ser feito naquele dia.

- Algumas atividades tinham recorrência diária, são elas: preparo do almoço, limpeza da cozinha, alimentação dos animais e rega das plantas.

- A rega das plantas é manual e dura em média duas horas e meia, por isso foi incluída no grupo de principais atividades realizadas.

- A venda na feira acontece em barraca alugada pelo CEM.

- A limpeza do terreno é dificultada devido a inclinação do local. O mesmo ocorre ao capinar as áreas plantadas. Ainda quanto à capina, ela acontece tanto manualmente, com tesoura de poda, quanto com roçadeira à gasolina.

- A ida ao CEASA é feita utilizando-se transporte público. Os alimentos comprados são transportados em carrinho semelhante ao utilizado para transportar engradados de cerveja.

- A produção dos desidratados (banana e tomate) inclui: lavagem e sanitização, descascamento, desidratação, separação por peso e ensacamento.

- O plantio das mudas acontece com frequência e é atividade fundamental para o reflorestamento e para a produção de alimentos.

- A educação ambiental com alunos da escola incluiu plantio de mudas e passeio pela Serra.

- O manejo dos viveiros é feito para desmamar as mudas que criam raízes no chão e organizar as que irão para feira.

- A colheita para a comercialização em feira ocorre no final do

dia na sexta-feira e inclui colher e separar as porções para venda.
- A ida para a feira ocorre de ônibus, os produtos são transportados em um simples carrinho, semelhante ao utilizado para transporte de engradados de cerveja, sendo este empregado

Tabela 01 - Principais atividades realizadas durante a semana

Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado
Limpeza da sede e do terreno	Ida à CEASA	Plantio de mudas	Plantio de mudas	Manejo de viveiros	Ida para a feira
Capinar o terreno	Produção de desidratados	Produção de desidratados	Educação ambiental com alunos de escola	Colheita para a feira	Venda de produtos na feira
Alimentar animais	Alimentar animais	Alimentar animais	Alimentar animais	Alimentar animais	Alimentar animais
Molhar as plantas	Molhar as plantas	Molhar as plantas	Molhar as plantas	Molhar as plantas	Molhar as plantas

Fonte: Autores

igualmente para outras atividades de transporte.

4.2. Observação participante

A observação participante, na qual o pesquisador vivência na prática as atividades, foi conduzida em uma semana diferente da observação indireta para que não houvesse interferência na pesquisa. Os dias escolhidos foram sexta e sábado, sendo o primeiro o dia da colheita e preparação para a feira orgânica, e o segundo o dia da venda dos produtos na feira.

Com objetivo de vivenciar na prática a rotina dos pesquisados, a observação participante foi um instrumento de aproximação pessoal do pesquisador com as atividades do CEM. Não houve uma documentação das atividades realizadas durante o dia, sendo essa apenas produzida em forma de relato ao final dos dois dias de trabalho.

Durante a processo foram vivenciadas algumas dificuldades que complementaram os achados da observação indireta: o transporte dos produtos enquanto eles são colhidos e separados é complicado, pois o terreno é inclinado e isso atrapalha a movimentação; a locomoção da sede da ONG até a feira não é fácil, principalmente por se precisar carregar os produtos em carrinho semelhante aos de engradados de cerveja, o que torna subir no ônibus uma tarefa penosa; durante a feira não há lugar para sentar, o que deixa o trabalho cansativo.

Nos dois dias de observação direta foi interessante per-

ceber como a agricultura urbana está conectada com a comunidade. São vários os moradores que aparecem para conversar e acabam ajudando nas atividades da ONG. Outro aspecto interessante é que, por estar em um centro urbano, o CEM está diretamente conectado com seus parceiros e clientes, as ligações telefônicas são constantes e o uso da internet para fins de comunicação parece ser indispensável. Apesar de se localizar próximo à feira, o uso de transporte público foi fundamental, pois seria complicado carregar o carrinho de produtos pelas ruas e calçadas sem conservação do bairro.

5. O DESIGN DE PRODUTOS PARA A AGRICULTURA URBANA

A atividade de desenvolvimento de um produto ou serviço implica no conhecimento profundo das características e necessidades do contexto para o qual se está projetando. Projetar é, de maneira resumida, coletar dados para analisá-los e, posteriormente, sintetizar todo o conhecimento adquirido na forma de um novo produto ou serviço.

Para se desenvolver soluções para a AU não se deve deixar de considerar os seus seis principais elementos específicos que, segundo Mougeot (2000), caracterizam a AU e que foram detalhados anteriormente neste artigo: os tipos de atividades econômicas; as categorias e subcategorias de produtos; a localização da atividade; os tipos de

áreas onde é praticada; o destino dos produtos; os tipos de sistemas de produção e a escala de produção.

Confrontando essas características com a realidade encontrada no estudo de caso, foi possível identificar alguns aspectos específicos e oportunidades de projeto para a produção e comercialização dos produtos da AU:

1 - No CEM as atividades de produção, beneficiamento e venda dos produtos estão conectadas e são realizadas pela própria ONG. A cadeia de produção é sempre curta, o que facilita o transporte entre a colheita e a venda. Na observação direta, no entanto, este transporte se mostrou dificultado pelas particularidades das ruas e calçadas da região. A adaptação de um carrinho de transporte de engarrafados de cerveja em um carrinho para transportar vegetais não foi adequada. Em termos projetuais podemos observar que toda a cadeia de transporte de alimentos na agricultura urbana é uma oportunidade de inovação.

2 - A interação com os consumidores é intensa. O desenvolvimento de novos produtos e serviços que estimulem o contato direto entre consumidor e produtor podem aumentar os ganhos do produtor, que passa a vender mais e com melhor preço, e os benefícios para o consumidor, que consome um alimento mais fresco e de origem conhecida e verificável.

3 - A área de plantio do CEM é toda em terreno inclinado. Essa é uma dificuldade no momento de plantar, manejar e realizar a colheita. Ferramentas e equipamentos voltados para esse tipo de produção podem facilitar a realização das tarefas.

4 - A produção do CEM é uma produção de pequena/média escala, o que já justificaria a automatização de diversas tarefas como, por exemplo, a irrigação do terreno, a alimentação dos animais, o sistema de bombas d'água, a produção dos desidratados, entre outros. Muitas soluções já foram pensadas nesse sentido quando se trata de agricultura rural, mas pouco foi feito especificamente para a AU. Novos projetos devem considerar sempre as facilidades urbanas como acesso à internet, rede de telefonia, vizinhos morando nas proximidades, etc. Todos esses são insumos para inovação em projetos de AU.

5 - Estar localizado no centro urbano também aproxima o CEM dos centros tecnológicos. Eles são importantes áreas de inovação e pesquisa. Muitos estudantes universitários de diversas faculdades visitam e demonstram interesse

pelos atividades realizadas no CEM, neste sentido a agricultura urbana pode se tornar um importante laboratório para inovações que posteriormente possam ser implementadas também na agricultura convencional.

6. CONCLUSÃO

Este artigo aborda o caso de agricultura urbana praticada no CEM. Entretanto esta constitui-se apenas como um tipo possível de AU, dentre vários outros possíveis. Como foi evidenciado na revisão bibliográfica, a agricultura urbana é tão diversa e complexa quanto o tecido social urbano. Ela, portanto, é múltipla e possui diferentes objetivos. O que se deve deixar claro, porém, é que independente dos tipos de AU e objetivos desejados com sua prática, esta encontra-se invariavelmente ligada ao desenvolvimento sustentável das cidades.

O artigo explicita que a AU é um campo vasto para o desenvolvimento de novos produtos e serviços. A agricultura praticada nas cidades quebra com uma série de paradigmas existentes na agricultura rural. O contato direto com o consumidor, o proximidade dos centros de distribuição, o acesso a serviços de internet, telefonia, transporte público, aos centros de pesquisa, o fácil acesso à novas tecnologias, entre outros, são apenas alguns exemplos de como agricultura urbana é diferente da agricultura rural. Ao se desenvolver produtos (e serviços) essas diferenças precisam ser consideradas, elas trazem consigo novas possibilidades projetuais que fazem da AU um campo fértil para inovação. Outros estudos com diferentes iniciativas de AU devem ser realizados para que seja ampliado o conhecimento de como o design de produtos e serviços pode contribuir no desenvolvimento deste tipo de agricultura.

REFERÊNCIAS

1. Arruda, J. - **Agricultura Urbana na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese de doutorado. UFRJ. 2011.
2. FAO - **Growing greener cities in Latin America and the Caribbean**. An FAO report on urban and peri-urban agriculture in the region. ed. FAO Newsroom. 2014.
3. FAO - **Farming in urban areas can boost food security**. FAO Newsroom. 2005.
4. FAO - **Growing Greener Cities in Latin America and the Caribbean**. FAO Newsroom. 2014.
5. Henk, R. - **Thematic paper 3: Innovative experiences**

with multifunctional urban and peri-urban agriculture in city regions in the global South. RUAF Foundation. 2008.

6. IDSA - **What is Industrial Design?. Industrial Designers Society of America.** Disponível em: <<http://www.idsa.org/>>. Acesso em 03/12/2015.

7. Mougeot, J. A. - **Urban Agriculture: Definition, Presence, Potentials and Risks, and Policy Challenges.** International Development Research Centre (IDRC). 2000.

8. ROTHER, E. T. - **Revisão sistemática X Revisão Narrativa.** Acta Paul Enferm. 2007.

9. ONU – World Urbanization Prospects. UN. 2014.

10. ONU – World Urbanization Prospects. UN. 2015.

11. VEENHUIZEN, R. - **Cities farming for the future; Urban Agriculture for green and productive cities.** RUAF Foundation. 2006.

12. VICKERY, K. **Barriers to and Opportunities for Commercial Urban Farming: Case Studie from Austin, Texas and New Orleans, Louisiana.** The University of Texas at Austin. 2014.

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS SUSTENTÁVEIS, A PARTIR DAS RELAÇÕES ENTRE DESIGN UNIVERSAL E ECODESIGN

Vicente Cerqueira, Dr. (UFRJ); Lisandra Rodriguez, (UFRJ); João Vitor Laureano, (UFRJ); Luiza Villapouca, (UFRJ).

PALAVRAS CHAVE

Inovação Socioambiental; Design Universal; Concepção de Produtos; Ecodesign

KEYWORDS:

Environmental innovation; Universal Design; Concept of Projects; Ecodesign;

RESUMO

O presente artigo é resultado de estudos de iniciação científica realizados no período entre 2013 e 2015 e discute como as ações em design universal corroboram a sustentabilidade, a partir de soluções técnico-produtivas compatíveis com as práticas do Ecodesign. Logo, o objetivo central consiste em estabelecer nexos entre ações em Design Universal com as atividades intrínsecas à responsabilidade socioambiental, visando estabelecer um paralelo conceitual para a concepção de projetos de produtos, sistemas e ambientes. A metodologia adotou a análise comparativa de base qualitativa, a partir de projetos acadêmicos e produtos comercializados, a fim de verificar pontos de convergência entre agregação de valores sociais e ecológicos. Como resultado foi possível observar nas amostras que os preceitos do Design Universal são compatíveis com a sustentabilidade técnico-produtiva, com destaque para o aumento do ciclo de vida, a redução de insumos, a flexibilização produtiva entre outros aspectos que agregam valores significativos para o bem-estar social.

Abstract

This article is the result of scientific research studies conducted in the period between 2013 and 2015 and discusses how actions in universal design contributes to sustainability, from technical-productive solutions compatible with the Ecodesign practices. Therefore, the central aim is to establish links between actions on Universal Design with intrinsic activities to social and environmental responsibility, to establish a conceptual parallel to the design of product designs, spaces and systems. The methodology used comparative analysis of qualitative basis from academic projects and marketed products in order to verify points of convergence between aggregation of social and ecological values. As a result it was observed in the projects and products analyzed, that having used the principles of Universal Design, the presence of various elements compatible with the technical and production sustainability, such as: increased life cycle, reduction of inputs, productive flexibility among others that add significant value to social welfare.

1. INTRODUÇÃO

Grande parte dos produtos, sistemas e ambientes é pensada utilizando determinados critérios de marketing, principalmente aqueles baseados em segmentação de mercado, a partir da definição de grupos de usuários e perfis de consumo. De certo modo, a segmentação de mercado é uma importante ferramenta para se entender as relações de consumo e as expectativas que poderão identificar novos valores aos produtos, ambientes e serviços. Entretanto, a segmentação faz referência a grupos sociais com maior potencialidade econômica, excluindo grupos que, por algum motivo, não estão qualificados para a geração de novos atributos funcionais.

Esta visão estabelece à maioria dos produtos, ambientes e serviços uma percepção satisfatória para a maioria da sociedade, do ponto de vista funcional, usual, formal e até mesmo ambiental, com destaque para aqueles que são utilizados no dia-a-dia, isto é, os denominados objetos do cotidiano. Porém, nos últimos anos esta percepção vem se alterando a partir dos conceitos de sociedade inclusiva e de sociedade sustentável, estabelecendo, novas conotações aos produtos industriais em relação a uma sociedade mais justa e ética. Esta percepção sobre as condições de usos são decorrentes de vários aspectos, sendo o principal, a crença na capacidade adaptativa do ser humano. Entretanto, como exigir que uma pessoa com 75 anos tenha a mesma mobilidade ao subir uma escada? Qual o conforto de uma pessoa obesa em uma poltrona de avião? Como uma criança cadeirante consegue interagir com outras em um playground escolar? Como um deficiente visual (não necessariamente cego) consegue ter um modo de vida independente? E podemos incorporar ainda outra conotação: Há sustentabilidade sem inclusão social?

Essas perguntas fogem do controle da maioria das pessoas ou, de algum modo, são ignoradas, pois refletem atividades rotineiras e que, normalmente, são respondidas de maneira evasiva, do tipo “dar-se um jeito”, “é assim mesmo...”, “não é sempre que se usa...” entre outras que dificultam as relações ao estabelecerem distinções sociais. Essas questões, a princípio, estão baseadas na condição física, todavia, acabam por interferir em condições sociais e psicológicas resultantes do processo gradativo de exclusão do convívio social e da negativa de Bem-estar. Assim considera-se que a um dos principais preceitos para a sustentabilidade é a inclusão social como forma de interação de diversos aspectos

que estabelecem o processo civilizatório compatível com o momento atual.

Tendo em vista a escassez de estudos relacionados à temática do Design Universal na concepção de produtos, propôs-se uma pesquisa de iniciação científica, na Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, destinada ao estudo e à proposição de um método de abordagem para a concepção de produtos industriais a partir dos preceitos do Design Universal. Após o desenvolvimento dos primeiros estudos foi identificado que as ações projetivas baseadas no Design Universal corroboram diretamente com a sustentabilidade produtiva, tendo como referência os princípios do Ecodesign e da responsabilidade socioambiental. A partir dessa prerrogativa, se determinou uma vertente para a pesquisa, isto é: o Design Universal é sustentável? Para responder a este questionamento foram realizadas análises críticas em projetos acadêmicos e produtos comercializados que estejam focados nas diretrizes do Design Universal.

Logo, o objetivo central deste trabalho consiste em estabelecer parâmetros que relacionam as proposições do Design Universal com o Ecodesign, a partir princípio da sustentabilidade técnico-produtiva, como forma de ação estratégica para o desenvolvimento de produtos, ambientes e sistemas que possam oferecer melhorias na qualidade de vida e inclusão social. Essa pesquisa foi iniciada em agosto de 2013 e encontra-se em fase final e com previsão de término para junho de 2016, onde se espera apresentar um método de análise e desenvolvimento de conceitos projetivos que integre grupos sociais distintos a partir dos preceitos do Design Universal.

Apesar dos estudos se centrarem nos aspectos relacionados ao Design Universal, considera-se, conforme já comentado, que este enfoque contribui, de maneira significativa com as ações aplicadas à responsabilidade socioambiental e às estratégias de sustentabilidade produtiva, pois além de estabelecer valores expressivos à pessoa portadora de alguma necessidade especial (cadeirantes, obesos, idosos, gestantes, anãos, entre outros) observa-se, também, que apresenta valores expressivos em relação à ampliação do ciclo de vida, à redução de insumos e à flexibilização produtiva. Assim, o Design Universal se constitui como uma estratégia de concepção de projetos que atribui novas funcionalidades aos produtos, aos ambientes e aos sistemas, possibilitando a ampliação da usabilidade e acessibilidade intrínseca, sem com isso estabelecer

diferenças significativas do ponto de vista formal, dimensional e utilitária, oferecendo, assim, plenas condições de Bem-estar pela integração e inclusão social.

2. CONTEXTO HISTÓRICO

O Design Universal, também denominado de 'design total' ou 'design inclusivo', corresponde à concepção e desenvolvimento de projetos que visa ampliar a abrangência usual de produtos, ambientes e serviços, tendo como referência principal a integração de diversos grupos sociais, visando com isso à eliminação das barreiras tecnológicas existentes nos ambientes domésticos, profissionais ou mesmo sociais. Este modo de concepção de projetos tem como objetivo estabelecer soluções tecnológicas que possibilitem a inclusão social de indivíduos portadores de alguma limitação física, sensorial, psicológica ou até mesmo sociológica, tanto de modo permanente quanto momentâneo, sem com isso estabelecer diferenças expressivas aos aspectos formais e funcionais.

A partir de uma contextualização histórica, verifica-se que as ações referentes ao Design Universal tiveram início na década de 1960, em países como EUA, Inglaterra, Japão, Itália e Suécia que perceberam demandas sociais a cerca da inclusão de pessoas portadoras de algum tipo de deficiência física ou mental. Tanto assim, que em 1960 foi realizada a primeira paraolimpíada, em Roma, como forma de estimular o convívio e as relações sociais e entre as proposições iniciais destacavam-se aquelas relacionadas à adequação dos espaços e dimensionamentos de instalações arquitetônicas e urbanísticas existentes.

Em paralelo a essas iniciativas, começam a surgir críticas aos modelos de produção em massa e, por conseguinte, a maneira como os objetos são concebidos. Vários filósofos, sociólogos e designers observam que cultura de massas atende, principalmente, às necessidades dos setores produtivos por meio da padronização do comportamento social, ignorando grupos minoritários ou com pouca expressividade econômica. Esta maneira de concepção determinaria a exclusão de vários grupos sociais do acesso às tecnologias e aos bens manufaturados. Marcuse (1966), por exemplo, preconizou as bases para uma nova percepção social, a partir da mudança nas relações econômico-produtivas estabelecidas pela sociedade industrial e sua condição de alienação das necessidades individuais e ambientais, propondo novos cenários produtivos e econômicos que considerassem as individualidades como base para uma sociedade mais equilibrada em suas expectativas e necessidades.

Algumas dessas propostas se converteriam em soluções projetivas nas décadas seguintes. Entretanto, grande parte das conquistas tecnológicas ainda se concentrava na incrementação dos processos produtivos e, apenas em finais da década de 1970, é que a produção uniformizadora, sede espaços para o desenvolvimento de novas estratégias, redirecionado a produção em massa para sistemas mais flexíveis que comportam elementos diferenciadores desde a concepção projetiva e produtiva. Apesar de diversas iniciativas, como o 'toyitismo', a indústria ainda ignorava outros segmentos sociais, em destaque aqueles relacionados aos portadores de necessidades especiais como um grupo com potencialidades econômicas.

Ao considerar os fatores de marketing como norteadores de estratégias, observa-se que durante a transição das décadas de 1970 e de 1980, a principal estratégia das empresas passou a ser direcionadas aos produtos, ocasionado novas percepções quanto às relações de uso e, conseqüentemente, de consumo. Entre as principais contribuições do 'Marketing de Produtos' esta a segmentação de mercado que permitiu maior compreensão das diferentes perspectivas relacionadas à maneira como se estabelece a relação de consumo em grupos sociais, assim como na maneira como os projetos são concebidos. Como exemplo, citam-se produtos adaptados ou projetados para o segmento de canhotos, evolução tecnológica de cadeiras de roda, utilidades domésticas para cegos entre outros. Porém, as proposições referentes ao Design Universal só seriam efetivamente implementadas em meados da década de 1980, a partir das contribuições de Donald Norman e Ronald Mace.

Norman (1985) ao desenvolver estudos no campo da psicologia cognitiva aliada aos conceitos da usabilidade teceu críticas à maneira como os objetos e as cidades são desenvolvidas e, por conseguinte, estabeleceu as bases para um design centrado nas necessidades humanas - user centered design - destacando que os objetos e ambientes são, na realidade, mediadores sociais e, como tal, devem adquirir aspectos para a inclusão social, por meio de uma percepção qualitativa que considera a diversidade de perfis como aspectos fundamentais para o desenvolvimento social.

Por sua vez, Mace (1988) demonstrou como as cidades e os objetos que às compõem são excluídos aos indivíduos portadores de alguma limi-

tação física e, após estudos práticos no âmbito dos ambientes e sistemas, estabeleceu as bases para a elaboração de projetos inclusivos, focados, principalmente, na integração de portadores de necessidades especiais com usuários de modo geral. Porém, suas críticas não se restringiram à concepção dos ambientes sociais, mas, também, como os produtos e serviços possuem aspectos impeditores à inclusão social, independentes da idade, da habilidade ou das circunstâncias de vida. Mace saliente que o paradigma da inclusão social no acesso/uso de produtos específicos (cadeira de rodas, próteses, entre outros) não garante o convívio social, destacando que o foco do Design Universal é mais abrangente, pois não se limita às adequações, mas sim a um conjunto de percepções projetivas que buscam desenvolver qualidade de vida por meio de novos atributos funcionais, visando com isso atingir um amplo espectro de usuários, sem estabelecer alguma distinção sobre as condições de uso ou acesso, gerando plena integração social.

Os estudos coordenados por Mace, no Center for Universal Design, localizado na North Carolina State University propõe sete diretrizes básicas para a concepção de projeto/produto que tenha características em Design Universal, tais sejam:

1. **Aplicação equitativa:** o produto deve considerar seu uso por pessoas com habilidades e condições diversas;
2. **Aplicação Flexível:** o produto deve ampliar a faixa de perfis de uso, considerando, inclusive, condições sociais, culturais e ambientais;
3. **Aplicação simples e intuitiva:** o produto deve ser de fácil compreensão, independente da experiência, conhecimento, linguagem ou nível de concentração do usuário;
4. **Aplicação de informação de fácil percepção:** o produto deve conter informações necessárias para o usuário, independente de suas habilidades ou condições sensoriais, culturais e ambientais;
5. **Aplicação de tolerância ao erro:** o produto deve minimizar ao máximo os riscos e consequências adversas de ações acidentais ou não intencionais;
6. **Aplicação de baixo esforço físico:** o produto deve oferecer condições de eficiência, conforto e adequação com o mínimo de esforço físico;
7. **Aplicação de dimensões e espaço ao uso:** o

produto deve oferecer condições de acesso, ajustes, alcance, manipulação e uso independente do tamanho, postura ou mobilidade.

Logo, considerando as proposições verifica-se que, de modo geral, a atenção básica do Design Universal esta na elaboração de soluções tecnológicas que permita o pleno convívio social de grupos portadores de necessidades especiais com outros segmentos sociais, sem estabelecer diferenças significativas nas características formais, usuais e dimensionais apresentadas pelos produtos, ambientes ou sistemas, estabelecendo, assim, condições de Bem-estar físico, psicológico ou até mesmo econômico. A Figura 01 mostra as relações necessárias para o entendimento de questões relacionadas ao convívio social e integração nos ambientes, definidos por parâmetros de acessibilidade e de usabilidade mediados pela mobilidade.

A acessibilidade expressa no ambiente externo sejam públicos ou privados, permite que pessoas com deficiências ou reduções físicas e sensoriais participem de atividades rotineiras que incluem o uso de produtos e sistemas. Apesar da extensão aplicativa do termo acessibilidade, este tem sido mais comumente aplicado aos projetos de arquitetura e urbanismo, como forma de possibilitar a mobilidade no espaço urbano, por meio da eliminação de obstáculos e na adaptação da infraestrutura. Já o termo usabilidade é definido em ergonomia para qualificar a interação entre pessoas com produtos e sistemas, durante a realização de determinadas tarefas (Moraes, 2006). Entretanto, verifica-se que este termo é mais empregado para mensurar aspectos na relação Homem-computador, assim como nas interfaces de comunicação e informação ou ainda subsidiar o desenvolvimento de tecnologias assistivas. O Design Universal considera os aspectos citados acima, mas estabelece uma nova dinâmica interativa nos objetos presentes tanto nos ambientes internos (residências, escolas, locais de trabalho, entretenimentos, entre outros) com os ambientes externos (ruas e vias públicas e privadas, sistema de transporte, praças e mobiliários urbanos, entre outros) a partir da mobilidade e da possibilidade de integração social, sendo assim possuem componentes que interagem tanto aspectos da acessibilidade quanto da usabilidade para permitir a plena mobilidade social.

Figura 01- Sistema integrado em Design Universal para ambientes de convívio.



Fonte: Autores

2.1 RELAÇÕES ENTRE ERGONOMIA, DESENHO UNIVERSAL E DESIGN UNIVERSAL.

De certo modo, pode-se questionar quais os elementos diferenciadores da abordagem em Design Universal dos estudos da ergonomia. De acordo com McCormick (1980) entre outros, a ergonomia é definida como uma tecnologia destinada ao aperfeiçoamento das relações humanas com produtos, ambientes e sistemas. Para tal, baseia-se em um conjunto de conhecimentos, que inclui a antropometria, a biomecânica, a fisiologia e a psicologia, visando à especificação de parâmetros ao desenvolvimento de projetos tornando-os compatíveis às necessidades e limitações das pessoas em relação à atividade produtiva.

No campo da antropometria, Panero & Zelnik (1982) e Neufert (1999) desenvolveram uma série de estudos ergonômicos destinados ao dimensionamento de espaços adequados a cadeirantes e pessoas como mobilidade reduzida em ambientes internos e que permitem a acessibilidade nos ambientes externos. Apesar das especificações, observa-se que as propostas são insuficientes, do ponto de vista metodológico, para qualificar projetos de produtos, ambientes e sistemas dentro dos princípios do Design Universal, pois se apresentam de maneira limitada aos aspectos dimensionais da forma ou de espaços.

Mas recentemente, Cambiaghi (2012) elencou uma série de dados e informações que especificam parâmetros para o desenvolvimento da acessibilidade em ambientes internos e externos. A partir de diversos estudos de casos são estabelecidas críticas e demonstrado como 'desenhar' adequadamente as instalações e os ambientes, a fim de permitir a inclusão social de indivíduos portadores de atenção especial, sejam eles deficientes, idosos ou portadores de algum tipo de impedimento motor ou sensorial. Grande

parte das proposições apresentadas leva em consideração dados antropométricos ou indicativos para adaptações, tendo como finalidade a incorporação de recursos facilitadores em produtos ou para adequação de espaços.

Por outro lado, o uso da ergonomia contribui para o desenvolvimento de projetos, a partir da elaboração/definição de indicativos físicos e/ou sensoriais sobre a estrutura da operação necessária ao uso de produtos, ambientes e sistemas, permitindo, assim, sua 'quantificação dimensional'. Ainda no campo dimensional citam-se os aspectos relacionados aos denominados 'fatores humanos'. Em linhas gerais, este conceito se refere às propriedades físicas, cognitivas e até mesmo culturais presentes no comportamento individual e social e que podem influenciar os sistemas tecnológicos. Por este motivo alguns autores, de base projetual defendem a ideia de que fatores humanos e ergonomia são sinônimos aplicativos, enquanto outros, principalmente, aqueles de base psicológica observam diferenças quanto ao método de abordagem e aplicação.

No entanto, salienta-se que a validação dimensional deverá estar apoiada na 'qualificação conceitual', por meio da proposta projetiva, conforme exemplificado na Figura 2. Onde os autores do projeto, por meio da elaboração do mapa de avanço/alcance, compatibilizaram dados antropométricos com as operações de preparo e guarda de alimentos (aspectos culturais), gerando uma estrutura com características componíveis não modular, adequada a diversos tipos de residências qualificadas como populares referendadas pelo programa "Minha casa minha vida". A partir daí, pode-se definir locais e volumes necessários à guarda e ao armazenamento de produtos e objetos utilitários, validando, assim, a proposta conceitual baseada nos princípios do Design Universal.

Figura 2- Mapa de avanço/alcance destinado ao dimensionamento de acesso.



Fonte: RIBEIRO, M; HUANCHICAY, D; CARVALHO, L. Projeto de Produto - Publicação Interna. Rio de Janeiro: ESDI/UERJ, 2014)

2.2 MODELOS TECNOLÓGICOS EM DESIGN UNIVERSAL.

Outro ponto verificado no estudo se refere à tipologia aplicada aos projetos e produtos que enfocam a acessibilidade como recurso de inclusão social. Durante o levantamento foram identificadas quatro categorias tecnológicas que oferecem soluções para a inclusão social de portadores de algum tipo de deficiência física, sensorial e intelectual. Contudo, durante esses estudos, foi observada (ainda de maneira básica) a existência de determinada condição humana que limita ou determina a perda da capacidade motora, sensorial e intelectual e que condicionam novos requisitos projetivos, isto é a 'Depressão'.

Parte deste grupo de 'deficiências' foi identificada por Donald Norman ao se referir aos aspectos cognitivos presentes nos objetos e que determinam barreiras invisíveis de uso. Logo, para este estudo foi incorporado um oitavo princípio aos parâmetros do Design Universal, isto é: 'Aplicação cognitiva': o produto deve oferecer estímulos positivos ao seu uso, evitando barreiras tecnológicas que desfavoreçam sua compreensão quanto à sua utilidade.

Deste modo, foram identificados os seguintes grupos tecnológicos aplicados às soluções projetivas em Design Universal e que contribuem para a inclusão social:

Deste modo, foram identificados os seguintes grupos tecnológicos aplicados às soluções projetivas em Design Universal e que contribuem para a inclusão social:

- **Design adaptativo:** tecnologias aplicadas para adequar produtos em geral aos portadores de necessidades

especiais, sem com isso perder sua característica funcional básica;

- **Design assistivo:** tecnologias destinadas à melhoria das condições de vida da pessoa portadora de necessidades especiais mediante produtos de uso específicos;

- **Design inclusivo:** tecnologias destinadas à inserção de grupos sociais formados ou não por portadores de necessidades especiais no cenário econômico e produtivo;

- **Design 'apropriado':** tecnologias que visam atender a determinados grupos sociais ou mesmo indivíduos, podendo ser aplicada ou não a portadores de necessidades especiais.

Além das categorias tecnológicas aplicadas ao Design Universal, existem outros dois enfoques que corroboram com as práticas presentes no Ecodesign. Segundo Manzini & Vezzoli (2002), o Ecodesign corresponde à atividade projetiva que associa aspectos tecnológicos aos ecológicos, visando o desenvolvimento de 'soluções integradas às questões sociais' e que sejam 'aceitáveis do ponto de vista cultural'. Entre os principais atributos estabelecidos pelo Ecodesign destacam-se os seguintes: Utilização de poucas tecnologias na fabricação; Seleção de materiais com facilidade de reciclagem; Normalizações e procedimentos técnicos; Elaboração de planos de incentivos ao retorno de produtos (logística reversa); Aumento da qualidade e durabilidade de produtos; e a 'Inserção social a partir de princípios éticos', entre outros. Portanto, o Ecodesign corresponde a uma ferramenta de gestão do design que agrega valor competitivo aos produtos, ambientes e sistemas

Figura 3 (A e B)- Carteira Escolar Inclusiva - CEI com regulagens na cadeira e mesa adequando o produto a diversas necessidades e fases do usuário – Projeto do Estúdio Índio da Costa Design em parceria com a ONG Noisinho da Silva.



Fonte: Instituto Noisinho da Silva, 2014; Foto: Eugênio Sávio

por novos modelos de produção, distribuição e consumo, contribuindo, deste modo, para o desenvolvimento sustentável. Ainda neste contexto, verificam-se dois aspectos tecnológicos de significativa importância para o Ecodesign e que estão presentes no Design Universal, tais sejam: o ciclo de vida e a flexibilização produtiva.

De modo geral, a análise do ciclo de vida tem sido estudada, a partir de modelos que determinam maior rentabilidade econômica. Porém, ultimamente tem-se incorporado ao ciclo de vida conceitos do Ecodesign. A atual avaliação do ciclo de vida leva em consideração todos os impactos ocasionados pelo processo produtivo, ou seja, sua história desde as fases iniciais de obtenção de matérias-primas até as fases relacionadas ao descarte e reaproveitamento. Segunda a Associação Brasileira de Ciclo de Vida (ABCV) este conceito é definido como "... uma técnica que estuda os aspectos ambientais e os impactos potenciais (positivos e negativos) ao longo da vida de um produto ou serviço...", permitindo a mensuração da sustentabilidade, a partir de informações socioambientais. Curiosamente, este princípio foi destacado por Ronald Mace em artigo intitulado *The home to all life with welfare*, que indica como Design Universal contribui com o aumento do ciclo de vida dos produtos. A Figura 3 (A-B) exemplifica como determinadas soluções em Design Universal contribuem para o aumento do ciclo de vida.

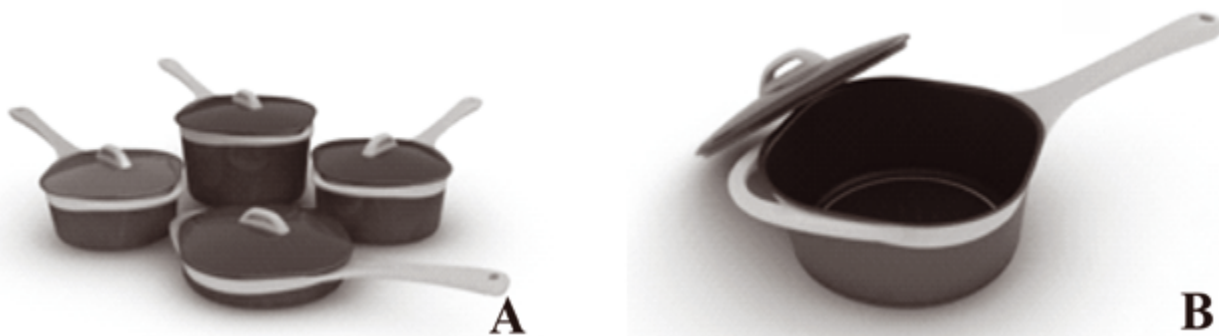
O outro enfoque tecnológico que se integra aos conceitos do Design Universal e do Ecodesign é a 'produção flexível'. A partir da década de 1970, o sistema de produção em massa, cedeu espaço ao sistema de produção flexível, como resposta

aos problemas relacionados tanto à produção, quanto às expectativas dos consumidores. A partir do 'toyotismo', os sistemas de produção deixaram de se concentrar na quantidade produzida para focar na qualidade ofertada. De certo que esta mudança de ótica alterou, significativamente, os aspectos de concepção de projetos, pois se concentraram nas novas demandas dos consumidores. Entre os principais pontos presentes neste tipo de produção estão: a redução dos estoques e suprimentos; a simplificação dos projetos; a melhoria do sistema de qualidade entre outros, que determinaram um novo perfil ao sistema de produção mundial. A Figura 4 mostra conjunto de painéis destinadas às pessoas portadoras de cegueira ou com visão reduzida. As peças que compõem o conjunto são intercambiáveis, possibilitando arranjos e combinações distintas, além de facilitar seu uso por meio de pegas simples e uso induzido.

2.3 INCLUSÃO SOCIAL E RESPONSABILIDADE AMBIENTAL.

No tópico anterior foram relacionados diversos fatores e aspectos que estão presentes nos atributos funcionais do Design Universal e que determinam o Bem-estar e a inclusão social, onde os produtos, ambiente e sistemas devem ser concebidos dentro de uma ótica mediadora entre usuário, função e sociedade. Neste contexto, surgem aspectos que determinam fatores sustentáveis, em especial os referentes à responsabilidade social. Isto porque, se de um lado busca-se a inclusão social por meio dos projetos; do outro lado, verifica-se a necessidade de integração ambiental por meio dos processos produtivos.

Figura 4 (A e B)- Conjunto de panelas para portadores de necessidades especiais, baseado em dietas alimentares.



Fonte: FERREIRA, M. – Monografia de PGDI - Publicação Interna. Rio de Janeiro: EBA/UFRJ, 2008

Atualmente, os aspectos ambientais são de suma importância para o desenvolvimento econômico e social, pois contribuem com ganhos na qualidade de vida mediante diversos fatores de base econômica, tecnológicas ou ecológicas. Sendo assim, meio ambiente e o bem estar social (e individual) são conceitos indissolúveis, ou seja, tangerem à responsabilidade socioambiental. Verifica-se, no entanto, que as orientações normativas e legislativas, apesar de citarem a inclusão social como atributo da sustentabilidade, não se apresenta de modo direto aos procedimentos de integração de portadores de atenção especial com o escopo da sociedade. Porém, observam-se diversos pontos convergentes, que fazem menção à integração dos macros-conceitos ambientais e sociais. A série NBR 16000 (2004-2012), destinada à Responsabilidade Social, relaciona a gestão ambiental, a saúde e o Bem-estar da sociedade, determinando às empresas e aos governos ações no âmbito social e ambiental, como forma de interagir programas de desenvolvimento com economia sustentável. Por outro lado, a legislação brasileira que estabelece os direitos das pessoas portadoras de necessidades especiais (Lei Nº 6949/2009), destaca atenção à geração de renda deste grupo social como forma de garantir acesso à melhoria da qualidade de vida e a dignidade humana.

De certo que a normatização, é referente aos fatores e aspectos que incidem sobre sistemas produtivos e seus impactos ambientais no compito da sociedade. Todavia, percebe-se que as referências ambientais estão expostas ao lado de diversos indicativos sociais que definem metas em função dos Direitos Humanos (Caetano et al, 2007). E é neste sentido que as práticas da sustentabilidade deverão observar, também, a inclusão social de grupos sociais mercedores de atenção especial, como forma de se estabelecer uma sociedade mais justa, ética e equânime em

seus direitos. Logo, considerando que as iniciativas em benefício da sociedade e do meio ambiente, visam o pleno desenvolvimento humano, defende-se a inclusão dos portadores de necessidades especiais como parte integrante dos princípios de sustentabilidade econômico-produtiva, pois a responsabilidade socioambiental deve ser percebida através da plena condição de Bem-estar entre os grupos sociais. A Figura 5 exemplifica outra estratégia compatível com o Ecodesign e que corrobora com as ações de inclusão social. As peças que compõem os brinquedos são todas produzidas por rotomoldagem em polietileno de alta densidade (HDPE), com enxertos estruturais em aço-carbono estampados. As soluções mecânicas são intercambiáveis, o que possibilita, em caso de dano físico, a reposição de apenas partes do conjunto, assim como facilita o uso da logística inversa ou o processo seletivo para reciclagem, por utilizar poucas tecnologias na fabricação dos componentes mecânicos.

Figura 5- Playground Universal produzidos com poucos processos produtivos, visando o convívio lúdico e participativo.



Fonte: SHAW YIE, C. – Monografia de PGDI - Publicação Interna. Rio de Janeiro: EBA/UFRJ, 2007

3. METODOLOGIA APLICADA

A ótica metodológica empregada, de maneira específica para este estudo teve como base a pesquisa exploratória por meio da análise comparativa, tendo como finalidade a identificação de elementos presentes em projetos e produtos desenvolvidos sobre a ótica do Design Universal e que tenham relações com a sustentabilidade técnico-produtiva, a partir dos conceitos sobre o Ecodesign e responsabilidade socioambiental. De modo geral, a pesquisa seguiu as seguintes fazes:

- A. Estudos referentes à normatização e procedimentos sobre responsabilidade social e ambiental;
- B. Seleção de projetos e produtos elaborados com o enfoque tecnológico do design universal para análise;
- C. Classificação de tecnologias aplicadas em Design Universal e princípios tecnológicos do Ecodesign;
- D. Análise e identificação de parâmetros técnicos que relacionam o design universal com a sustentabilidade técnico-produtiva;
- E. Conclusão e proposta metodológica para desenvolvimento de produtos com responsabilidade socioambiental.

O estudo foi planejado utilizando projetos acadêmicos e produtos comercializados que com o enfoque do Design Universal. No grupo de projetos foram considerados 18 projetos, sendo 14 em Design e 4 em Engenharia e no grupo de produtos foram consideradas 6 amostras. A princípio não houve pré-seleção, sendo consideradas todas as amostras que se autodeclaravam projetadas utilizando princípios do Design Universal. Das 24 amostras coletadas, 5 amostras (4 projetos e 1 produto) foram descartadas, pois não continham pelos menos 3 elementos propositivos em Design Universal ou pela falta de dados que pudessem fornecer subsídios para a análise, tais como: desenhos projetivos, modelos, relatórios entre outros, ou ainda não apresentavam compreensão equivocada sobre o Design Universal, pois eram de uso exclusivo para portadores de necessidades especiais.

Em função do número de amostras, adotou-se pensamento de base qualitativa para análise. Foi elaborada uma ficha contendo 20 parâmetros-itens, sendo 10 perguntas relacionadas ao Design Universal para validar a amostra e 10 itens relacionados ao Ecodesign. Cada parâmetro-item considerou 3 níveis de qualidade: 1- razoável, 3-bom e 5-excelente, a fim de mensurar as amostras de. Com os dados gerados, foi possível tabular quais os projetos e produtos que apresentam soluções compatíveis ao Design Universal e simultaneamente ao Ecodesign.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos estudos realizados foi possível, primeiramente, foram estabelecer as diferenças entre o conceito de 'Desenho Universal' e 'Design Universal', conforme demonstrado na figura 6. Alguns dos projetos e produtos analisados remetem a adequação de forma e dimensão ou são de uso específico (no caso produtos ortopédicos), não estando qualificados como exemplos em Design Universal, mesmo que estejam relacionados à inclusão social. Assim, o enfoque projetivo do Design Universal não se limita aos estudos específicos ou a dimensionamentos, mas às decisões estratégicas que irão nortear a conceituação e desenvolvimento de soluções projetivas, com conotações bem mais abrangentes, englobando, inclusive, aspectos relacionados à sustentabilidade, enquanto o desenho universal apresenta ênfase na geometria e na adequação dimensional. A Figura 05 representa, em linhas gerais as diferenças entre Desenho e Design Universal.

Logo, as ações em Design Universal correspondem aos seguintes aspectos:

1. **Incorporação de novos atributos funcionais**, por meio de recursos tecnológicos inovadores;
2. **Ampliação da funcionalidade**, por meio da integração de novos valores à função básica do produto;
3. **Integração e inclusão social**, por meio de produtos, ambientes e sistemas que a forma não remeta à distinção de uso e sim na maneira de utilizá-lo;
4. **Aumento da utilidade oferecida**, por meio de soluções específicas às possibilidades de uso, a partir da flexibilização produtiva;
5. **Bem-estar dos indivíduos**, por meio da plena satisfação, a partir da diversidade de perfis de usuários;
6. **Responsabilidade socioambiental**, por meio de uma sociedade mais consciente das diferenças e reais necessidades sociais.

Alguns aspectos referentes à inclusão social e que, por sua vez, interferem em questões de sustentabilidade, ainda necessitam de estudos mais aprofundados, principalmente, em países em vias de desenvolvimento, isto porque determinados grupos sociais possuem determinadas peculiaridades e especificidades que remetem às condições relacionadas à distribuição de renda, ou seja, estão relacionadas aos aspectos econômico-financeiros para aquisição de produtos. Segundo dados do IBGE (2010) e nos levantamentos realizados com portadores de algum tipo de necessidade especial, pertencentes aos grupos sociais de deficientes físicos, sensoriais ou mentais, assim como idosos, demonstraram que grande parte esta na faixa de renda entre apresenta renda mensal entre 2 e 5 salários

Figura 5- Definições conceituais sobre Desenho e Design Universal



Fonte: Autores

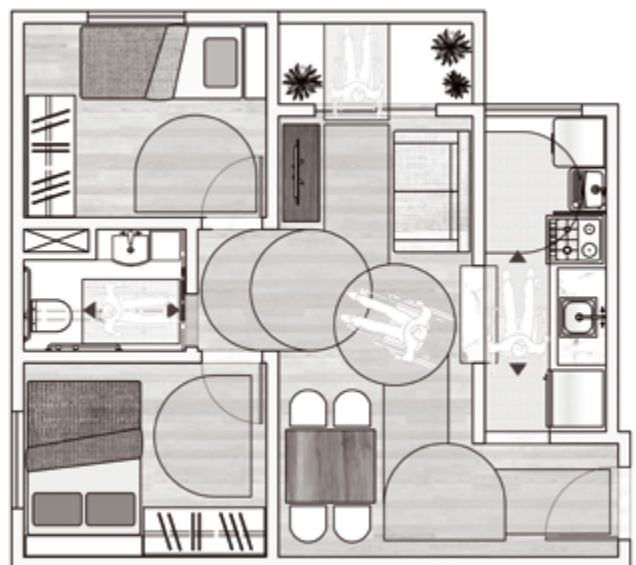
mínimos, o que limita as condições de acesso aos bens de consumo, sendo este um dado preponderando para a definição de soluções projetivas em Design Universal, pois qualquer 'sofisticação tecnológica' poderá impactar significativamente no valor final do produto ou serviço.

Mesmo havendo, em certos casos, incentivos ou renúncia fiscal, este fato deve ser observado para o desenvolvimento de projetos, para que possam ser implantados e atinjam os objetivos sociais propostos. A partir dessa premissa foram analisados alguns layouts padronizados de imóveis pertencentes ao Programa "Minha casa, minha vida", a fim de verificar as interfaces com os objetos e instalações em relação à usabilidade e mobilidade no espaço interno dessas moradias. Entre as diversas plantas de casas e de apartamentos estudados, foi possível verificar a existência de espaços inadequados ou críticos à mobilidade de portadores de necessidades especiais, a partir das condições de instalações e produtos oferecidos pelo mercado. A figura abaixo (6) mostra a planta de um apartamento unifamiliar padrão com, aproximadamente, 48 m² de área total, onde a partir de objetos e instalações comuns há a ocorrência de diversos pontos críticos, principalmente, no banheiro e cozinha. Apesar das modificações ocasionais propostas para acessibilidade interna, os espaços não foram pensados tendo como parâmetros os preceitos do Design Universal.

De acordo com os estudos, foi possível identificar que os projetos e produtos analisados apresentam concepção consistente aos parâmetros em Design Universal, pois as soluções projetivas apresentadas possibilitam ações de inclusão social sem ocasionar distinção de grupos sociais, isto é, os projetos e produtos podem ser utilizados por diversos indivíduos portadores ou não de necessidades especiais. Por consequência, parte significativa das amostras,

também, contribui com os preceitos do Ecodesign, pois apresenta soluções técnicas que remetem à sustentabilidade produtiva, conforme demonstrado nos gráficos da Figura 7, onde 78% das amostras em projeto apresentaram soluções técnicas com índices superiores a 3 tanto nos parâmetros em Design Universal quanto nos parâmetros para o Ecodesign. Logo, pode-se qualificar que há integração de conteúdos entre os dois enfoques projetivos e que a responsabilidade social, a partir da sustentabilidade produtiva pode contribuir, significativamente, com a integração

Figura 6- O estudo de movimentos de cadeirante mostra que, partir de uso objetos de comuns, os espaços apresentam vários de pontos críticos.



Fonte: Autores

Figura 7- Definições conceituais sobre Desenho e Design Universal



Fonte: Autores

social e vice & versa. No entanto, apesar do resultado positivo - que poucas (33% em projetos e 20% em produtos) atingiram valores médios acima do índice 4.

Logo, o Design Universal, além de se caracterizar como uma solução de inclusão social de grupos portadores de atenção especial poderá contribuir como as estratégias relacionadas ao Ecodesign, sendo capaz de mobilizar recursos tecnológicos, em decorrência da amplitude de ação em mercados, a partir de três razões: 1- Razão Sócio-Políticas; 2- Razões de Consciência Ambiental; e 3- Razões Tecnológicas. O resultado da conjugação desses três tipos de razão é que irá determinar a amplitude de ação ao projeto e que poderá condicionar ao produto o papel de mediador social e ambiental.

No âmbito, prático dos produtos não foi encontrado número significativo de amostras comercializadas com o enfoque do Design Universal, isto porque, apesar das atuais estratégias de 'flexibilização produtiva', observa-se que o modelo de produção ainda esta baseado na produção em massa, ignorando aspectos de segmentação de grupos consumidores e, por conseguinte, desprezando necessidades específicas, em função de crenças na 'adaptabilidade dos usuários'. Isto porque, o principal foco das empresas ainda concentra-se na relação numérica obtida entre oferta versus demanda. Entretanto, cabe destacar que grande parte das soluções verificadas nos projetos e nos produtos utiliza tecnologias simples e de baixa complexidade produtiva, sem haver a necessidade de grandes investimentos tecnológicos.

5. CONCLUSÃO

Ultimamente tornou-se perceptível a crescente repercussão de conceitos relacionados à sustentabilidade e inclusão social no cenário produtivo, os quais estabelecem novos princípios tecnológicos baseados em uma sociedade mais integrada, igualitária e consciente. O presente estudo demonstrou que as ações do Design Universal convergem para conceitos relacionados com a sustentabilidade produtiva, principalmente, no que tange ao aumento do ciclo de vida dos produtos, à redução de insumos e à flexibilidade produtiva. Os projetos e produtos analisados demonstram que as diretrizes do Design Universal contribuem diretamente com as práticas do Ecodesign. Porém verifica-se que, ainda persistem dúvidas e desconhecimentos sobre as ações do Design Universal que, normalmente, é associado a conceitos opostos aos sete princípios estabelecidos. Logo, o Design Universal vem se constituindo em um importante recurso estratégico para empresas ampliar seu potencial de mercado, utilizando para isto novas percepções quanto a grupos consumidores. Assim, reafirma-se uma das principais vocações do Desenho Industrial/ Design, ou seja, exercer sua função social, através do reconhecimento que na sociedade ocorrem situações distintas e que a tecnologia deve contribuir de maneira facilitadora das relações sociais e ambientais.

Assim, o Design Universal corresponde a um método centrado no ser humano, a partir de contextualizações sociais, históricas, antropológicas, políticas, econômicas, tecnológicas e ambientais, capaz de estabelecer ao design maior interatividade entre as soluções e usos. Ou seja, é capaz de gerar uma 'filosofia estratégica' baseada na in

serção de grupos sociais no contexto econômico e produtivo, sem com isso estabelecer qualquer tipo de barreira ou distinção. O produto resultante deste processo possui atributos baseados em expectativas funcionais de maneira plena, respeitando os limites e capacidades individuais, principalmente, aquelas relacionadas às questões de acessibilidade e usabilidade, a fim de garantir condições de convívio social.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. **Responsabilidade Social e Meio Ambiente: Os desafios da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009;
- BRASIL. Decreto Lei nº 5.296, de 02/12/2004. Normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 03 dez. 2004. Disponível em: <http://legislação.planalto.gov.br>. Acesso em 05 de agosto de 2013;
- CAETANO, G.; ASHLEY, P.; GIANANTI, R. **Responsabilidade Social e Meio Ambiente**. São Paulo: Saraiva 2007;
- CAMBIAGHI, S. **Desenho Industrial: Métodos e Técnicas para arquitetos e urbanistas**. São Paulo: SENAC, 2012.
- CORREA, S. **Fundamentos da Biomecânica: O corpo em movimento**. São Paulo: Ed. Mackenzie, 2014.
- IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Edgar Blücher, 1992.
- MANZINI, E. VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. São Paulo: EdUSP, 2002.
- MARCUSE, H. **Ideologia da Sociedade Industrial: O homem unidimensional**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1966.
- MCCORMICK, E. **Ergonomía: Factores humanos em Ingeniería y Diseño**. Barcelona: Gustavo Gilli, 1980.
- MORAES, A. **Ergodesign do Ambiente Construído e Habitado**. Rio de Janeiro: IUSER, 2005.
- MORAES, A. **Design e Avaliação de Interface**. Rio de Janeiro: IUSER, 2006.
- NEUFERT, E. **A arte de Projetar em Arquitetura**. São Paulo: Gustavo Gilli, 1999.
- W13. NORMAN, D. **The Design of everyday things**. New York: Basic Book, 2002;
- NORMAN, D. **Design Emocional, por que adoramos ou detestamos os objetos do dia-a-dia**. Rio de Janeiro, Rocco, 2008.
- PALMER, C. **Ergonomia**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1976.
- PANERO, J. & ZELNIK, M. **Las Dimensiones humanas em los espacios interiores**. Barcelona: Gustavo Gilli, 1982.
- WISNER, A. **Por dentro do Trabalho**. São Paulo: FTD-OBO-RÉ, 1987. *Desenho Universal: Habitação de Interesse Social*. São Paulo: CDHU.
- Portal The Center for Universal Design: Environments and Products for All People. <https://www.ncsu.edu/ncsu/design/cud/index.htm>; Acesso em 23 de dezembro de 2013.
- Portal da Acessibilidade. Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Cartilha do Censo 2010: Pessoas com Deficiência. Brasília : SDH-PR/SNPD, 2012. <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzi-do.pdf>, Acesso em 20 de março de 2014.
- Portal Revista Época. A casa para toda vida. Disponível em <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,EDR80173-5856,00.html>; Acesso em 15 de março de 2014.
- Portal IBGE. Censo 2010 – Pesquisa de Domicílios. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatística/população/biblioteca.catalogo?view=detalhes&id=2929>, Acesso em 12 de abril de 2014.
- Portal Instituto Noisinho da Silva. Carteira Escolar Inclusiva – CEI. Disponível em <http://www.noisinhodasilva.org/#!/produtos/c24vq>; Acesso em 23 de junho de 2015.
- Portal da Acessibilidade. Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. ABNT. NBR 16001: Responsabilidade social, Sistema da gestão e Requisitos. <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/normas-abnt>; Acesso em 06 de junho de 2015.

SUSTENTABILIDADE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA CONCEPÇÃO DA ENCÍCLICA LAUDATO SI'

Maria Lúcia Neves, Doutoranda em Eng. e Gestão do Conhecimento (UFSC); Richard Perassi, Dr. em Comunicação e Semiótica (PUC São Paulo); Francisco Fialho, Dr. em Eng. de Produção e Gestão do Conhecimento (UFSC).

PALAVRAS CHAVE

Educação ambiental; Ecologia Integral; Papa Francisco

KEYWORDS:

Environmental Education; Integral Ecology; Pope Francis

RESUMO

Trata-se de estudo descritivo-interpretativo, de base qualitativa, da "Carta Encíclica Laudato Si': sobre o cuidado da casa comum" (2015), assinada por Papa Francisco. Considerou-se o caráter educativo do documento e seu potencial de influência. O objetivo foi identificar a concepção de educação ambiental (EA) presente na publicação. Na análise do conteúdo foi utilizada tipologia com três categorias de concepções de EA: (A) Conservadora; (B) Pragmática; (C) Crítica, considerando-se, ainda, cinco dimensões: (1) valores éticos; (2) política; (3) relação ser humano e meio ambiente; (4) ciência e tecnologia; (5) atividades sugeridas. Identificou-se o predomínio da concepção Crítica de EA. Considera-se que com uma visão de Ecologia integral, o conhecimento interdisciplinar expresso no documento contribui de maneira diferenciada com o debate sobre a sustentabilidade, revelando a influência da origem latino-americana do Papa e da Igreja da América Latina que, tradicionalmente, relaciona a defesa do meio ambiente com a defesa da Justiça social.

ABSTRACT

It is a descriptive-interpretative study, of the qualitative basis, of the "Encyclical Laudato Si': on the care of common home" (2015), signed by Pope Francis. The document considered educational and with potential to influence. The objective was to identify the concept of environmental education that guides the publication. In content analysis was used typology with three categories of environmental education concepts: (A) conservative; (B) pragmatic; (C) critical, considering also five dimensions: (1) ethical values; (2) policy; (3) relationship between human beings and the environment; (4) science and technology; (5) activities. There was a predominance of arguments related to the critical conception. It is considered that with a vision of integral ecology, the interdisciplinary knowledge expressed in the document contributes to the debate on the sustainability, revealing the influence of Latin American origin of the Pope and of the Latin American Church, which, traditionally integrates the topic protection of the environment with defense of social justice.

1. INTRODUÇÃO

O estudo relatado neste artigo investigou as concepções sobre educação ambiental que estruturam os argumentos propostos no documento teológico “Carta encíclica Laudato Si’: sobre o cuidado da casa comum”.

Cartas encíclicas assinadas e publicadas por diferentes papas são recursos educacionais para a formação de “pessoas pacíficas e pacificadoras” (SWEENEY, 2015) integrando a ação mais difundida e fundamental da Igreja católica que é a educação (CAROZZA, 2014). Mais de 50 milhões de estudantes frequentam as cerca de 150 mil escolas católicas de ensino fundamental e secundário, além dos universitários existentes nas 1500 universidades católicas presentes em todo o mundo (CAROZZA, 2014).

Peppard (2015a) analisando as encíclicas divulgadas nos últimos quatro séculos, identificou quatro fases que refletem as formas de engajamento da Igreja Católica com a ciência moderna: (1) a igreja lidando com a ascensão das áreas de Astronomia e Física do século VI ao XVIII; (2) a era de Geologia e Teoria da evolução nos séculos XIX e XX; (3) a era de Tecnologia digital que alterou a vida global, na segunda metade do século XX; (4) a era de Ecologia e Sustentabilidade neste século XXI. A autora considera que os avanços científicos das fases anteriores deixaram, como consequência, os desafios abordados na encíclica “ecológica” assinada por Papa Francisco (Jorge Mario Bergoglio).

A encíclica (FRANCISCO, 2015) foi publicada em junho de 2015. O conteúdo trata das raízes socioambientais da crise atual e mundialmente abrangente, com a abordagem de que “não há duas crises separadas: uma ambiental e outra social; mas uma única e complexa crise socioambiental” (§139).

As encíclicas papais e as ações educativas oriundas da Igreja católica destacam-se pelo potencial de influenciar a cultura e política mundial, derivado, dentre outras causas, da longevidade histórica. Junges (2015) observa, no entanto, não existir registro de um documento da igreja que tenha alcançado repercussão tão expressiva.

A Encíclica foi considerada, por muitos pesquisadores, como o documento sobre ecologia mais importante do ano (2015), tendo influenciado negociações estratégicas que ocorreram na sequência e, especialmente, a Conferência das Partes (COP-21), realizada em Paris em dezembro de 2015 (ALVES, 2015; JUNGES, 2015, PEPPARD, 2015b).

A encíclica agregou ao debate sobre sustentabilidade, “uma voz moral que não tem paralelo em termos de alcance” tendo em vista o autor ser “chefe de um Estado muito pequeno”, mas, também “de uma Igreja muito grande” (PEPPARD, 2015b, p. s/p). A autora registra que nos EUA, cidadãos, não apenas católicos, demonstraram interesse no documento, principalmente, pelo: (1) o alinhamento do tema com os debates atuais sobre economia ecológica, justiça ambiental e ativismo; (2) a figura respeitada do Papa “até mesmo nos EUA” (PEPPARD, 2015b, p. s/p).

O texto recebeu críticas por parte dos “céticos do clima, dos setores conservadores à direita do espectro político e dos defensores incondicionais do livre mercado” (ALVES, 2015, p. 1317). Por exemplo, o presidente do instituto Heartland comentou que “deveriam ter dito ao Papa Francisco que toda calamidade prevista pelos burocratas da ONU há décadas não tem acontecido” (BAST, 2015).

Grupos específicos sentiram a ausência de pautas como a temática de gênero ou reivindicaram uma posição mais radical para alguns temas abordados, como a condenação ao sofrimento animal sem a disseminação do combate à alimentação cárnea e benefícios da dieta vegetariana (ALVES, 2015). Nesta mesma direção, um segmento de cientista considerou contraditório, o fato do documento não explorar novas compreensões sobre contracepção (ROSENAU, 2015; ALVES, 2015).

No entanto, de forma geral, a Encíclica recebeu o reconhecimento de cientistas de áreas diversas, de representantes de movimento sociais e da esfera política e econômica (ROSENAU, 2015; ALVES, 2015; JUNGES, 2015).

Considerando os autores aqui citados e, especialmente, interessado no texto em função da origem latino-americana do Papa Francisco, o estudo que deu origem a este artigo teve como objetivo identificar a concepção de EA predominante na encíclica utilizando, para tanto, o amparo das categorias de EA apresentadas nas próximas seções.

2. CATEGORIAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Discursos diversos apontam a necessidade de educação ambiental como uma ideia que “impregnou não só o ideário político, como também passou a ocupar destaque no contexto pedagógico, desde o início dos anos 70” (RAMOS, 2001, s/p). O processo mundial

de conscientização sobre o valor da natureza e que orientou toda a produção do conhecimento sobre EA partiu da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental (1977) realizada em Tsibilisi, na antiga União Soviética (JACOBI, 2003).

Para Dias (2003) esta Conferência propôs, como um dos princípios básicos da EA, a aplicação de enfoque interdisciplinar tendo em vista a "própria natureza do ambiente" e as "suas múltiplas interações de fundo ecológico, político, social, econômico, ético, cultural, científico e tecnológico" que indicam a inadequação do tratamento por disciplina única.

Sob a denominação Educação ambiental, no entanto, permanecem agrupadas atividades variadas em conteúdos e valores. Observando esta diversidade, alguns autores propuseram categorias e tendências para classificar os conteúdos e práticas emergentes da EA.

Silva (2007), por exemplo, analisando as estratégias teóricas e práticas adotadas na EA identificou três categorias distintas: (A) EA Conservadora; (B) EA Pragmática; (C) EA Crítica. A autora identificou, também, elementos tradicionalmente presentes nos documentos de EA, que analisados fornecem uma possibilidade de interpretação. Tais elementos foram adotados na interpretação do documento em estudo: Encíclica *Laudato Si'* e serão detalhados nas seções seguintes.

3. METODOLOGIA

O estudo proposto é metodologicamente caracterizado como uma pesquisa descritivo-interpretativa, de base qualitativa e fenomenológica. O objeto de estudo é o texto da encíclica que, originalmente, foi estruturado em seis capítulos, com 246 parágrafos e 172 notas de rodapé. Todas as partes do texto foram consideradas no trabalho de pesquisa.

O processo de interpretação do conteúdo foi realizado de acordo com o escopo previsto, que foi delimitado pela ideia de educação ambiental. Buscou-se identificar a concepção de EA predominante por meio da metodologia de análise de conteúdo proposta por Silva (2007). Tal processo classifica os documentos de EA em três categorias.

A Concepção Conservadora (A) é inspirada no movimento preservacionista do final do século XIX, remontando "as origens das práticas ambientalistas no contexto internacional", ainda presente em alguns cursos e publicações de EA (SILVA, 2007, p. 59).

Na Concepção Pragmática (B) as teorias e as práticas se voltam para compatibilizar o desenvolvimento eco-

nômico com o manejo sustentável dos recursos naturais, podendo ser sintetizada na expressão "desenvolvimento sustentável" (SILVA, 2007, p. 59).

A Concepção Crítica (C) é constituída na complexidade da relação entre os seres humanos e sintetizada pela ideia de "sociedade sustentável" (SILVA, 2007, p. 59).

Partindo das categorias apresentadas, utilizou-se, na análise, os elementos fundamentais no processo educativo, agrupados por Silva (2007) em cinco dimensões de análise. O detalhamento das concepções e o sistema de interpretação são descritos na seção a seguir.

4. ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Para a visualização da aplicação das categorias no processo interpretativo, as diferentes dimensões já categorizadas são apresentadas em cinco quadros (1, 2, 3, 4, 5) que, individualmente, sintetizam os conteúdos de cada concepção.

4.1. Dimensão dos valores éticos (Quadro 1)

Para Carvalho (2004), a preocupação com a dimensão ética e política são fundamentais na categorização das concepções de EA e, especialmente, para evidenciar a aderência à concepção Crítica. Não obstante as críticas recebidas pela encíclica, relatadas na introdução deste artigo, identifica-se no documento, o conjunto das questões controversas e desafios éticos que caracterizam a crise mundial. O texto da encíclica foi construído em torno de alguns "eixos", retomados em diversos capítulos a partir de novas perspectivas. Um desses eixos é a "relação íntima entre os pobres e a fragilidade do planeta" (§16).

O conteúdo do texto aborda a "desigualdade" que afeta "países inteiros", a "dívida ecológica, particularmente entre o Norte e o Sul" e o "uso desproporcionado dos recursos naturais efetuado historicamente por alguns países" (§51), observando que "a dívida externa dos países pobres" se transformou em "instrumento de controle, mas não se dá o mesmo com a dívida ecológica" (§52).

A encíclica reúne e discute as ideias de diversos "cientistas, filósofos, teólogos e organizações sociais" (§7), enriquecendo o conhecimento católico, inclusive, com contribuições de outras comunidades cristãs e religiões diversas.

O autor estimula a procura de "outras maneiras de entender a economia e o progresso", denunciando a "cultura do descarte" e propondo uma mudança de valores e atitudes em busca de novos comportamentos e estilo de vida (§16).

Quadro 01: Caracterização da dimensão dos valores éticos nas diferentes concepções de FA.

CONCEPÇÃO CONSERVADORA	CONCEPÇÃO PRAGMÁTICA	CONCEPÇÃO CRÍTICA
<ul style="list-style-type: none"> . Questões que envolvem conflitos não são abordadas; . Padrões de comportamento em uma perspectiva maniqueísta; . Todos são igualmente responsáveis pelos problemas e pela qualidade ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> . Conflito apresentado como um "falso consenso"; . Solução depende do querer fazer; . Ênfase nos comportamentos individuais; . Relação direta entre informação e mudança de comportamento. 	<ul style="list-style-type: none"> . Questões controversas são apresentadas na perspectiva de vários sujeitos sociais; . Questões de igualdade de acesso aos recursos naturais e distribuição desigual de riscos ambientais são discutidos; . Incentivo à formação de valores e atitudes direcionados pela ética e justiça ambiental.

Fonte: Silva (2007, p. 105)

Quadro 02: Caracterização da dimensão política nas diferentes concepções de EA.

CONCEPÇÃO CONSERVADORA	CONCEPÇÃO PRAGMÁTICA	CONCEPÇÃO CRÍTICA
<ul style="list-style-type: none"> . Não há contextualização política e social dos problemas ambientais; . A dimensão política não aparece. 	<ul style="list-style-type: none"> . Participação do Estado com projetos e normas; . Oposição entre o social e natural; . Propostas de atuação individual. 	<ul style="list-style-type: none"> . Proposta de cidadania ativa; . Aponta as responsabilidades das diferentes instâncias (sociedade civil, governo ONGs); . Fortalecimento da sociedade civil; - Ênfase na participação coletiva.

Fonte: Silva (2007, p. 111)

4.2. Dimensão política (Quadro 02)

Identifica-se, na encíclica, destacada, preocupação em contextualizar politicamente a crise ambiental. Isso já aparece no capítulo inicial, que propõe um diagnóstico político.

O Capítulo V é dedicado às orientações e ações políticas. A primeira seção relaciona meio ambiente e política internacional e a segunda trata do diálogo entre o meio ambiente e novas políticas nacionais e locais. Destaca-se a quarta seção que trata da necessidade da política e economia se orientarem "decididamente" pelo bem comum (§189).

O texto contém críticas à "salvação dos bancos a todo custo" e demanda "regulamentação da atividade financeira especulativa". O Papa considera que "a

crise de 2007 e 2008 era a ocasião para o desenvolvimento de uma nova economia mais atenta aos princípios éticos", mas que não houve "reação que fizesse repensar os critérios obsoletos que continuam a governar o mundo" (§189).

O texto induz a reflexão sobre a o discurso de Responsabilidade social empresarial: "será realista esperar que quem está obcecado com a maximização dos lucros se detenha a considerar os efeitos ambientais que deixará às próximas gerações?" (§190).

Identifica-se, no texto, abordagens sobre as responsabilidades das diferentes instâncias na crise mundial, com ênfase na ação da sociedade civil e do consumidor que deve considerar que "comprar é sempre um ato moral, para além de económico" (§206).

Quadro 03: Caracterização da dimensão entre ser humano e meio ambiente nas concepções de LA.

CONCEPÇÃO CONSERVADORA	CONCEPÇÃO PRAGMÁTICA	CONCEPÇÃO CRÍTICA
<ul style="list-style-type: none"> . Dicotomia ser humano - ambiente; . Ser humano como destruidor; . Retorno à natureza primitiva (arcaísmo ou idilismo); . Relação de harmonia homem/natureza; . Homem faz parte da natureza em sua dimensão biológica (reducionismo biológico). 	<ul style="list-style-type: none"> . Antropocentrismo; . Ser humano capaz de usar sem destruir; . Perspectiva fatalista – precisa proteger o ambiente para poder sobreviver; . Ser humano como biológico e social; . Lei de ação e reação (natureza vingativa). 	<ul style="list-style-type: none"> . Complexidade da relação; . Ser humano pertence à uma teia de relações sociais; naturais e culturais e vive em interação; . Relação historicamente determinada; . Ser humano como biopsicossocial, dotado de emoções.

Fonte: Silva (2007, p 88)

4.3. Dimensão da relação ser-humano e meio ambiente (Quadro 03).

Ramos (2002) classifica como sendo do tipo catastrófico ou enaltecedor, os discursos sobre a relação entre cultura e meio ambiente. Para mobilizar o interlocutor, o discurso catastrófico prioriza as consequências negativas dos problemas ambientais, enquanto o discurso enaltecedor evidencia o sentimento de identificação do homem com a natureza.

INSERIR QUADRO 03

Partes do texto da encíclica, pela característica da linguagem religiosa, podem ser identificados com discurso catastrófico ou enaltecedor. Considera-se, no entanto, que mesmo estas colocações são feitas de forma crítica. Por exemplo, são sugeridos a adoção de comportamento de contemplação da natureza, à exemplo dos atribuídos a São Francisco de Assis, com a finalidade de despertar a motivação para o cuidado da “casa comum”. A sugestão é acompanhada da recomendação para que esta ação não seja comparada com uma “avaliação intelectual” e nem “desvalorizada como romantismo irracional”. A atividade de contemplação é apresentada como capaz de despertar o sentimento de pertencimento que gera o comportamento do zelo, já que a ausência deste sentido, induz atitudes de consumidor, dominador ou explorador de recursos naturais (§11).

O título do documento contém a expressão “a casa comum” e seu conteúdo aborda a complexidade das relações entre os seres que habitam essa “casa”. A cada capítulo, com nova perspectiva, o autor reforça a convicção de

que tudo está ligado, permitindo concordar com a análise da encíclica feita por Carvalho (2015) que estabelece forte ligação entre o texto da *Laudato Si’* e o pensamento complexo de Edgar Morin.

Identifica-se no texto, crítica ao antropocentrismo moderno que “acabou, paradoxalmente, por colocar a razão técnica acima da realidade” (§ 115) e condenação ao antropocentrismo excessivo que “continua a minar toda a referência a algo de comum e qualquer tentativa de reforçar os laços sociais” (§116).

Não obstante a crítica ao antropocentrismo, não foi identificado na encíclica, uma condenação absoluta à posição central do homem como agente socioambiental. O texto traz a afirmação de que “um, antropocentrismo desordenado não deve necessariamente ser substituído por um ‘biocentrismo’” (§118). O Papa reconhece a existência da complexa teia de relações socioambientais, mas considera o ser humano como “administrador” (§116) da casa comum por ser portador de “peculiares capacidades de conhecimento, vontade, liberdade e responsabilidade” (§118).

De acordo com a categorização proposta por Silva (2007), os documentos identificados como antropocêntricos pertencem à categoria Pragmática. Ainda assim, pelas críticas ao antropocentrismo exagerado e presença de outros elementos, considera-se que, também na dimensão ser humano-ambiente, o documento papal pertence à concepção Crítica.

Foi ponderado nesta análise, a consideração de Alves (2015) que classifica a visão antropocêntrica em relação à ética de ecologia integral da encíclica como uma

Quadro 03: Caracterização da dimensão de ciência e tecnologia nas diferentes concepções de LA.

CONCEPÇÃO CONSERVADORA	CONCEPÇÃO PRAGMÁTICA	CONCEPÇÃO CRÍTICA
<ul style="list-style-type: none"> . Cientista/especialista como único detentor do saber; . Base empirista – conhecimento como algo externo ao cientista; . Ciência como portadora da verdade e da razão; . Produção científica isolada da sociedade. 	<ul style="list-style-type: none"> . Relação entre ciência e sociedade de uma forma utilitária; . Conhecimento científico ocorre de forma linear; . Ênfase nos resultados; . Resolução dos problemas ambientais pela ciência e tecnologia; . Supremacia do saber científico sobre o popular. 	<ul style="list-style-type: none"> . Conhecimento científico como produto da prática humana; . Interdisciplinaridade na produção do conhecimento; . Processo de investigação envolve rupturas e mudanças de rumo; . Ciência como uma das formas de interpretação do mundo; . Cultura local como conhecimento.

Fonte: Silva (2007, p. 99)

“ecologia rasa”, que pode e deve evoluir para o biocentrismo aderente à “ecologia profunda”. Naess (1973) propôs a expressão “ecologia profunda” para designar a relação que não distingue os seres humanos, ou mesmo nenhuma outra coisa, do meio ambiente natural. Assim, em certa medida, também, os seres humanos são percebidos, apenas, como um fio particular na teia da vida (CAPPRA, 2006).

Alves (2015) assinala que alguns pensadores católicos já reconhecem os valores biocêntricos, ponderando, no entanto, que somente o ser humano levanta questões e constrói discursos éticos. Portanto, deve ser considerado o princípio antropocêntrico em Ética, apesar de, enquanto ecológica, a razão ética necessita ser biocêntrica, cujo objeto central é a vida em suas inter-relações.

4.4. Dimensão de ciência e tecnologia (Quadro 04)

O primeiro capítulo da encíclica é dedicado ao diagnóstico. Toma-se como base, as fundamentações científicas, caracterizando um texto pragmático e racional, que utiliza e reforça os métodos da ciência. A qualidade do resgate científico merece registro. No entanto, de maneira coerente com a concepção Crítica que permeia todo o documento, as bases científicas não são apontadas como fonte exclusiva da produção teórica. O Papa considera um equívoco, o investimento exclusivo no processo científico, porque isso provocou a hegemonia global do “paradigma tecnocrático” (§ 101), que é considerado pernicioso e caracteriza “um sinal do reducionismo que afeta a vida hu-

mana e a sociedade em todas as suas dimensões” (§ 107). A Laudato Si’ destaca-se pela construção interdisciplinar. Identifica-se, no texto, a discordância da ideia de que a economia e a tecnologia, juntas, são capazes de resolver os problemas ambientais (§54, §105, §109) e a observação quanto a dificuldade da “especialização própria da tecnologia” conseguir um olhar de conjunto (§110).

O Papa defende a ideia de que “uma ciência, que pretenda oferecer soluções para os grandes problemas, deveria necessariamente ter em conta tudo o que o conhecimento gerou nas outras áreas do saber, incluindo a filosofia e a ética social” (§110) e observa que a gravidade da crise socioambiental demanda, além da inclusão de todos os ramos da ciência, a consideração de outra “forma de sabedoria” (§ 63).

A seção 5 do Capítulo V com o título “As religiões no diálogo com as ciências” trata desta relação, apresentando a ideia de que os textos religiosos oferecem significado e podem preencher as lacunas observadas nas explicações das ciências empíricas, quando a razão não é suficiente para fornecer sentido e finalidade (§ 199).

4.5. Dimensão das atividades propostas para os diversos atores (Quadro 05)

O documento é organizado seguindo a lógica que envolve diagnóstico, reflexão das causas e proposta de ações, amparado pelo referencial da ecologia integral.

O conteúdo da encíclica incentiva as atividades de contato e contemplação da natureza como recursos inter-

Quadro 03: Caracterização da dimensão das atividades propostas nas diferentes concepções de EA.

CONCEPÇÃO CONSERVADORA	CONCEPÇÃO PRAGMÁTICA	CONCEPÇÃO CRÍTICA
<ul style="list-style-type: none"> . Atividades de contemplação; . Datas comemorativas; . Atividades externas de "contato com a natureza" com fim em si mesma. 	<ul style="list-style-type: none"> . Atividades "técnicas e instrumentais" sem propostas de reflexão (exemplo: separar materiais para reciclagem); . Resolução de problemas ambientais como atividade fim; . Atividades que apresentam resultados rápidos. 	<ul style="list-style-type: none"> . Propostas de atividades interdisciplinares; . Resolução de problemas como temas geradores; . Exploram-se potencialidades ambientais locais/regionais; . Estudo do meio; . Role-play – tema controverso.

Fonte: Silva (2007, p. 115)

mediários e agrega propostas de soluções técnicas, instrumentais e locais na direção do desenvolvimento sustentável (§180).

Predomina nesta dimensão, no entanto, as propostas de atividades interdisciplinares e reflexivas, envolvendo atores diversos. O último dos seis capítulos do documento é dedicado a propor ações educativas, embasadas na convicção de que "a consciência da gravidade da crise cultural e ecológica precisa de traduzir-se em novos hábitos" (§209) e que "compete à política e às várias associações um esforço de formação das consciências da população" (§214).

Identificou-se que o Papa se posiciona sobre EA afirmando que, no início, a prioridade desta era a informação científica, a conscientização e prevenção dos riscos ambientais, mas que, recentemente, foi possível perceber avanços em função da inclusão de "crítica" aos "mitos da modernidade baseados na razão instrumental (§ 210). Identifica-se, assim, que o texto, além de adotar a concepção de EA crítica, apresenta esta categoria educativa como um avanço desejado e necessário aos esforços desta área.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo relatado neste artigo teve como objeto a "Carta Encíclica Laudato Sí: sobre o cuidado da casa comum". O objetivo geral de identificar as concepções de educação ambiental no documento estudado foi atendido: o conteúdo apresentado no texto segue predominantemente a concepção "Crítica" (SILVA, 2007).

O conteúdo de educação ambiental (EA) registrado na encíclica papal (2015) é baseado no conceito de Ecologia integral, sendo possível identificar alguns elementos e aspectos das categorias propostas (A) Conservadora e (B)

Pragmática, predominando, no entanto, a concepção (C) Crítica. Considera-se que mesmo quando elementos pertencentes às categorias Conservadora e Pragmática foram incorporados no texto, foram feitos de maneira crítica.

A Encíclica recebeu críticas com base na oposição entre ecologia rasa e ecologia profunda, relacionada a outra oposição: o antropocentrismo e biocentrismo. Mantendo a ideia de que o homem é a criatura dotada de capacidades de conhecimento especiais, o conteúdo da encíclica critica o antropocentrismo exagerado, mas atribui ao ser humano a gestão ética, política e econômica da "casa comum", indicando-o como responsável pela administração da "casa". Considera-se, no entanto, que a crítica à Encíclica apresentada no parágrafo anterior e outras registradas neste estudo, como a ausência de novas compreensões sobre contracepção, não comprometem a classificação do documento na categoria de EA Crítica, que, na visão dos autores deste estudo, é a categoria que, efetivamente, pode contribuir para a reversão da crise social e ambiental contemporânea.

Outros textos acadêmicos abordando a concepção da encíclica estão sendo divulgados. Junges (2015), por exemplo, observa a influência da origem latino-americana do Papa Francisco na concepção da Laudato Sí. A Igreja da América Latina, tradicionalmente, relaciona a defesa do meio ambiente com defesa da Justiça social. O autor considera a abordagem do documento como da concepção denominada "ecologismo dos pobres", onde a natureza é vista como "casa comum" para todos os seres vivos e não como estoque de recursos naturais apropriado pelos poderosos e a serviço do lucro.

Por fim, considera-se que o texto trata de questões priori-

tárias e contribui, significativamente, para o debate sobre sustentabilidade, disseminando conceitos aderentes aos estudos mais qualificados sobre meio ambiente, agregando, como diferencial, com sensibilidade estética, uma proposta para significado da vida. Por consequência, espera-se que o estudo relatado neste artigo, que segue critérios acadêmicos, contribua para a disseminação do conhecimento expresso na Laudato Si'.

REFERÊNCIAS

1. ALVES, José Eustáquio Diniz. **A Encíclica Laudato Si': ecologia integral, gênero e ecologia profunda**. Belo Horizonte, v. 13, n. 39, p. 1315-1344, 2015.
2. BAST, Joseph. Participants in Heartland Institute Mission to Vatican Comment on Pope Francis's Encyclical on the Environment. The Heartland Institute, 17/06/2015. Disponível em < <https://www.heartland.org/press-releases/2015/10/01/participantsheartland-institute-mission-vatican-comment-pope-franciss-enc>>. Acesso em 11.10.2015.
3. BOFF, Leonardo. **Ecologia integral: a grande novidade da Laudato Si'**. Institutos Humanos Unisinos. 18.06.2015. Entrevista concedida a Patricia Fachin e João Vitor Santos. Disponível em < <http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/543662-ecologia-integral-a-grande-novidade-da-laudato-si-qnem-a-onu-produziu-um-texto-desta-natureza-entrevista-especial-com-leonardo-boff>>. Acesso em 11.10.2015.
4. CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. São Paulo: Editora Cultrix, 2006.
5. CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez. 2004.
6. CARVALHO, Edgard de Assis. **Da crise ecológica ao pensamento complexo**. Revista IHU on-line, ano XV, n. 469, 03.08.2015. Entrevista concedida a Ricardo Machado. Disponível em < http://www.ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com_content&view=article&id=6042&secao=469>. Acesso em 12.12.2015.
7. CAROZZA, Paolo. **Working Together to Serve Others. A Catholic Perspective on Education**. Catholic Muslim Forum III Seminar Rome, 13.11.2014. Disponível em <<http://www.pcinterreligious.org/site.php?id=242>>. Acesso em 12.12.2015.
8. DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 8ª ed. São Paulo: Gaia, 2003.
- FRANCISCO, PAPA. Carta Encíclica Laudato Si' do Santo Padre Francisco sobre o Cuidado da Casa Comum. Vaticano, Roma, 24 maio 2015. Disponível em: <http://w2.vatican.va/content/francesco/pt/encyclicals/documents/papafrancesco_20150524_enciclica-laudato-si.html>. Acesso em: 30 jun. 2015.
9. JACOBI, Pedro. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de pesquisa, v. 118, n. 3, p. 189-205, 2003.
10. JUNGES, José Roque. **Ecologia Integral e justiça ambiental no cuidado da "casa comum"**. Revista IHU on-line, ano XV, n. 469, 03.08.2015. Entrevista concedida a Leslie Chaves. Disponível em < http://www.ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com_content&view=article&id=6050&secao=469>. Acesso em 10.12.2015
11. NAESS Arne. **The shallow and the deep, long-range ecology movements: a summary. Inquiry, Oslo**, v.16, n. 1, p. 95-100, 1973.
12. PEPPARD, Cristiana. Z. Pope Francis and the fourth era of the Catholic Church's engagement with science. Bulletin of the Atomic Scientists. P. 0096340215599776, 2015a. PEPPARD, Cristiana. Z. O novo e o velho na Encíclica de Francisco. Revista HU on-line, n. 469, ano XV. 03.08.2015. Entrevista concedida à João Vitor Santos, Tradução Luis Sandert disponível em < http://www.ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com_content&view=article&id=6052&secao=469>. Acesso em 10.11.2015, 2015b. RAMOS, Elisabeth Christmann. Educação ambiental: origem e perspectivas. Educar. Editora da UFPR. Curitiba: n. 18, p 201-218, 2001.
13. RAMOS, Luis. Fernando. Angerami. **O desafio da comunicação ambiental: um estudo da propaganda de ONGs na TV**. 2002. Tese de Doutorado.
14. ROSENAU, Josh. Por uma ética da terra – **Caminhos para o desenvolvimento científico**. Revista HU on-line, ano XV, n. 469, 03.08.2015. Entrevista concedida à João Vi

tor Santos, Tradução Luis Sandert disponível em < http://www.ihuonline.unisinos.br/index.php?option=com_content&view=article&id=6034&secao=469>>. Acesso em 10.11.2015.

15. SILVA, Rosana Louro Ferreira. O meio ambiente por trás da tela—estudo das concepções de Educação Ambiental dos filmes da TV escola. 2007, 258 f, 2007. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação). Universidade de São Paulo, São Paulo.

16. SWEENEY, James. Why students in Catholic secondary schools should study Pope John XXIII's encyclical, *Pacem in Terris* (1963). *International Studies in Catholic Education*. V. 7, n. 1, p. 61-73, 2015.

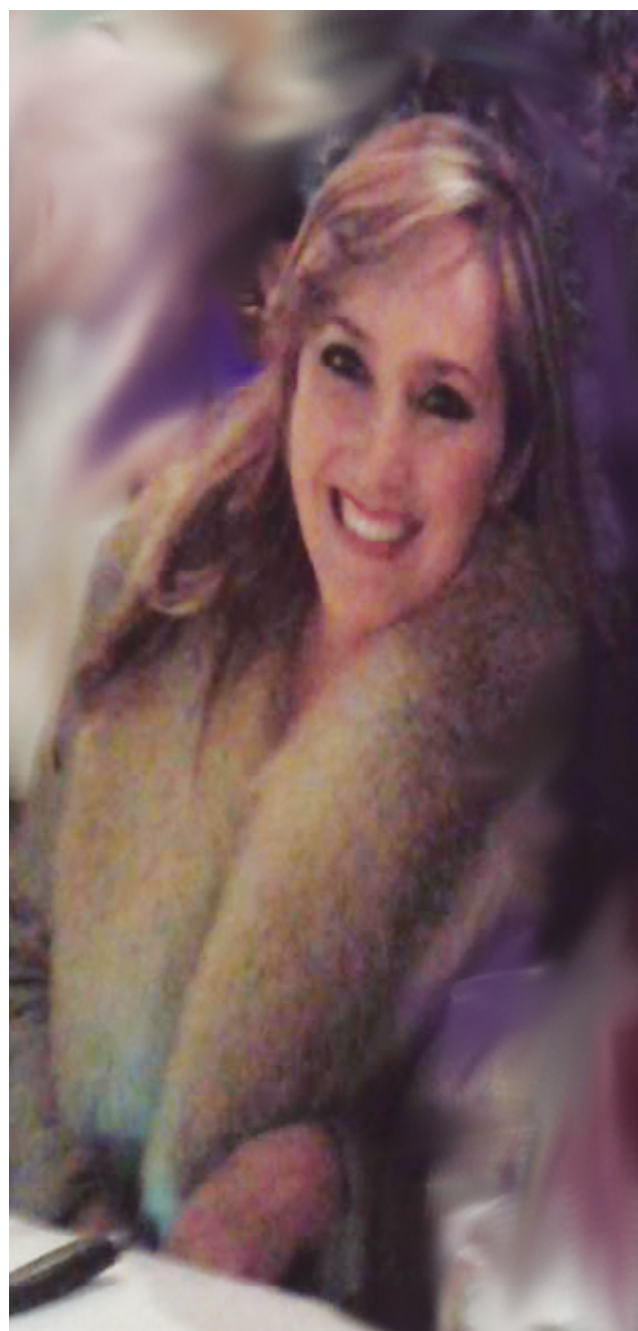
ENTREVISTA COM MYRIAN ALEXANDRA LARCO BENÍTEZ

Hace 20 años soy Arquitecta urbanista, tengo una maestría en Tecnologías y actualmente estoy estudiando un doctorado en Ingeniería Gráfica Geomática y Proyectos en la Universidad de Extremadura – España.

El mundo de la docencia universitaria despertó en mí la búsqueda de “nuevas” y mejores propuestas arquitectónicas, es indispensable cuestionarnos acerca de cómo podemos hacer una arquitectura que cause el menor impacto ambiental posible a nuestro planeta, este compromiso para mí actualmente cobra un protagonismo mayor puesto que al ser la Decana de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de Universidad Tecnológica Equinoccial en Quito – Ecuador tengo la responsabilidad de dirigir la formación de seres humanos que serán los futuros arquitectos responsables de construir un mundo mejor. Actualmente estamos elaborando el rediseño de la malla curricular de la carrera de Arquitectura y en ella estamos proponiendo un eje transversal sobre sostenibilidad, de esta forma los talleres de diseño tendrán la constante tarea de realizar propuestas que necesariamente tomen en cuenta estrategias de diseño y tecnologías constructivas sostenibles; complementariamente el próximo año vamos a ofrecer en posgrados la maestría en arquitectura y urbanismo sostenible.

El bambú se me cruzó en el camino, gracias a la intervención de una amiga muy querida, Andrea Jaramillo, que me invitó a un seminario que tuvo lugar en Guayaquil. A partir de ese momento mi visión cambió definitivamente, puesto que el bambú es un material regional de fácil adaptabilidad, versátil, resistente, renovable, sostenible, de rápido crecimiento y fácil propagación, cuyo uso evita la deforestación de los bosques madereros.

Desde ese punto he participado en eventos que me han permitido conocer más sobre este material, actualmente soy miembro activo de la Mesa Sectorial del Bambú en Ecuador la misma que es articulada por el INBAR (The International Network for Bamboo and Rattan).



En este contexto mi tema de investigación doctoral es: "Caracterización de los laminados de Bambú *Dendrocalamus Ásper* como material sostenible constructivo para proyectos arquitectónicos en el Noroccidente de la Provincia de Pichincha Ecuador".

Este proyecto de investigación tiene la finalidad de valorizar y potencializar el uso del bambú como material de construcción en proyectos arquitectónicos en el Noroccidente de la Provincia de Pichincha en Ecuador, proporcionando los datos correspondientes a la caracterización de los productos del *Dendrocalamus Ásper* (conocido como bambú gigante).



ENTREVISTA COM PROF. AGUINALDO DOS SANTOS

Se me perguntassem em 1999 quando concluí meu PhD na University of Salford sobre como eu vislumbrava meu futuro ao voltar ao Brasil eu diria que dentro de alguns anos eu estaria coordenando um grupo de excelência em produção enxuta (lean production), tema central de minha tese. Desenvolveria conhecimento e auxiliaria empresas no país a produzir produtos com níveis cada vez mais elevados de valor agregado e com reduções sensíveis nos níveis de perdas em seus processos produtivos.

Muito embora esta visão inicial possa manter-se válida e relevante para muitos, ainda mais em se tratando de um país emergente como o Brasil, hoje meus esforços cada vez mais vão em direção bastante diferente. Sempre que possível busco contribuir evitar ao máximo possível a própria necessidade de se produzir um novo artefato. O espectro de pesquisas que realizo junto à indústria, em particular aquelas voltadas ao desenvolvimento e implementação de sistemas produto+serviço, tem procurado apontar soluções onde a oferta combinada de produtos e serviços pode, no limite, eliminar a própria necessidade do consumidor adquirir um produto.

Anteriormente ao meu ingresso no Departamento de Design da UFPR em 2002, eu participei da fundação do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da UFPR, onde tive o privilégio de ter ministrado a primeira aula no ano 2000, na condição de bolsista recém-doutor (CNPq). Notem que minha graduação foi em Engenharia Civil (!). Minha visão original de desenvolver um centro de excelência em produção enxuta caminhava a passos firmes mas a intenção firme de me estabelecer em Curitiba somada à ausência na época de concursos para professor no Departamento de Construção Civil da UFPR me fez tomar

uma decisão que mudaria minha rota profissional de forma radical: em 2002 fiz concurso no Departamento de Design da UFPR em vaga orientada a “sistemas de produção”.

Apesar de eu ter realizado meu doutorado nesta temática logo percebi que o que eu entendia por “sistema de produção” não era exatamente relevante sob a perspectiva do Design e tinha na verdade outro significado. Embora tivesse em meu doutorado a professora Dra. Rachel Cooper como co-orientadora, eu sabia muito pouco sobre o Design. Assim, não foi surpresa observar resistências naturais à presença de um engenheiro num departamento de Design. Contudo eu tinha ao meu favor a resiliência herdada de minha infância em Curitiba, quando vendia picolé nas ruas, plantava cebolinha e salsinha para vender em um supermercado, e mais tarde, trabalhava como mecânico de automóveis durante curso que fiz no SENAI. Nada como o trabalho diário, a preparação diligente e a constância de propósitos para moldar a realidade aos nossos sonhos. Da mesma forma, nada como novos sonhos.

Não me abati e de pronto passei a analisar o perfil de pesquisas que poderiam aproveitar o que eu havia estudado no mestrado e doutorado com temas relevantes ao Design. De pronto pensei em contribuições via o Design para melhorar a qualidade de vida do morador da habitação de interesse social. Em meu mestrado na UFRGS trabalhei com a redução de perdas na construção civil. Assim, quando surgiu o edital Verde Amarelo da FINEP em 2002 para a implantação de núcleos de serviços em Design articulei a submissão de projeto para a implantação de um Núcleo de Design & Reciclagem. Tive como parceiros no projeto original a Electrolux, o Sebrae e a empresa Piazzeta (reciclagem de papelão). Felizmente com a sabedoria de meu colega Carlo Vezzoli (Politecnico di Milano) antes mesmo



junto com a UFF, UFSC, UEL, UFU e UFPE, para a qual conseguimos em 2015 cerca de um milhão de euros em uma rede de quinze universidades, com o propósito de desenvolver material didático colaborativo e em licença aberta acerca do tema Sistema Produto+Serviço e Economia Distribuída.

Praticamente cem por cento de minhas pesquisas são no mundo real, via de regra em parceria com empresas. A qualidade das mesmas deve-se em grande parte à qualidade do time que me ajuda, envolvendo alunos de iniciação científica, mestrandos, doutorandos, pós-doutorandos, intercambistas estrangeiros e eventualmente funcionários das empresas parceiras. O objeto principal de minhas pesquisas continua sendo habitação de interesse social e seu morador. A motivação para tal foco é uma consequência natural de minha origem, tendo crescido em uma favela em Curitiba, o que resulta em um sentimento não de obrigação, mas de prazer em poder retribuir, ainda que de forma indireta, o recurso público que possibilitou minha educação desde o primário. Um pai pedreiro e uma mãe zeladora, muito embora exem-

de confeccionarmos a placa de sinalização do grupo de pesquisa mudamos o nome para Núcleo de Design & Sustentabilidade, tendo sua efetiva implementação ocorrido em 2003.

Ciente de que sabia muito pouco sobre o tema estabeleci uma meta logo no início de buscar parcerias com os principais grupos de pesquisa no Brasil e no mundo. Tive sucesso nesta empreitada e hoje temos colaboração direta em projetos de pesquisa, intercâmbios de alunos, eventos, publicações, etc, com instituições como a Delft University (Holanda), Politecnico di Milano (Itália), Aalto University (Finlândia), Cape Peninsula University of Technology (África do Sul), Tsinghua University (China), Shrishti (India), UNAM (Mexico), University of Melbourne (Austrália), etc. Destaca-se o envolvimento na implantação da Learning Network on Sustainability

plares na educação que me deram, não teriam condições de possibilitar tantas oportunidades.

"Não me abati e de pronto passei a analisar o perfil de pesquisas que poderiam aproveitar o que eu havia estudado no mestrado e doutorado com temas relevantes ao Design."

Em 2005 participei da implementação do Programa de Pós-Graduação em Design da UFPR, o primeiro na área no Sul do Brasil. Para minha felicidade o tema Design & Sustentabilidade foi e continua sendo um dos eixos temáticos transversais do programa.

Dando sequência à minha evolução na compreensão dos métodos e princípios do Design para a Sustentabilidade em 2009 tive a oportunidade de realizar meu pós-doutorado no Politecnico di Milano, trabalhando junto a projetos de pesquisa em Sistema Produto+Serviço. Naquele ano decidi mergulhar mais na dimensão social do Design para a Sustentabilidade, tendo em vista o foco quase estritamente ambiental de minhas pesquisas no NDS/UFPR. Mais tarde, em parceria com o colega Eugenio Merino (UFSC) e através de pesquisas no âmbito da pós-graduação de nossas respectivas instituições avancei minha compreensão da dimensão econômica da sustentabilidade.

Obviamente, assim como muitos dos meus amigos no ambiente acadêmico também fiz minhas loucuras neste caminho como participar da implantação do Comitê Assessor de Desenho Industrial no CNPq, ter sido Chefe do Departamento de Design, aceitar ser membro do Conselho Administrativo do Centro Brasil de Design, aceitar representar o Design na Fundação Araucária, assumir a Coordenação de Transferência de Tecnologia da Agência de Inovação e Coordenar o PPGDesign da UFPR, coordenar eventos como o P&D e SBDS, etc.

Sustentabilidade deixou há muito de ser tão somente um foco de pesquisa e passou a ser uma missão de vida, embora eu já não utilize tanto esta palavra no meu cotidiano. Concluo dizendo que minha motivação em trabalhar nesta causa tão utópica, mas ao mesmo tempo tão avassaladoramente bela, tem sido propulsionada a cada dia por dois seres que não tem nenhuma experiência em pesquisa. Um deles já mostrou sua vertente literária escrevendo seu primeiro livro de poesia aos oito anos e outro mostra que felizmente herdou as habilidades futebolísticas do avô ao invés do pai. São meus dois filhos (Lucca & Thomas) e são eles que me fazem acreditar todo dia que vale muito a pena caminhar na direção deste sonho chamado sustentabilidade.

PROPOSTA DE UM MODELO PARA AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE CONCORRÊNCIA PÚBLICA DE OBRAS OU SERVIÇOS DE ENGENHARIA

Daniela Matschulat Ely, Dra. (UFSC);

Antônio Edésio Jungles, Dr. (UFSC).

1. RESUMO

O processo de concorrência pública de obras e serviços de engenharia é alvo de muita controvérsia, devido a sua qualidade, morosidade, utilidade e custos envolvidos. Ao investigar os relatos de seus problemas, percebe-se que boa parte deles possui origem em deficiências gerenciais.

Com a finalidade de melhorar a gestão de projetos (empreendimentos) nesse cenário um Modelo para Avaliação do Processo de Licitação Pública de obras ou serviços de Engenharia (MAPLE) foi desenvolvido. Nele, os processos da licitação de obras ou serviços de engenharia são analisados com base nos três eixos, a análise do processo, a análise das redes sociais e a análise das barreiras.

O desenvolvimento do MAPLE parte do princípio que, segundo a teoria da redes sociais, a troca de informações entre atores é influenciada pelo estabelecimento de confiabilidade, sabendo o que esperar dos relacionamentos. Em adição a isso, para fluidez do processo é necessário que ele tenha um fluxo conhecido e adequado. Por sua vez, para que o fluxo de processo seja adequado é necessário que ele não tenha barreiras ou, que elas sejam mínimas; que o processo seja eficaz, ou seja, com pouca ou nenhuma atividade que não agrega valor ao produto; e que a rede de relacionamento entre os atores possua característica de fluidez da informação, de maneira que ela não seja propriedade de um ou de poucos atores.

Por meio de coleta de dados, as atividades do processo são classificadas e recebem pontos de acordo com as faixas de enquadramento de cada um dos eixos. A multiplicação desses pontos confere um status a cada atividade, de maneira a fornecer subsídios ao gestor para que o processo de gestão possa estabelecer prioridades

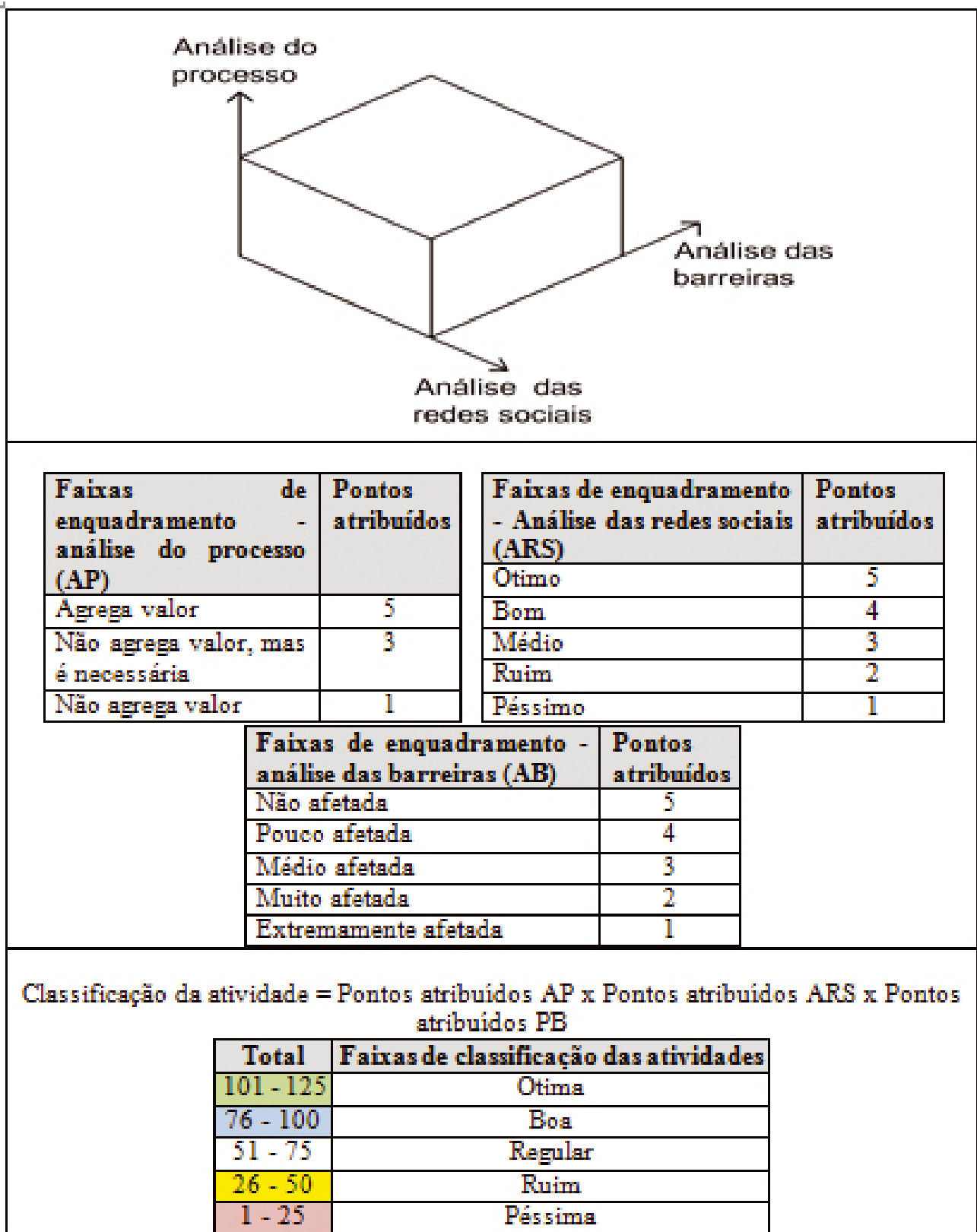
de melhoria, com base em dados dados reais (Figura 1).

Para permitir a comparação de desempenho entre diferentes processos, além das atividades, também são classificados os subprodutos do processo e o processo como um todo. Essas classificação se dá por meio do desempenho das atividades já classificadas.

A aplicação do MAPLE traz conhecimento ao gestor do processo de licitação pública de obras ou serviços de engenharia, uma vez que é difícil gerenciar aquilo que não se conhece bem, tornando mais difícil sanar problemas e buscar melhorias.

Logo, com a sua aplicação é possível gerir os processos de licitação pública de obras e serviço de engenharia de maneira mais consciente, utilizando dados reais para a tomada de decisão, em busca de processos eficazes.

Figura 1: Figura 1 - Classificação das atividades do processo.



METODOLOGIA DE BENCHMARKING PARA A PRODUÇÃO MAIS LIMPA E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS: UM ESTUDO NO SETOR DE PVC

Paola Andrea de Antonio Boda, Msc. em Eng. Mecânica (UFSC);

Orientador: Prof. João Carlos Espindola Ferreira, Ph.D. (UFSC).

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho propõe o desdobramento de uma metodologia aplicada no setor de PVC no estado de SC.

O Poli (Cloro de Vinila) ou PVC é um material plástico versátil, com a segunda colocação mundial dentre os termoplásticos. Sua cadeia produtiva é composta por indústrias de primeira, segunda e terceira gerações, as quais, dependendo das características desejadas do produto final, modificam sua formulação, estrutura e processos para a obtenção do produto final, que é altamente diversificado, incluindo desde sistemas de coleta de água, janelas, conexões, fios, cabos e esquadrias, até cateteres e sacos de sangue e soro.

Seu impacto ao meio ambiente tem sido estudado nos últimos anos, por questões relativas à saúde humana, emissões, resíduos gerados e gestão sustentável de produtos e processos, conduzindo consequentemente a uma postura mais participativa na gestão das empresas envolvidas em todos os segmentos da cadeia produtiva do PVC.

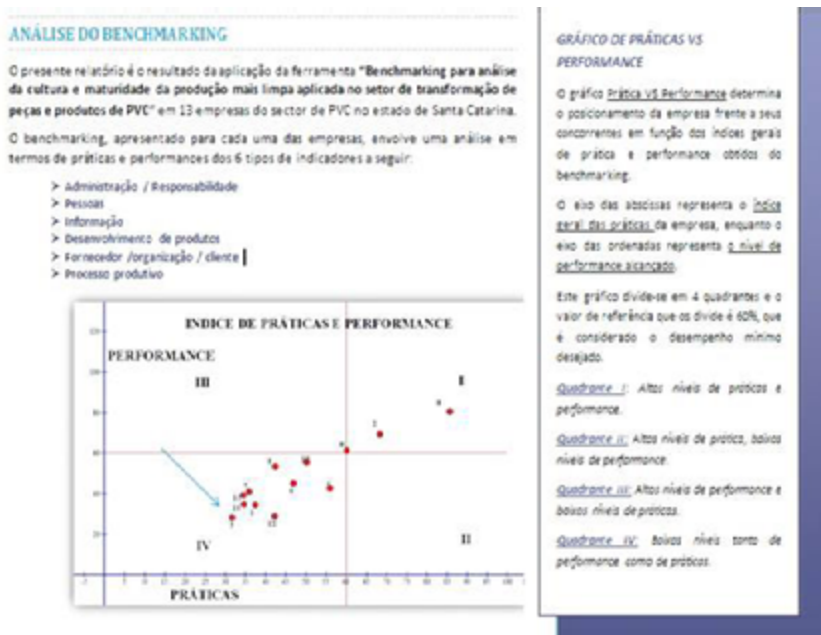
Neste contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma metodologia que inclui uma avaliação inicial do estado das empresas participantes em práticas de produção mais limpa e ferramentas de manufatura enxuta através do Benchmarking, criando-se indicadores gerais de avaliação das empresas. Como resposta a esta avaliação surge a ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS) para a tomada de decisões gerenciais na procura de processos e produtos mais limpos e sustentáveis. Levam-se em conta aspectos intrínsecos da empresa como o time requerido para implantação das práticas, e as ferra-

mentas de manufatura enxuta (ME) que possam auxiliar as empresas fabricantes de produtos finais de PVC do estado de Santa Catarina na busca por melhores práticas de manufatura sustentável.

2. Desdobramento da Metodologia

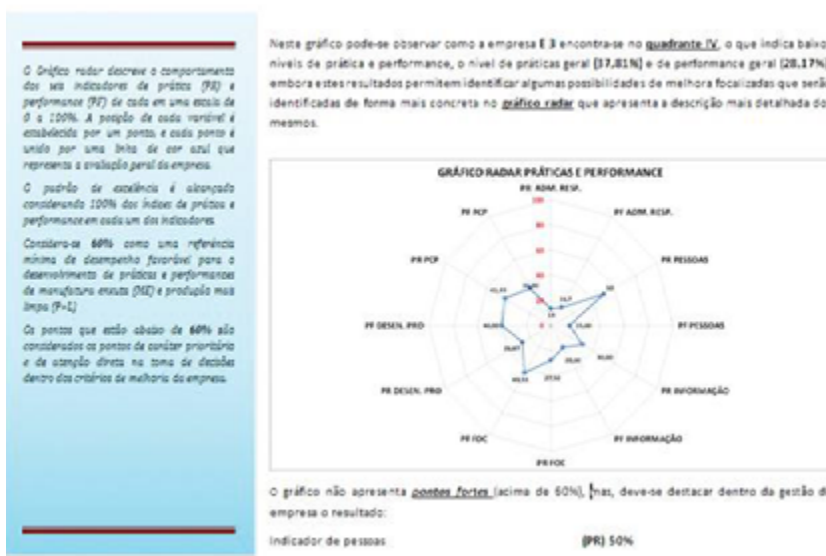
Partiu-se da coleta de informações de maneira presencial em 13 empresas do setor de produtos de terceira geração ou produtos finais feitos em PVC, onde foi aplicada a ferramenta “Benchmarking para análise da cultura e maturidade da produção mais limpa” que de forma conjunta com o checklist de manufatura enxuta, resultou num panorama do estado atual das empresas em práticas e performances de produção mais limpa e manufatura enxuta. Foi gerado um relatório comparativo individual e geral das empresas, cuja análise levou à formulação e ponderação de indicadores específicos a fim de interpretar os pontos de caráter prioritário e de atenção direta na tomada de decisões das empresas sobre os aspectos sensíveis a melhoria em cada uma das 13 empresas.

Figura 1: Panorama das Empresas através do Benchmarking



Fonte: Autora 2015

Figura 1: Panorama das Empresas através do Benchmarking



Fonte: Autora 2015

Na busca de um panorama amplo de práticas que pudessem ser implantadas pelas empresas, criou-se a ferramenta visual de práticas sustentáveis-FVPS que propõe uma grade de 64 práticas, geradas com o intuito de constituir uma ferramenta visual para a tomada de decisões do ponto de vista estratégico e gerencial em termos de sustentabilidade. melhoria em cada uma das 13 empresas.

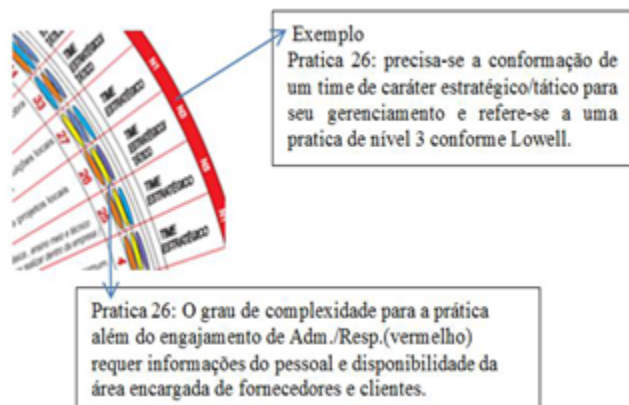


Figura 3: Ferramenta Visual de Práticas Sustentáveis

Fonte: Autora 2015

O desenvolvimento, estratificação e estruturação dessa ferramenta, foi construído conforme níveis de relacionamento e interação entre fatores como: grau de investimento, disponibilidade de pessoal, tempo e quantidade de recursos físicos, alocação de materiais e fluxos de informações, aplicando-se critérios de análise hierárquica de processos (AHP), produção mais limpa (P+L), ferramentas de manufatura enxuta (ME) e metodologias desenvolvidas para a gestão empresarial nos três pilares da sustentabilidade: social, econômico e ambiental.

Entre os resultados obtidos na fase de avaliação geral das empresas em práticas e performance, a média das empresas foi de 48,13% na avaliação das práticas, e 47,19% da performance. Encontrou-se a avaliação mais baixa tanto na prática como na performance na variável informação, no quesito da compreensão dos objetivos do processo produtivo para colaboradores externos e internos; isto reflete no desconhecimento das vantagens da implantação da P+L, e no retorno financeiro que traz ao serem aplicados seus conceitos.

O estabelecimento de indicadores a partir do benchmarking conduz às empresas à que evidenciem e mensurem os quesitos que realmente fazem parte da gestão da

empresa, identificando o nível em que a empresa se encontra e os aspectos que precisam ser melhorados

Buscando obter informações não mensuradas, esquecidas ou consideradas não relevantes até o momento. A ferramenta visual de práticas sustentáveis (FVPS) e cada uma das práticas que a compõem, buscam atingir a referência mínima de desenvolvimento sustentável nas empresas além do setor do PVC. Ao possuir uma plataforma comum, mas também flexível, depende intrinsecamente da tomada de decisões gerenciais, levando a organização a estar ciente de seu processo que, de outra forma, conduz a organização à aplicação de ferramentas que não estão alinhadas com os objetivos da organização, e desde o começo não estabelecem uma perspectiva clara da ação a ser realizada conforme a disponibilidade física de implantação o grau de investimento a disponibilidade do pessoal.

Palavras-chave: PVC, Produção Mais Limpa, Manufatura Enxuta, Benchmarking, Manufatura Sustentável, Sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

1. O Ashby, M.F. 2009, "**Materials and the environment: eco-informed material choice**". Butterworth-Heinemann, Burlington, MA, USA.
2. Azapagic, A. (2003). **Systems approach to corporate sustainability: a general management framework**. Process Safety and Environmental Protection, 81(5), 303-316.
3. Barbieri, J. C., 2004, "**Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**." São Paulo: Saraiva.
4. Bergmiller, G., 2006, "**Lean Manufacturers Transcendence to Green Manufacturing: Correlating the Diffusion of Lean and Green Manufacturing Systems**", Ph.D. Thesis, University of South Florida.
5. Camp, R.C., 1998, "**Global Cases in Benchmarking: Best Practices from Organizations Around the World**", Milwaukee: American Society for Quality Control Quality Press.
6. Cinelli. M., Coles S.R. e Kirwan K., 2014, "**Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment**", Ecological Indicators, Vol. 46, p. 138-148.

7. Elias, S., Prata, A., & Magalhães, L. (2004). "**Experiência de implantação da Produção mais Limpa: estudo de múltiplos casos.**" XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, Santa Catarina.
8. Godinho Filho, M., & Fernandes, F. C. F. (2004). "**Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras.**" *Gestão & Produção*, 11(1), 1-19.
9. Gómez, J.C.O. e Cabrera, J.P.O., 2008, "**El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación**", *Scientia et Technica*, 2(39), 247-252.
10. Kojima, S., & Kaplinsky, R. (2004). "**The use of a lean production index in explaining the transition to global competitiveness: the auto components sector in South Africa.**" *Technovation*, 24(3), 199-206
11. LCSP (Lowell Centre for sustainable production), 2011. "**What is Sustainable Development**", disponível em: <http://www.sustainableproduction.org/proj.SustainableProductsInitiative.php>
12. Leadbitter, J. (2002). "**PVC and sustainability. Progress in Polymer Science**", 27(10), 2197-2226.
Leadbitter, 2012. Leadbitter J. Personal communication; 2012

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM CRICIÚMA, SC, SEGUNDO O SELO CASA AZUL

Daniel Comin da Silva (UFSC); Orientadora:
Lisiane Ilha Librelotto, Dr^a. (UFSC); Coorientador:
Anderson Claro, Dr. (UFSC).

1. INTRODUÇÃO

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foi lançado pelo Governo Federal em 2009, concedendo subsídios e empréstimos facilitados por meio da Caixa Econômica Federal, com o intuito de ampliar o acesso à moradia, além de reduzir o déficit habitacional brasileiro que, segundo a Fundação João Pinheiro (2014), é de 5,79 milhões de moradias. No ano seguinte, a Caixa Econômica Federal lançou o Selo Casa Azul (SCA), com o objetivo de intensificar e incentivar a adoção de ações sustentáveis nos edifícios residenciais brasileiros (CAIXA, 2010).

Embora ambos os programas estejam vinculados à CAIXA, eles não estão relacionados, não sendo necessária a certificação residencial para empreendimentos financiados e subsidiados pelo PMCMV. Esta poderia ser uma grande contribuição do poder público para viabilizar, intensificar e incentivar a sustentabilidade dos edifícios residenciais brasileiros (CAIXA, 2010).

O PMCMV completou cinco anos em abril de 2014, contratando 3,39 milhões de unidades, beneficiando mais de seis milhões de pessoas, com um investimento de R\$ 234 bilhões (CAIXA, 2014). Por outro lado, foram certificados pelo SCA, até o mês de julho de 2015, somente 10 empreendimentos, totalizando 1.499 unidades habitacionais (CAIXA, 2015).

Em Criciúma, SC, a população urbana atingiu 98,61% em 2010. Associado a isto, o déficit habitacional também é crescente, intensificando as demandas habitacionais. O município tem a construção civil como uma

das suas principais atividades econômicas e, o PMCMV, como o seu principal programa habitacional (SSSH, 2012). No entanto, nenhum dos 27 conjuntos habitacionais do programa, aprovados para construção na cidade, sequer se candidataram ao SCA. Estes edifícios possuem pouca diversidade de configurações, além de, normalmente, estarem situados nas periferias da cidade. Estes fatores não contribuem para a sua sustentabilidade, à medida que tratam a singularidade das necessidades dos usuários com projetos padronizados e de produção em escala. Por outro lado, também aumentam os deslocamentos urbanos, além de impulsionarem a ocupação de áreas, normalmente, pouco providas de infraestrutura urbana (SRC, 2015).

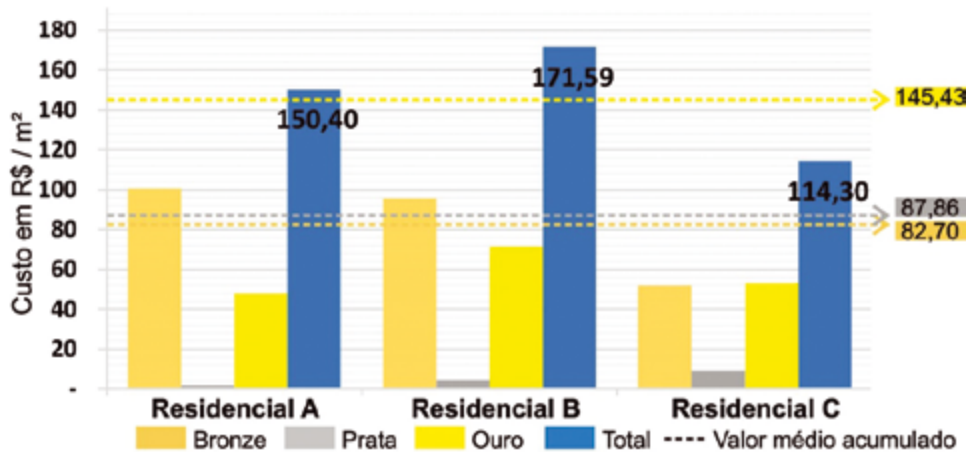
Este resumo apresenta alguns resultados obtidos em dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, cujo objetivo geral é avaliar a sustentabilidade socioambiental de edifícios multifamiliares do PMCMV, utilizando como ferramenta o SCA.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada dividiu-se em cinco etapas: revisão bibliográfica; seleção dos estudos de caso; análise dos estudos de caso; proposição; análise dos resultados.

Para coletar as informações necessárias para o presente estudo, foi realizado contato com o Departamento de Planejamento Físico Territorial e Departamento de Habitação do Município de Criciúma, além de contato com a

Figura 1: Custo adicional por metro quadrado.



Superintendência Regional da CAIXA. Nesta pesquisa, foram identificados o déficit habitacional municipal e a participação do PMCMV na oferta de moradias.

Para seleção dos estudos de caso, os 27 empreendimentos do PMCMV em Criciúma foram avaliados pelo critério "Qualidade do entorno / infraestrutura" do SCA. Com esta avaliação e posterior contato com as construtoras e escritórios de arquitetura responsáveis pelos projetos, foram definidos os 3 estudos de caso. Os estudos de caso foram então avaliados pelo SCA, verificando seus atendimentos prévios a certificação.

A análise dos projetos pelo SCA ocorreu por meio de 53 critérios, os quais estão divididos em seis categorias: Qualidade Urbana; Projeto e Entorno; Eficiência Energética; Conservação de Recursos Naturais; Gestão da Água e Práticas Sociais. Para a obtenção do nível Bronze, o empreendimento deve atender a 19 critérios obrigatórios. Para atingir os níveis Prata e Ouro, devem ser atendidos os 19 critérios obrigatórios e mais 6 e 12 critérios de livre escolha, respectivamente (CAIXA, 2010).

Na etapa de proposição, foi realizada inicialmente um projeto piloto, que consistiu em identificar e propor as adequações necessárias, permitindo que o empreendimento estivesse apto para receber cada um dos três níveis de certificação do SCA. Como resultado, foram avaliados os impactos econômicos destas adequações, além do nível de atendimento do empreendimento com a certificação nível Ouro do SCA, frente uma avaliação pelo Procel Edifica.

Após o projeto piloto, o método, revisado, foi replicado nos demais estudos de caso, permitindo posterior análise dos resultados.

3. RESULTADOS

Observou-se que, embora não certificados, os estudos de caso atendiam, em média, a 14 critérios do SCA. Por não atenderem a todos os critérios obrigatórios, não estavam aptos à certificação. Porém, por atenderem a critérios de livre escolha, indicavam uma tendência para a certificação nível Prata.

Por não estarem aptos a certificação, foram propostas adequações para que os edifícios atendessem ao SCA. Com as proposições, constatou-se o potencial de adequabilidade dos edifícios, sendo que, por meio de mudanças simples, foi possível o atendimento de vários critérios. Outros critérios, no entanto, evidenciaram a importância de um estudo de viabilidade, verificando se o local era adequado aos edifícios.

Quanto a eficiência energética, ambos os estudos de caso com certificação nível Ouro pelo SCA, apresentaram uma melhora significativa, passando de uma etiquetagem Procel C para Procel A. Quanto aos impactos econômicos das adequações propostas, identificou-se um incremento médio no custo da obra de 13,05% e de R\$145,43/m² edificado, conforme Figura 1.

Como resultados, apresenta-se o desenvolvimento de um produto de moda e como estratégia de comunicação do lançamento do produto o desenvolvimento de uma embalagem reutilizável.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do SCA como método de avaliação da sustentabilidade mostrou-se pertinente a realidade brasileira, abordando, além de indicadores ambientais, indicadores sociais e de avaliação do entorno. No entanto, o atendimento a seus critérios não garante o equilíbrio entre as seis categorias avaliadas. O SCA também não define diferentes pesos para os seus critérios.

Frente a sua notável contribuição para a sustentabilidade na construção civil, associar o SCA a políticas públicas de habitação, seria uma importante ação para viabilizar, intensificar e incentivar a sustentabilidade dos edifícios residenciais brasileiros, popularizando o SCA e seus conceitos de construção sustentável.

REFERÊNCIAS

1. FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP. Centro de Estatística e Informações. Nota técnica: Déficit Habitacional no Brasil – anos 2011 e 2012. Belo Horizonte, 2014. 16 p.
2. CAIXA ECONÔMICA FEDERAL - CAIXA. Minha Casa Minha Vida prevê a entrega de 2 milhões de casas até o fim do ano. Agência Caixa de Notícias, Brasília, p.1-1, 06 jun. 2014.
_____. Projetos reconhecidos. 2015. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/ produtos - servicos / selo - casa - azul/ Paginas/default.aspx](http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx)>. Acesso em: 28 jul. 2015.
_____. Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo: Páginas & Letras, 2010. 204 p.
3. SECRETARIA DO SISTEMA SOCIAL E HABITAÇÃO - SSSH. Prefeitura Municipal de Criciúma. Habitação: Programas Habitacionais. Criciúma, 2012.

REDESIGN DE SHAPE DE LONGBOARD E SKATEBOARD USANDO PAPELÃO COMO SUA MATÉRIA PRIMA

Rafael Dantas de Souza, Designer (UFSC); Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. Eng. (UFSC).

1. INTRODUÇÃO

Este projeto mostra a aplicação de uma nova matéria prima para a fabricação de pranchas de skateboard e longboard, tendo como material principal o papelão ou derivados, com a intenção de baixar os custos de produção do skate, e tornar sua produção mais sustentável. Isso levará a uma maior propagação do uso do skate. Os principais critérios adotados, por se tratar de um produto voltado para a prática do esporte, foram: formas específicas, material leve, resistente e durável.

2. Desenvolvimento

Utilizando-se metodologias de projeto, com ênfase forte no ciclo de vida do produto, realizaram-se vários testes de materiais e processos durante o desenvolvimento.

2.2 Preparação das Lâminas

A lâmina de papelão formou o shape Pé Grande foi dimensionada em 80 cm x 24 cm. Devido à particularidade de cada papelão, estes tiveram de ser preparados de forma diferenciada. O papelão ondulado foi cortado em dois modos diferentes a fim de testar suas propriedades; em um ele foi cortado no sentido paralelo as ondas e no outro foi cortado no sentido perpendicular. No caso do papelão couro, paraná e vellumoid foram cortados da mesma maneiras

2.2. Colagem das Lâminas

Neste ponto do processo, com as lâminas já estão cortadas e separadas, foi aplicado cola em cada folha de papelão, utilizando-se espátula, pincel e rolo de espuma. Foram testadas dois tipos de cola: adesivo universal (cola de sapaiteiro) e adesivo a base de resina epóxi. Após a aplicação da cola as camadas de papelão foram empilhadas e prensadas.

2.3 Prensagem

Foram usados dois shapes já prontos para o molde, e a prensagem foi feita por compressão utilizando

Figura 1: Processo de construção do skate.



Fonte: Autores.

sargentos para comprimir nas bordas, e também, também utilizou-se um sistema de sanduíche de chapa de aço para comprimir no meio.

2.4 Corte furação e Acabamento do Shape

Após a cura do shape na prensa (24 horas), ele foi retirado da prensa e cortado no formato final. Para garantir que o formato final fosse respeitado foi utilizado um gabarito. Em seguida foi furado, usando-se novo gabarito, e por fim, acabamento final, com aplicação de duas camadas de selante, três camadas de verniz e pintura ou não.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um produto como o skate traz agregado em si muitas exigências. Os aspectos formais do shape e também os aspectos físicos, demandam que ele seja resistente, flexível, leve, e que responda com precisão ao manejo dos usuários. Como foi delimitado no início do projeto, os estudos realizados não abrangem toda esta complexidade exigida pelo produto. Considerando tudo o que foi estudado e experimentado neste projeto, pode ser concluído que o papelão pode ser um material viável para a produção do shape de skate, porém muitos estudos ainda precisam ser realizados para que isso seja algo concreto. Neste projeto realizou teste preliminar do material, estudo do melhor tipo e uso do adesivo, diferentes métodos de prensagem, disposição diferentes das malhas do papelão ondulado, combinações diferentes entre materiais, papelão couro e papelão vellumoid, papelão couro e papelão paraná, números de camadas diferentes. Testes de resistência assistido por software e com usuário final foram realizados durante e após do término do projeto. Visto o que foi proposto por este projeto podemos concluir que foi bem sucedido, porém mais estudos se mostram necessários.

REFERÊNCIAS

1. ASHBY, Michael & Johnson, kara. **Materiais e design: arte e ciência na seleção de materiais no design de produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
2. BHAMRA, Tracy & Lofthouse, Vicky. **Design for sustainability: a practical approach**. Hampshire: Gowerpublishing, 2007..2011.

DESENVOLVIMENTO E COMUNICAÇÃO DE UM PRODUTO DE MODA INSPIRADO NA MARCA LANÇA PERFUME

Aline Becker, graduanda em Design de Moda (ASSEVIM);

Michela Cristiane França Goulart, Mestra em Design (UFSC).

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos produtos é uma tarefa essencial para a competitividade na indústria. No entanto, conforme afirma Guidi (2005), o consumidor compra a marca que deve revelar as experiências simbólicas e experimentais dos produtos. Guidi (2005) afirma que as características, qualidades e benefícios dos produtos são comuns, sendo que o consumidor busca a diferenciação por meio da comunicação que estimulem suas percepções. Sendo assim, o estudo apresenta o desenvolvimento de um produto de moda aliado a sua comunicação tendo como inspiração a marca Lança Perfume. O estudo foi desenvolvido durante o período acadêmico de julho a dezembro de 2015 como proposta de Trabalho de Conclusão do Curso Design de Moda. Os métodos de pesquisa fundamentam-se em princípios qualitativos, com objetivo exploratório, por meio de uma pesquisa bibliográfica GIL (2010).

2. PRODUTO E COMUNICAÇÃO DE MODA

Tavares (1998) define marca como design, símbolo, termo que tem a função de identificar os benefícios associados a bens e serviços, aumentando o valor por meio da diferenciação. Analisando-se as marcas femininas fashion que agregassem identidade e valor aos produtos por meio da comunicação selecionou-se a marca Lança Perfume. A marca tem como público-alvo mulheres com idade entre 19 a 29 anos, personalidade marcante e ousada, alto poder aquisitivo e que vivem o luxo da moda em todos os momentos do dia-a-dia (LA MODA, 2016). Baseando-se no conceito da Lança Perfume foi proposto o desenvolvimento de um macacão flare como peça principal da coleção de inverno. Buscando realçar o ideal da mulher Lança Perfume

o macacão reforça o conceito da marca e a temática estabelecida para o lançamento por meio da modelagem, caimento, tecido e pedrarias. “Por onde eu ando”, temática inspiradora para o lançamento do produto, realça as lindas ruas urbanas e o brilho das luzes de Paris (Figura 01).

Figura 1: Inspiração, temática e macacão



Fonte: Autores. (2015)

Para a comunicação do produto foram pensadas ações e a principal estratégia de comunicação trata-se de uma embalagem reutilizável do produto que visa fixar a marca e aumentar o vínculo com o consumidor que ao utilizá-la estará comunicando o produto. A embalagem trará o aspecto de uma bolsa feminina, com tecido de sarja, o mesmo utilizado para a fabricação do macacão (evitando desperdício de matéria-prima). Terá o efeito degradê preto com branco e aplicações de pedrarias no logotipo exposto na frente da bolsa (Figura 02).

Figura 1: Inspiração, temática e macacão



Fonte: Autores. (2015)

Como resultados, apresenta-se o desenvolvimento de um produto de moda e como estratégia de comunicação do lançamento do produto o desenvolvimento de uma embalagem reutilizável.

3. REFERÊNCIAS

1. GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 183 p.
2. GUIDI, Maria Carolina Pontes. **Marca, identidade e comunicação na moda**. Antenna Web, São Paulo, n. 1, p.1-6, Jan/2005. Disponível em: < http://www.antennaweb.com.br/antenna/edicao1/artigos/artigo_carolina.htm>. > Acesso em: 07 out. 2015.
3. LA MODA (Santa Catarina). Lança perfume: Fashion Films. Disponível em:<<http://www.lamoda.com.br/marcas/lanca-perfume/>>. Acesso em: 04 fev. 2016.
4. TAVARES, Mauro Calixta. **Gestão estratégica**. São Paulo: Atlas, 2000. 398p.

Realização:



CCE -Centro de Comunicação e Expressão
CTC -Centro Tecnológico
Curso de Arquitetura e Urbanismo
Curso de Engenharia Civil
Curso de Design

patrocínio:



apoio:

