



Gestão de Projetos Sustentáveis

Franciele Braga Machado Tullio
Leonardo Tullio
(Organizadores)



Atena
Editora

Ano 2018

Franciele Braga Machado Tullio

Leonardo Tullio

(Organizadores)

Gestão de Projetos Sustentáveis

Atena Editora

2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de projetos sustentáveis [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Gestão de Projetos Sustentáveis; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-71-0

DOI 10.22533/at.ed.710183110

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Gestão ambiental. 3. Meio ambiente. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Tullio, Leonardo. III. Série.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “ Gestão de Projetos Sustentáveis” aborda em seu primeiro volume 22 capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas voltadas a sustentabilidade com ênfase no desenvolvimento de tecnologias aplicadas nos mais diversos tipos de projetos voltados às áreas de arquitetura, urbanismo e construção civil.

Sustentabilidade é um tema muito abordado atualmente, pois recursos naturais estão sendo utilizados em grandes proporções, o que pode fazer com que haja o seu esgotamento causando grandes consequências a sociedade.

Recursos naturais renováveis e não-renováveis são utilizados em grande quantidade na construção civil e na arquitetura tais como água, madeira, pedras, areia, argila, o que acarreta vários impactos ambientais, podendo trazer até a escassez dos mesmos. Para tanto, se faz necessário o desenvolvimento pesquisas que visem a redução da utilização desses recursos.

Mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades; a busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis; uma boa gestão dos recursos; redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir perdas e especificações que permitam a reutilização de materiais; são ações que podem auxiliar na execução de projetos visando a preservação do meio ambiente e promover a sustentabilidade.

Diante do exposto, esperamos que esta obra contribua com conhecimento técnico de qualidade para que o leitor possa utilizar como subsídio na execução dos mais diversos projetos sustentáveis..

Franciele Braga Machado Tullio

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	8
A MARCHETARIA COMO ALTERNATIVA DE REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA	
<i>Ardalla Ziembowicz Vieira</i> <i>Danieli Maehler Neжелiski</i>	
CAPÍTULO 2	19
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL COM MISTURA SOLO, PARA REFORÇO DE BASE, SUB-BASE E SUBLEITO EM RODOVIA VICINAL	
<i>Thiago Taborda da Chaga</i> <i>Douglas Alan da Rocha Barbosa</i> <i>Fábio Augusto Henkes Huppés</i> <i>Ederson Rafael Rogoski</i> <i>Leonardo Giardel Pазze</i> <i>André Luiz Bock</i>	
CAPÍTULO 3	30
APLICAÇÃO DE ALGUNS CONCEITOS DO LEAN CONSTRUCTION A CANTEIROS	
<i>Brendow Pena de Mattos Souto</i> <i>Paula Fernanda Scovino de Castro Ramos Gitahy</i> <i>Gabriel Bravo do Carmo Haag</i> <i>Isadora Marins Ribeiro</i>	
CAPÍTULO 4	42
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FOTOVOLTAICO EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE SÃO LUÍS – MA	
<i>Márcio José Melo Santos</i> <i>Fernando Célio Monte Freire Filho</i> <i>Aruani Leticia da Silva Tomoto</i>	
CAPÍTULO 5	49
CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO DE COLETOR SOLAR PARABÓLICO DE BAIXO CUSTO	
<i>Mauro Alves das Neves Filho</i>	
CAPÍTULO 6	62
CONSUMO FAST-FASHION: IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA PRODUÇÃO DO ALGODÃO	
<i>Bruna Ramos da Silva</i> <i>Patricia Deporte de Andrade</i>	
CAPÍTULO 7	74
DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: REFAZ – MOBILIÁRIOS SUSTENTÁVEIS	
<i>Laura Caroline Machado da Silva</i> <i>Karine de Mello Freire</i>	
CAPÍTULO 8	88
ENRIQUECIMENTO DO TIJOLO SOLO-CIMENTO COM ÓLEOS MINERAIS E VEGETAIS DESCARTADOS	
<i>Francisco Welison de Queiroz</i> <i>Lucas Almeida de Queiroga</i> <i>Gastão Coelho de Aquino Filho</i>	
CAPÍTULO 9	96
ESTUDO DO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL DE TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA ATENDER A CIDADE DE IJUÍ	
<i>Leonardo Brizolla de Mello</i> <i>Lucas Rotili Buske</i>	

*Rafael Pereira Nadalin
Bibiana dos Santos Amaral
Joice Viviane de Oliveira*

CAPÍTULO 10 **106**

LAJE MISTA DE BAMBU-CONCRETO LEVE: ESTUDO TEÓRICO E EXPERIMENTAL

*Caio Cesar Veloso Acosta
Gilberto Carbonari*

CAPÍTULO 11 **119**

NANOMATERIAIS NA REABILITAÇÃO DE PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO

Carlos Manuel Franco

CAPÍTULO 12 **135**

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE TRIAGEM E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS EM COOPERATIVA NO MUNICÍPIO DE SOROCABA (SP)

*Débora Hidalgo Espinetti Rocco
Renan Angrizani de Oliveira
Vanessa Cezar Simonetti
Darllan Collins da Cunha e Silva*

CAPÍTULO 13 **147**

PERSPECTIVA DA MODA E SUSTENTABILIDADE: ESTUDO DE CASOS

*Régis Puppim
Danielle Paganini Beduschi*

CAPÍTULO 14 **164**

PROJETO RESIDENCIAL SUSTENTÁVEL FEITO COM A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND POR CINZAS DE CASCA DE PINUS CARIBAEA CARIBAEA

*Letícia de Souza Santos
Ariadine Fernandes Collpy Bruno*

CAPÍTULO 15 **175**

RELEITURA DAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: A APLICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NESTE CENÁRIO

*Daniel Henrique da Silva Torres
Eduarda Carolina Viegas Rodríguez
Maria Clara Catão Barbosa
Ronald Eluann Fidelis Araújo
Sammea Ribeiro Granja Damasceno Costa*

CAPÍTULO 16 **186**

RELEVÂNCIA DO TEMA SUSTENTABILIDADE ENTRE OS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO DE BACHARELADO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - UFSC

*Gabrielli Ciasca Veloso
Jandir Bassani
Andréa Cristina Trierweiller
Paulo César Leite Esteves
Solange Maria da Silva*

CAPÍTULO 17 **196**

RESILIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Cláudio Cesar Zimmermann
Gabriel Dibe Andrade
Leticia Dalpaz
Leticia Silveira Moy
Lucas Paloschi*

Pietro da Rocha Macalossi
Wellington Longuini Repette

CAPÍTULO 18	207
REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS PARA DESENVOLVIMENTO DE TRABALHOS NAS DISCIPLINAS DE PLÁSTICA <i>Suemmy Rocha Albuquerque Ramos</i>	
CAPÍTULO 19	219
SINERGIA ENTRE AS FERRAMENTAS DE CRIATIVIDADE UTILIZADAS NAS ETAPAS INICIAIS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS <i>Andressa de Paula Suiti</i> <i>Renato Vizioli</i> <i>Paulo Carlos Kaminski</i>	
CAPÍTULO 20	230
SUSTENTABILIDADE APLICADA NA CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO DE AMBIENTES E SEUS MOBILIÁRIOS <i>Ana Lúcia Keiko Nishida</i> <i>Dameres Luiza Silveira de Carvalho</i>	
CAPÍTULO 21	243
DESIGN PARA SUSTENTABILIDADE: REALIDADES E POSSIBILIDADES EM DIREÇÃO À UMA TEORIA TRANSDISCIPLINAR <i>Lucas Farinelli Pantaleão</i> <i>Mônica Moura</i> <i>Olympio José Pinheiro</i>	
CAPÍTULO 22	255
EDIFÍCIO SEDE DA FUNDAÇÃO RIOZOO: UM OLHAR SOBRE A QUALIDADE DO PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO <i>Isabel Cristina Ferreira Ribeiro</i> <i>Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos</i>	
SOBRE OS ORGANIZADORES	267

A MARCHETARIA COMO ALTERNATIVA DE REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA

Ardalla Ziembowicz Vieira

Mestre em Design - Uniritter, docente do Instituto Federal Farroupilha - IFFar
ardalla.vieira@iffarroupilha.edu.br

Danieli Maehler Nejeliski

Mestre em Design - UFRGS, docente do Instituto Federal Sul-rio-grandense - IFSul
danielinejeliski@gmail.com

RESUMO: A indústria moveleira gera resíduos sólidos ao longo de todas as etapas de produção. São retalhos de madeira, MDF e lâminas de madeira, em geral, pequenos demais para serem reutilizados na produção de móveis. Entretanto, podem ser aproveitados na confecção de componentes modulares, peças padronizadas com dimensões reduzidas que podem ser combinadas para formar produtos maiores. A marchetaria é uma técnica de revestimento de superfícies que combina lâminas de madeira de diferentes espécies, enaltecendo o material pelo contraste de cores, texturas e padrões. Com o objetivo de reaproveitar os resíduos produzidos pelo Laboratório de Móveis do IFFar, Campus Santa Rosa, bem como de indústrias moveleiras da região, foram produzidos módulos de marchetaria, posteriormente aplicados na composição de peças de mobiliário. O projeto de pesquisa foi desenvolvido com alunos do segundo e do terceiro ano do Curso Técnico

em Móveis Integrado, ao longo das disciplinas de Processo de Fabricação II e III. O projeto se deu em dois momentos: projeto e produção. Na etapa de projeto foram definidos o tamanho do módulo, os padrões de marchetaria e os móveis nos quais seriam aplicados, também foram feitas as especificações técnicas de projeto. Na segunda etapa foram produzidos os módulos e os protótipos dos móveis.

PALAVRAS-CHAVE: Marchetaria; Reutilização; Design de móveis

ABSTRACT: Furniture industry generates solid waste throughout all stages of production. They are wood flaps, MDF) and wood veneers, in general, too small to be reused in the production of furniture. However, they can be used in the manufacture of modular components, standardized parts with reduced dimensions that can be combined to form larger products. Marquetry is a surface coating technique that combines wood veneers of different species, enhancing the material by contrasting colors, textures and patterns. In order to reuse the residues produced by the IFFar Furniture Laboratory, Campus Santa Rosa, as well as the furniture industries of the region, marquetry modules were produced, later applied in the composition of pieces of furniture. Research project was developed with students of the second and third year of the Technical Course

in Integrated Furniture, throughout the disciplines of Process of Manufacturing II and III. Project took place in two phases: design and production. In the design stage the size of the module, marquetry patterns and furniture in which they were to be applied were defined, technical design specifications were also made. In the second stage the furniture modules and prototypes were produced.

KEYWORDS: Marquetry; Reuse; Furniture design

1 | INTRODUÇÃO

A marchetaria é uma técnica de revestimento de superfícies de móveis e elementos decorativos que combina lâminas de madeira de diferentes espécies, enaltecendo o material pelo contraste de cores e texturas revelados em padrões diversos (RASEIRA, 2013). Outros materiais de uso secundário podem ser associados às lâminas de madeira, como metais (estanho e cobre), materiais gemológicos (quartzo, topázio e coríndon), marfim, chifres e casco de tartaruga (GIBERT, LÓPEZ e ORDOÑEZ, 2000).

A palavra marchetaria tem origem no termo francês *marqueter*, que significa embutir ou incrustar. No princípio, esta milenar técnica de ornamentação tinha como procedimento inicial a realização de rebaixos nas superfícies dos móveis, posteriormente preenchidos com outras espécies de madeira, criando os desenhos. Ao longo do século XIX, a técnica original decaiu, substituída por outra que permitia aplicar painéis marchetados finalizados sobre as superfícies. Desde então, as composições passaram a ser inteiramente coladas e prensadas no mobiliário (RAMOND, 2000).

Atualmente, o processo associa diferentes lâminas de madeira num mesmo plano, gerando uma superfície lisa e de igual espessura, que será posteriormente colada a um móvel ou elemento decorativo. A espessura destas lâminas varia entre 0,1 mm e 5 mm, dependendo do processo de produção empregado. O ofício da marchetaria é, hoje em dia, realizado por um número pequeno de artesãos, pois se trata de um processo essencialmente manual e minucioso (GIBERT, LÓPEZ e ORDOÑEZ, 2000).

Ao tomar o uso da marchetaria como uma alternativa de reutilização de resíduos, se vai ao encontro do conceito de ecodesign, cuja abordagem denota a redução dos impactos de um produto, conservando sua qualidade de uso, funcionalidade e desempenho para melhorar a qualidade de vida dos usuários (KAZAZIAN, 2005, p. 36). Assim, os aspectos ambientais são tratados com o mesmo status que a funcionalidade, durabilidade, custos, estética, ergonomia e qualidade (PIGOSSO et al., 2010). São estratégias para integrar os requisitos ambientais no design: minimizar o uso de recursos e de energia, selecionar materiais, processos e fontes energéticas de maior compatibilidade, repensar o produto e suas funções otimizando a sua vida útil, estender a vida dos materiais, considerando a sua reutilização (KRUCKEN, 2009).

A reutilização é a segunda vida de um produto ou resíduo, muitas vezes lhe dando outro uso, papel, significado e até aparência, ou ainda, como definida por Fuad-

Luke (2004), o uso do material sem que seu estado original seja alterado. Reutilizar é uma forma de evitar que seja descartado aquilo que ainda pode ser utilizado. Para Gomes (2011, p. 2), “a reutilização com a reaplicação em novas funções tem também uma dimensão importante ligada à inovação e à apropriação, em que elementos com a criatividade, o simbolismo e as características estéticas são aproveitados para acrescentar valor aos produtos”.

De acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004), resíduos sólidos são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes das cadeias de produção e consumo humano que, por limitações tecnológicas ou de mercado, não apresentam valor de uso ou econômico. O conceito de rejeito abarca os resíduos sólidos que, depois de esgotadas as chances de tratamento e recuperação por meio das tecnologias disponíveis e considerando a viabilidade econômica, não oferecem outra possibilidade que não o seu descarte final, que quando manejados de maneira imprópria, podem causar impactos negativos ao ambiente.

Em consonância com este mote, os resíduos gerados pelo setor moveleiro, de processamento secundário e terciário, como a indústria de móveis e da construção civil, a quantidade de resíduos produzida é bastante variável, de acordo com o tipo de atividade e produto (BRAND et al., 2004). A cadeia produtiva da madeira, as atividades desempenhadas pelas indústrias de transformação primária, principalmente serrarias e laminadoras, são responsáveis pela maior produção dos resíduos, cerca de 80% do total (HILLIG, SCHNEIDER e PAVONI, 2009). O resíduo madeireiro é classificado como de origem industrial, sólido e não perigoso, porém não inerte (PEREIRA, CARVALHO e PINTO, 2010).

No entanto, apesar de considerados de baixo nível poluidor, os resíduos madeireiros são considerados uma adversidade por três razões essenciais: para a sua estocagem é necessário espaço; o desperdício de matéria-prima que poderia ser utilizada em outros produtos gera prejuízo financeiro; e a crescente necessidade de matéria-prima ocasiona pressão nas florestas existentes, impactando negativamente o meio ambiente (OLANDOSKI, 2001). Neste contexto, reaproveitar resíduos provenientes da área moveleira, produzindo novos móveis aliados com a investigação e resgate da técnica de marchetaria, mostra-se uma área de atuação interdisciplinar, contribuindo para a construção do conhecimento e consciência sobre ecodesign.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto de pesquisa intitulado “A marchetaria como alternativa de reutilização de resíduos da indústria moveleira” foi desenvolvido ao longo das disciplinas de Processo de Fabricação II e III no ano de 2016, com os alunos do Curso Técnico em Móveis Integrado, do Instituto Federal Farroupilha (IFFar) – Campus Santa Rosa. A primeira etapa, de projeto, foi realizada no laboratório de informática e em sala de aula. Já a

segunda etapa, de produção dos módulos e dos móveis, se deu nas dependências do Laboratório de Móveis.

Os materiais utilizados para a produção dos módulos e dos móveis são resíduos do Laboratório de Móveis da instituição. Para a produção das bases dos módulos foram utilizados rejeitos de *Medium Density Fiberboard* (MDF)¹. Para a produção da estrutura dos móveis foram utilizados resíduos de madeira e MDF (fig. 1A). Já para a confecção dos padrões da marchetaria foram utilizados retalhos de lâminas de madeira (fig. 1B), oriundos das atividades da instituição e de empresas da região que doaram os rejeitos dos processos de produtivos.



Figura 1: Resíduos das atividades do Laboratório de Móveis do IFFar – Campus Santa Rosa: A) resíduos de madeira e MDF; B) rejeitos de lâminas de madeira. Fonte: elaborado pelas autoras.

A etapa de projeto se deu em dois momentos: projeto dos padrões de marchetaria e projeto dos móveis nos quais seriam aplicados. Para o primeiro, o projeto foi orientado pelos requisitos de dimensões do módulo (20 cm x 20 cm) e de desenho da marchetaria, que deveria ser formado por peças geométricas repetidas, para facilitar o processo produtivo. Assim, com base em pesquisa de referências na internet, cada aluno criou e especificou o padrão do seu módulo.

Com relação ao projeto dos móveis, foi utilizada uma metodologia de projeto da área de design de produtos. Para melhor conduzir o projeto, a metodologia usada foi a proposta por Löbach (2001), que é dividida em quatro etapas distintas: análise do problema, geração de alternativas, avaliação das alternativas e realização da solução do problema. Inicialmente, foi definido o problema: como aplicar os módulos de marchetaria no design de móveis? Com o problema definido, foi feita a coleta de informações. Nesta fase, foram reunidas informações de produtos similares, ideias de móveis que possam ser produzidos a partir dos módulos e especificações de produção. Assim, finalizando a primeira etapa da metodologia, foram definidos os requisitos de projeto.

Na segunda etapa da metodologia teve início a geração de alternativas, através do esboço à mão livre das ideias de produtos. Na sequência, a etapa da avaliação

¹ *Medium Density Fiberboard* (MDF) – Painel de fibra de madeira de densidade média.

das alternativas geradas, constando como requisitos para a seleção das propostas a viabilidade e facilidade de produção. A última fase foi a de realização da solução do problema, através do detalhamento técnico e da produção. Para o detalhamento, foi feita a modelagem tridimensional e o desenho técnico das propostas escolhidas. Com as especificações em mãos, as informações foram passadas para o laboratorista, que auxiliou os alunos a planejar a produção dos módulos e dos móveis.

A etapa de produção se deu em três momentos: produção da marchetaria, dos módulos e do mobiliário. A confecção da marchetaria tem início com a escolha das cores de lâminas de madeira que serão utilizadas. No caso do projeto, poderiam ser utilizadas duas ou três cores contrastantes. Na sequência, é colada fita crepe no sentido das fibras da madeira, no lado da lâmina que ficará visível na marchetaria. Os desenhos das peças que formarão o padrão são feitos sob a fita crepe e as peças são cortadas, cuidadosamente, com um estilete. As peças são organizadas conforme o padrão e o tamanho do módulo, e são unidas com pequenos pedaços de fita crepe. Na sequência, é passada cola de contato na superfície do módulo e na face da marchetaria que está sem fita crepe e ambas são unidas. Após a cura da cola, é removida a fita crepe, as lâminas de madeira da marchetaria são lixadas até que fiquem uniformes e o selador é aplicado para dar acabamento.

A produção dos módulos que servem como suporte para a marchetaria foi feita a partir de resíduos de MDF de 15 mm de espessura. A superfície dos módulos tem dimensões de 20 cm x 20 cm, e encaixes nas laterais, que permitem a união das peças. Já a produção dos móveis teve início com o corte das peças de madeira e MDF, realizado na serra esquadrejadeira. Na sequência as peças foram lixadas, furadas e montadas, sempre com auxílio da parafusadeira. Após a montagem, foi feito o acabamento, que pode ser a pintura ou apenas o selador, utilizado na madeira para realçar suas características naturais. Após, o produto ainda será avaliado para a sugestão de possíveis melhorias em todos os aspectos. Evidencia-se ainda, que os protótipos desenvolvidos são móveis de pequeno porte, como mesas laterais e criados-mudos, em virtude do reaproveitamento de materiais disponíveis.

3 | RESULTADOS

No projeto dos padrões de marchetaria, após a pesquisa de referências e a geração de alternativas, foi realizado o detalhamento técnico. Os desenhos foram modelados em um *software* de modelagem tridimensional, onde foi feito o desenho técnico e imagens fotorrealistas das peças, com simulação dos materiais escolhidos. A figura 2 mostra exemplos das imagens geradas de alguns dos padrões desenvolvidos pelos alunos.



Figura 2: Exemplos de padrões de marchetaria criados pelos alunos. Fonte: elaborado pelas autoras.

Para o projeto dos módulos que servem de base para a aplicação da marchetaria, foi definido que a superfície teria as dimensões de 20 cm x 20 cm, visando o melhor aproveitamento de resíduos com pequenas dimensões, bem como a união de vários módulos para a composição de peças de mobiliário. Os módulos possuem o encaixe conhecido como “lambri”, um tipo de encaixe macho-fêmea muito utilizado para unir peças de pisos laminados. A figura 3 mostra as especificações técnicas dos módulos.

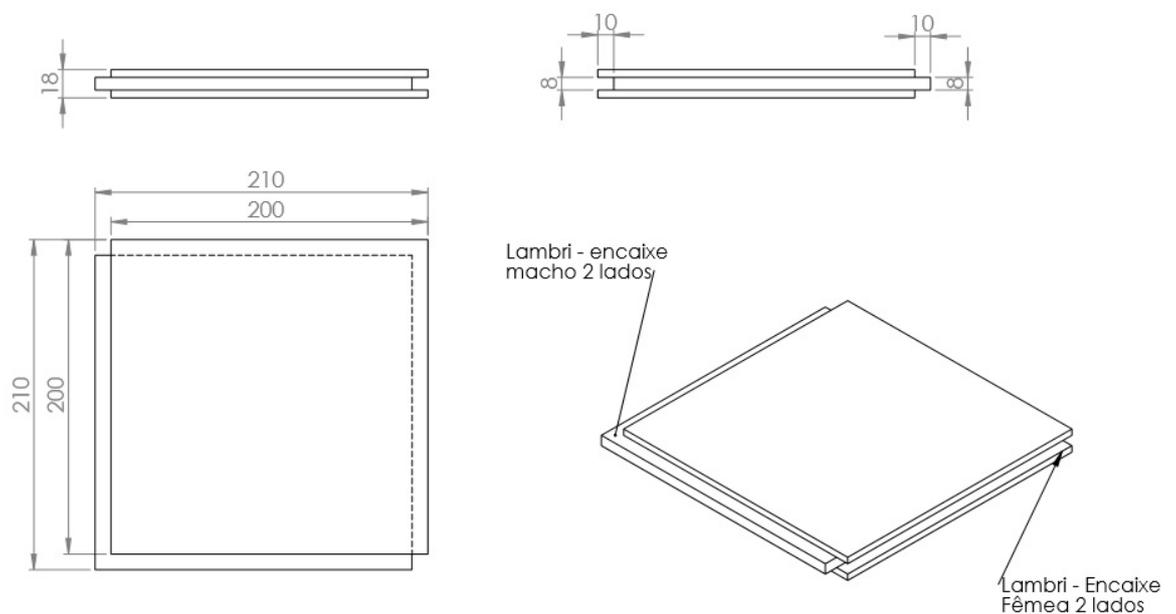


Figura 3: Desenho técnico dos módulos, com especificações em mm. Fonte: elaborado pelas autoras.

O projeto dos móveis foi desenvolvido em grupos de quatro integrantes. Nesta etapa, o principal requisito era a utilização dos módulos de marchetaria como principal referência estética do mobiliário. Para tanto, os módulos poderiam ser utilizados para

compor portas, frentes de gavetas, tampos de mesas, assentos de bancos e cadeiras, entre outros. Assim, foram desenvolvidos projetos de mesa de centro, *buffet*, aparador, mesa para café da manhã, criado-mudo, móvel de apoio e mesa de apoio.

A figura 4 ilustra as especificações técnicas de um dos projetos desenvolvidos. Trata-se de um móvel de apoio, composto por um nicho na parte superior e uma gaveta na parte inferior. No nicho, a marchetaria foi aplicada no fundo. Na gaveta, está aplicada na frente da mesma. O móvel tem 110 cm de altura, 53,6 cm de largura e 30 cm de profundidade. Pode ser utilizado em diferentes cômodos, como sala de estar, escritórios ou dormitórios, de acordo com a necessidade do usuário.

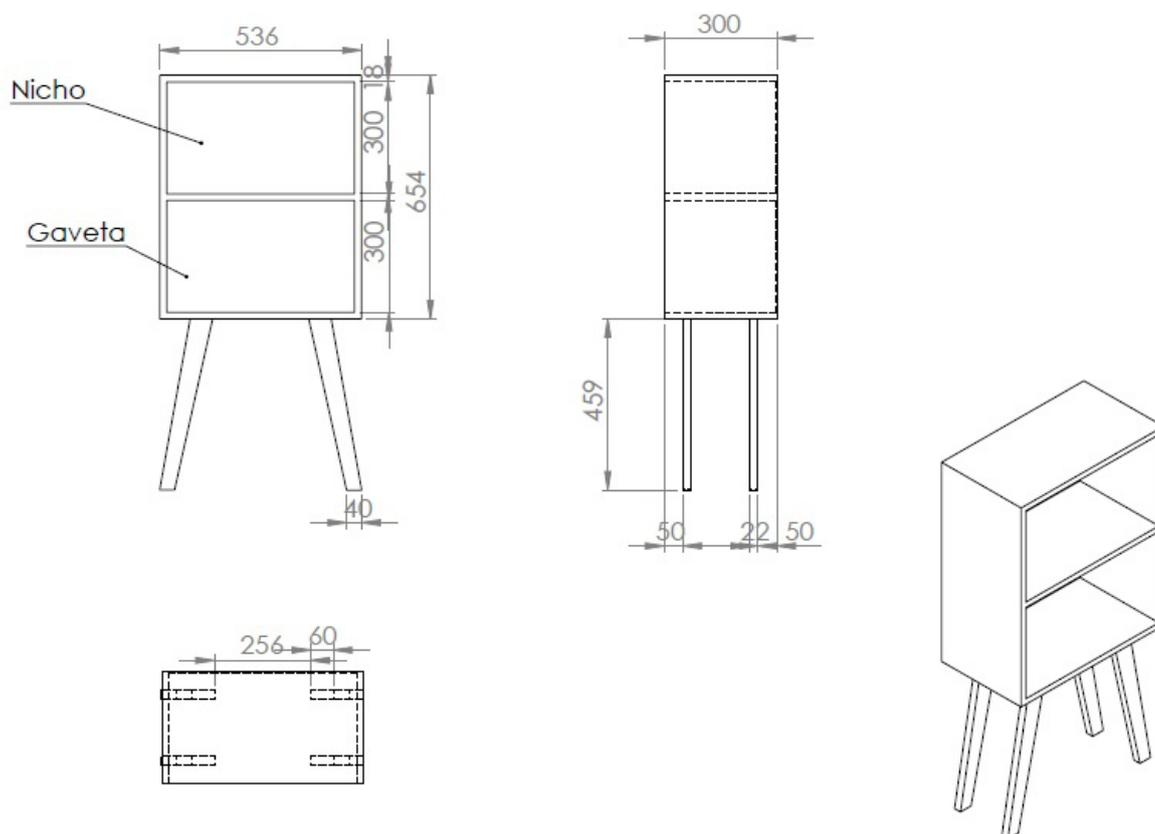


Figura 4: Desenho técnico do móvel de apoio desenvolvido, com as especificações em mm.

Fonte: elaborado pelas autoras.

A produção teve início pelos módulos, confeccionados com resíduos de MDF. O processo de produção dos mesmos é muito simples, tem apenas dois estágios: o corte das peças na esquadrejadeira e a usinagem dos encaixes na tupa. Na sequência foram produzidos os padrões da marchetaria. Cada aluno produziu o seu. O resultado da produção dos módulos com aplicação da marchetaria pode ser observado na figura 5.



Figura 5: Módulos finalizados, com aplicação da marchetaria: A) Detalhe do encaixe “lambri”; B) Exemplos de padrões confeccionados.

Fonte: elaborado pelas autoras.

Para a produção dos móveis, foram selecionados os projetos mais viáveis de serem produzidos com a infraestrutura disponível. O primeiro produzido foi o móvel de apoio (fig. 6). Inicialmente foram montadas a frente da gaveta e o fundo, cada um composto por dois módulos de marchetaria. Para dar acabamento nos encaixes dos módulos, foi utilizada uma moldura de madeira de 5 cm de largura (fig. 6A). A seguir, foram produzidas a caixa do móvel e a caixa da gaveta (fig. 6B), ambas em MDF. Após a montagem das mesmas, foi realizado o processo de pintura, com tinta poliuretana na cor branca. Os pés do móvel foram produzidos em madeira, e receberam acabamento de selador incolor. Por fim, foi realizada a montagem, fixando o fundo na caixa, a frente no corpo da gaveta, e os pés na parte inferior da caixa.



Figura 6: Móvel de apoio finalizado: A) com a gaveta fechada, detalhe da moldura de madeira que dá acabamento aos encaixes dos módulos; B) com a gaveta aberta.

Fonte: elaborado pelas autoras.

Outro móvel produzido foram as mesas laterais (Fig. 7). Os módulos de marchetaria foram utilizados para formar o tampo da mesa, composto por quatro módulos. O projeto valoriza o trabalho da marchetaria, pois é praticamente formado por ele. A estrutura da mesa é simplificada, confeccionada em madeira, e tem como objetivo valorizar a estética do tampo. O móvel tem 40 cm de largura, 40 cm de profundidade e 45 cm de altura.



Figura 7: Mesas de apoio com tampo formado por módulos de marchetaria.

Fonte: elaborado pelas autoras.

A marchetaria é uma técnica que possibilita o trabalho interdisciplinar e envolve habilidades distintas. O desenho e o projeto dos padrões envolvem conhecimentos de geometria descritiva, aplicados na prática. Já na etapa de produção os alunos trabalham com a motricidade fina e habilidades manuais, atividades que não têm muito espaço ao longo do ensino médio, mas que são fundamentais para formação de um técnico. Neste projeto, os alunos tiveram a oportunidade de acompanhar e atuar em todas as etapas, desde a concepção até a produção dos protótipos. Ao final, os produtos resultantes mostram que é possível utilizar resíduos para produzir marchetaria e móveis com estética qualificada, viáveis de serem produzidos e com qualidade para serem comercializados.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um primeiro momento, destaca-se o envolvimento dos alunos em todas as etapas de pesquisa e desenvolvimento de produtos. Este aspecto é relevante pois trata-se de estudantes do nível médio técnico, por isso o contato com a pesquisa e a prática é importante. Com a implementação da técnica da marchetaria, obteve-se

êxito na reutilização dos resíduos produzidos pelo Laboratório de Móveis do Campus Santa Rosa, bem como de indústrias moveleiras da região. O projeto beneficiou a instituição, pois se deu encaminhamento adequado aos resíduos e ainda serviu para expor à comunidade o trabalho desenvolvido pelos estudantes, valorizando o ensino e a pesquisa, a relação entre pesquisa e a prática.

No ecodesign, iniciativas de reutilização de materiais considerados resíduos na concepção de novos produtos é extremamente importante. Cabe ressaltar que a reciclagem da madeira e de seus derivados, como o MDF, é um processo incipiente e com logística onerosa no país. A reutilização de materiais simplifica toda a produção, pois otimiza etapas. O processo inicial de extração e preparo da matéria-prima, que muitas vezes é o mais agressivo ao meio ambiente, não é necessário. Ainda, as etapas de acabamento são simplificadas ou desnecessárias quando se reutiliza um material.

Por fim, cabe ressaltar que as propostas descritas no trabalho são apenas duas possibilidades de aplicação de módulos de marchetaria no design de móveis. Os produtos resultantes demonstram que é possível desenvolver propostas a partir da reutilização de materiais com design contemporâneo, produção otimizada, passíveis de serem comercializadas a um preço acessível. É importante desmistificar a percepção generalizada de que um objeto reutilizado é degradado, de menor valor e pouco higiênico. Isso acontece em função da dificuldade de desassociar o sentimento negativo que existe em relação aos resíduos. O objetivo final desta pesquisa é demonstrar a viabilidade de propostas de produtos com maior valor agregado produzidos a partir de resíduos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004: Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 1997.

BRAND, M. A.; KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B. De; SILVA, D. A. da. Avaliação do processo produtivo de uma indústria de manufatura de painéis por meio do balanço de material e do rendimento da matéria-prima. Revista *Árvore*, Viçosa – MG, v. 28, n. 4, p. 553-562, 2004.

FUAD-LUKE, Alastair. *The eco-design handbook: a complete sourcebook for the home and office*. London: Thames & Hudson, 2004.

GIBERT, V.; LÓPEZ, J.; ORDOÑEZ, J. *Embutidos*. Lisboa: Editorial Estampa, 2000.

GOMES, Daniel D.T. de C. *O r em Design: a reutilização aplicada ao design*. 2011, 104 p. Dissertação de Mestrado em Design Industrial. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portugal, 2011.

HILLIG, E.; SCHNEIDER, V. E.; PAVONI, E. T. Geração de resíduos de madeira e derivados da indústria moveleira em função das variáveis de produção. *Produção*, v. 19, n. 2, p. 292-303, maio/agosto 2009.

KAZAZIAN, Thierry (org.). *Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável*. 2 ed. São Paulo: Senac, 2005.

KRUCKEN, Lia. *Design e território: valorização de identidades e produtos locais*. São Paulo: Studio

Nobel, 2009.

LÖBACH, Bernd. Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

OLANDOSKI, D. P. Rendimento, resíduos e considerações sobre a melhoria no processo em indústrias de chapas compensadas. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba – PR, 2001.

PEREIRA, A. F.; CARVALHO, L. S. C.; PINTO, A. C. O. Resíduo de madeira: limites e possibilidades de seu uso como matéria-prima alternativa. In: P&D Design 2010 – 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2010. São Paulo – SP, 2010.

PIGOSSO, Daniela C.A.; ZANETTE, Evelyn T.; GUELERE FILHO, Américo; OMETTO, Aldo R.; ROZENFELD, Henrique. Ecodesign methods focused on remanufacturing. In: Journal of Cleaner Production, n. 18, 2010, p. 21-31.

RAMOND, P. Masterpieces of marquetry. From the beginnings to Louis XIV. Volume I, Los Angeles: The J. Paul Getty Museum, 2000.

RASEIRA, Cristine B. Design e Tecnologia aplicados a resíduos de madeira: especificações para o processo de corte a laser em marchetaria. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL COM MISTURA SOLO, PARA REFORÇO DE BASE, SUB-BASE E SUBLEITO EM RODOVIA VICINAL

Thiago Taborda da Chaga

Engenharia Civil, - UNIJUI - Santa Rosa - RS
thiagodachaga@gmail.com

Douglas Alan da Rocha Barbosa

Engenharia Civil, - UNIJUI - Santa Rosa - RS
dodalan@hotmail.com

Fábio Augusto Henkes Huppés

Engenharia Civil, - UNIJUI - Santa Rosa - RS
fabio_huppés@hotmail.com

Ederson Rafael Rogoski

Engenharia Civil, - UNIJUI - Santa Rosa - RS
eder.rogoski95@hotmail.com

Leonardo Giardel Pазze

Engenharia Civil, - UNIJUI - Santa Rosa - RS
leopazze@hotmail.com

André Luiz Bock

Engenharia Civil, - UNIJUI - Santa Rosa - RS
andrebock.eng@gmail.com

RESUMO: A implantação de recursos para rodovias pode acarretar em uma obra econômica, ambientalmente e tecnicamente viável. Para reduzir esses recursos em obras de pavimentação, surge à necessidade do melhoramento das características dos materiais disponíveis e da adaptação dos mesmos com tecnologias sustentáveis. Os Resíduos da Construção Civil são materiais que possuem alto potencial de utilização, e em maior escala

na pavimentação. Dessa forma foi realizado um estudo através de ensaios em laboratório com comparativo técnico e o melhoramento do solo, amostra que foi retirada da Estrada Estadual do Rio Grande do Sul-162 - existente, juntamente com esse resíduo, para isso, é utilizado o ensaio de compactação que determina a resistência do solo melhorado com Solo-brita e com adição de Resíduo de Construção Civil, visto que ao utilizar este material, os estudos tiveram características satisfatórias com a possibilidade de redução na quantidade de recursos naturais utilizados e conseqüentemente nos impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Melhoramento do solo; tecnologias sustentáveis; resíduo da Construção Civil.

ABSTRACT: The deployment of resources for highways can lead to an economically, environmentally and technically feasible work. To reduce these resources in paving works, there is a need to improve the characteristics of the available materials and to adapt them to sustainable technologies. Civil Construction Waste is materials that have a high potential for use, and in a larger scale in paving. Thus, a study was carried out through laboratory tests with technical comparative and the improvement of the soil, sample that was taken from the existing State Road of Rio Grande do Sul-162, along with

this residue. compaction that determines the soil resistance improved with Soilstone and with the addition of Civil Construction Residue, since in using this material, the studies had satisfactory characteristics with the possibility of reduction in the amount of natural resources used and consequently in the environmental impacts.

KEYWORDS: Soil improvement; sustainable technologies; Construction Waste.

1 | INTRODUÇÃO

O crescente ritmo de obras de pequeno, médio e grande porte, reflete na demanda de grande quantidade de recursos, e a obtenção dos mesmos, em muitos casos é realizada de forma demasiada, sem os mínimos conceitos de sustentabilidade. A demanda por rodovias e estradas também segue em um crescimento considerável, consumindo certo volume de recursos. Boa parte dos materiais empregados na construção civil, depois de reciclados, pode ser empregada novamente, inclusive nas estradas não pavimentadas. Da mesma forma que o ser humano gera impactos ambientais tirando proveito dos recursos naturais, ele acaba prejudicando o meio ambiente, depositando resíduos provindos de diversas atividades.

As estradas não pavimentadas representam uma grande importância para a ligação entre as áreas rurais e as pequenas cidades, permitindo o escoamento da produção agrícola e de produtos industrializados, além de acesso a serviços e turismo. Assim, contribuem de forma impactante para o desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida das comunidades beneficiadas por sua existência. Muitas vezes, as estradas estão situadas em locais onde o solo possui baixa capacidade de suporte, o que pode ocasionar deformações superficiais excessivas na camada de aterro e subleito, o que aumenta o período de manutenção. Com isso, cresce a necessidade de empregar novos materiais e técnicas que contribuam para melhorar as condições estruturais das estradas.

Uma estrada não-pavimentada em boas condições deve ter uma faixa de rolamento adequada e suficiente para suportar o tráfego adequado com segurança. É de se esperar também que suporte as cargas das rodas sem que ocorram deformações excessivas antes do final de sua vida útil. Vale salientar que a capacidade de suporte depende das características dos materiais, da superfície e da resistência do solo, sob diferentes condições de teor de umidade (ODA, 1995).

A demanda por técnicas mais sustentáveis e com custos mais acessíveis permeia o âmbito das pavimentações, em estradas não-pavimentadas, esta demanda tem uma maior ocorrência. Neste contexto, como alternativa para melhoramento da capacidade de carga da rodovia não pavimentada do trecho da ERS (Estrada Estadual do Rio Grande do Sul) – 162, que liga os municípios de Santa Rosa entre Guarani das Missões, em que através de amostragem do solo no local será feito ensaios de capacidade de carga e a caracterização dos materiais, aplicando o Resíduo de

Construção Civil. A utilização de estabilização granulométrica pode ser utilizada como reforço de bases, sub-bases e subleito, uma vez que contribui para o aumento de capacidade de suporte da estrada. O Resíduo de Construção Civil neste contexto, visa uma diminuição do agregado natural e conseqüentemente a diminuição dos custos, visando sustentabilidade em rodovias não pavimentadas.

2 | MÉTODOS E MATERIAIS

A construção de pavimento exige não só conhecimento dos materiais empregados nas camadas constituintes do mesmo, mas estudo do solo do local onde a obra será implantada, pois mesmo não sendo utilizado na construção do pavimento, o solo terá grande influência em obras de drenagem, acostamentos, corte e aterro, que de forma inquestionável, sempre será a base dos pavimentos (SENÇO, 2001).

De acordo com Gil (2008), o método científico é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos utilizados para se obter a veracidade dos fatos. O que diferencia o método científico dos demais, é que possui como principal característica a sua verificabilidade. Para que seja considerado conhecimento científico, é necessária a identificação dos passos que levam para a sua verificação, ou seja, determinar o método que possibilitou chegar ao conhecimento.

O método empregado será de pesquisa bibliográfica e ensaios laboratoriais com análise do solo retirado da rodovia não-pavimentada, das misturas Solo-Brita e Solo com adição de agregado de Resíduo de Construção Civil.

3 | PAVIMENTO

BERNUCI et al (2008) definem pavimento como uma estrutura de várias camadas, construída sobre a camada final de terraplenagem que é a regularização de solo, e destinado a resistir aos esforços oriundos do tráfego dos mais variados veículos e a melhorar as condições de rolamento de seus usuários, propiciando ganhos técnicos e econômicos, como mostra a figura 1.

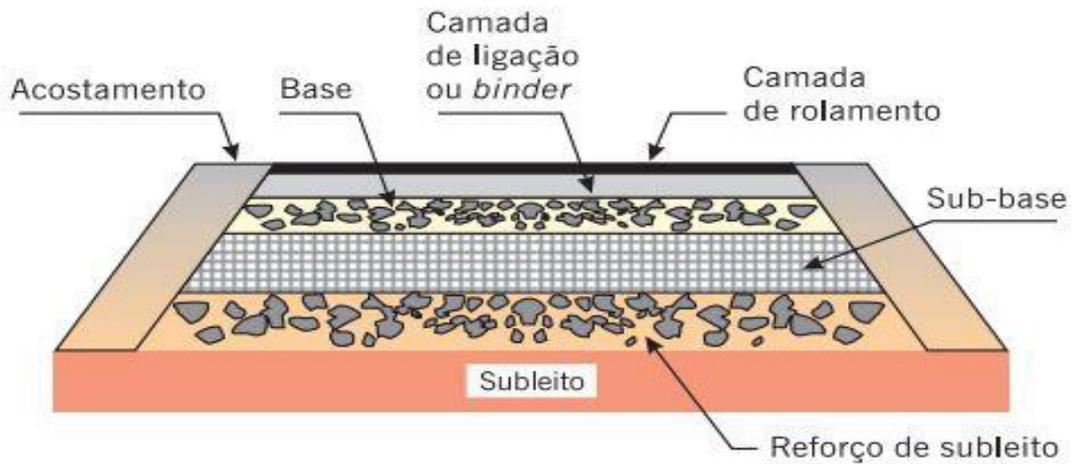


Figura 1: Estrutura do pavimento.

Fonte: BERNUCI,2008.

O Manual de Pavimentação do Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes – DNIT (2006), define o pavimento como sendo constituído pela união de diversas camadas com resistência e deformabilidade distintas, e que trabalham em conjunto para resistir aos esforços impostos pelo tráfego (DNIT, 2006).

Segundo Balbo (2007), é possível dividir o pavimento nas seguintes camadas: revestimento, base, sub-base, reforço de subleito e subleito.

O revestimento, também chamado de camada de rolamento é destinado a receber ações diretas do tráfego, cargas estáticas ou dinâmicas sem sofrer grandes deformações que por consequência comprometam seu desempenho (BALBO, 2007).

A base é a camada do pavimento destinada a resistir aos esforços verticais gerados pelos veículos sobre a camada de revestimento, transmitindo às camadas inferiores do pavimento, de forma uniforme visando à durabilidade do conjunto (SENÇO, 2001).

Segundo Senço (1997), sub-base é a camada complementar à base, quando, por circunstâncias técnicas e econômicas, não for aconselhável construir a base diretamente sobre a regularização ou reforço do subleito. Entretanto, para Balbo (2007), é a camada que recebe cargas da base, pode ser executada utilizando materiais e métodos de construção semelhantes ao da base, sendo que sua denominação é muitas vezes confundida por profissionais da área, tornando-se uma segunda camada de base; é diferenciada pela posição na construção do pavimento, e por sua resistência, que pode ser inferior à da base.

O reforço de subleito pode ser definido como uma camada de solo utilizada para fornecer melhores condições de resistência que o material disponível no local, camada que não necessariamente precisa ser executada, pois as cargas impostas pelo tráfego podem ser distribuídas sobre as camadas superiores (BALBO, 2007). Porém o reforço de subleito vem sendo muito utilizado pelo ganho econômico de proporciona na

construção de pavimentos (BALBO, 2007).

O subleito pode ser definido como terreno de fundação do pavimento é considerado como a camada superior do terreno, pois, à medida que se aprofunda em direção ao maciço, as tensões exercidas sobre o terreno tornam-se praticamente nulas, pode ter superfície irregular em casos de estrada de terra existente, ou características geométricas definitivas, no caso de terraplenagem recente (SENÇO, 2001).

4 | MATERIAIS

A construção de pavimento exige não só conhecimento dos materiais empregados nas camadas constituintes do mesmo, mas estudo do solo do local onde a obra será implantada, pois mesmo não sendo utilizado na construção do pavimento, o solo terá grande influência em obras de drenagem, acostamentos, corte e aterro, que de forma inquestionável, sempre será a base dos pavimentos (SENÇO, 2001).

4.1 Solos

Estudos sobre as características e propriedades dos solos iniciaram-se a partir da necessidade da utilização em grandes movimentações de terra para obras de grande porte, como por exemplo, construções de barragens, edifícios, pavimentação, entre outros (SENÇO, 1997).

Aplicando um conceito que atenderia de forma mais completa a possível características de um solo, diz-se que: “Solo é uma formação natural, de estrutura solta e removível e de espessura variável, resultante da transformação de uma rocha-mãe, pela influência de diversos processos físicos, físico-químicos e biológicos.” (SENÇO, 1997 p. 42).

4.2 Resíduos de Construção civil (RCC) ou Demolição (RCD)

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), 5 de julho de 2002, resolução 307, diz que: “Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha”.

Diversas pesquisas sobre RCD-R estão sendo realizadas por diversas universidades, a maior parte com o uso da deste na confecção de concreto para uso em pavimentação. Mais recentemente está sendo pesquisado este material para aterros e drenagem e também coberturas e reforços.

Nesse contexto, na cidade de Santa Rosa possui uma Central de Triagem e Reciclagem de Resíduos de Construção Civil, na qual proporciona fazer a utilização

deste material com maior facilidade de acesso.

O resíduo da Construção Civil utilizado para a pesquisa é proveniente de uma Central de Triagem e Reciclagem de Resíduos de Construção Civil, instalada em uma área de 37.870 m², na ERS 344, km 36,5, na cidade de Santa Rosa - RS. A mesma, tem capacidade de processar 70 m³ por dia de resíduos. Esta capacidade instalada atende Santa Rosa e algumas cidades da região Noroeste. Esses resíduos são separados de acordo com a classificação dos Resíduos de Construção Civil da Resolução CONAMA 307. O mesmo, britado, passa por uma peneira, separando suas granulometrias em 4 etapas: Rachão (material acima de 48 mm); Bica corrida 1 (material entre 9,30 e 48 mm); Pedrisco (material entre 4,60 e 9,30 mm); Pó de pedra ou Areião (material com até 4,60 mm), conforme figura 2.

Para um melhor entendimento neste trabalho somente será analisado o material Pedrisco.



-Rachão (material acima de 48 mm)



-Bica corrida 1 (material entre 9,30 e 48 mm)



-Pedrisco (material entre 4,60 e 9,30 mm)



-Pó de pedra ou Areião(material com até 4,60

Figura 2: Tipos de Britagem.

Fonte: Resicon (Central de Triagem de Resíduos da construção Civil do Noroeste do RS).

4.2.1 Agregado reciclado (RCD-R)

Segundo o CONAMA (2002) agregado reciclado é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia.

Diversas pesquisas sobre RCD-R estão sendo realizadas por diversas universidades, a maior parte com o uso da deste na confecção de concreto para uso em pavimentação. Mais recentemente está sendo pesquisado este material para

aterros e drenagem e também coberturas e reforços.

Nesse contexto, temos em nossa região uma Central de Triagem e Reciclagem de Resíduos de Construção Civil, o que proporciona fazer a utilização deste material com maior facilidade de acesso.

4.3 Solo Rodovia ERS - 162

O estudo do solo, foi realizado na ERS – 162, trecho ligando Santa Rosa a Guarani das Missões – RS, com uma extensão total de aproximadamente de 35,13 Km. Para a realização da caracterização laboratorial do solo foram realizadas coletas de amostras em diferentes pontos deste trecho, no eixo, na borda direita e na borda esquerda (CARAZZO 2017).

Segundo DANIGNO et al. 2017, na metodologia proposta pelo sistema rodoviário de classificação de solos, ou metodologia da AASHTO, o solo foi classificado no grupo A-7-5, sendo que os solos enquadrados nesse grupo são considerados ruins para o uso rodoviário, contudo tal classificação não foi desenvolvida para solos tropicais e, portanto, podem não representar fielmente as características dos solos locais.

A fim de conhecer as características do solo que estava compactado no local da extração das amostras, foi realizado o ensaio de compactação com o intuito de identificar o seu comportamento atual. O solo da pista continha bastante. Na figura Figura 3 resume os dados do ensaio de compactação do solo + pó de pedra retirado do subleito da pista de rolamento, com aproximadamente 1 metro de profundidade. Onde este apresentou uma umidade ótima de compactação de 20,7% e densidade máxima aparente seca de 1645,147 Kg/m³.

4.4 Ensaio de compactação (DNER-ME 162/94)

Compactação é o procedimento pelo qual se obtém como resultado o aumento da massa específica aparente de materiais e misturas de materiais, pela aplicação de pressão, impacto ou vibração, o que faz com que as partículas dos materiais se agrupem e expulsem todo o ar entre elas. Com a diminuição dos vazios de ar, é possível também determinar o teor de umidade ótima dos materiais, reduzindo a tendência de variação de umidade durante sua vida útil. Por meio deste ensaio é possível obter a correlação entre o teor de umidade e o peso específico aparente seco de um solo quando compactado com determinada energia. O ensaio é o de Proctor, e foi aplicado com energia Intermediária, que é realizado através de sucessivos impactos de um soquete padronizando a amostra.

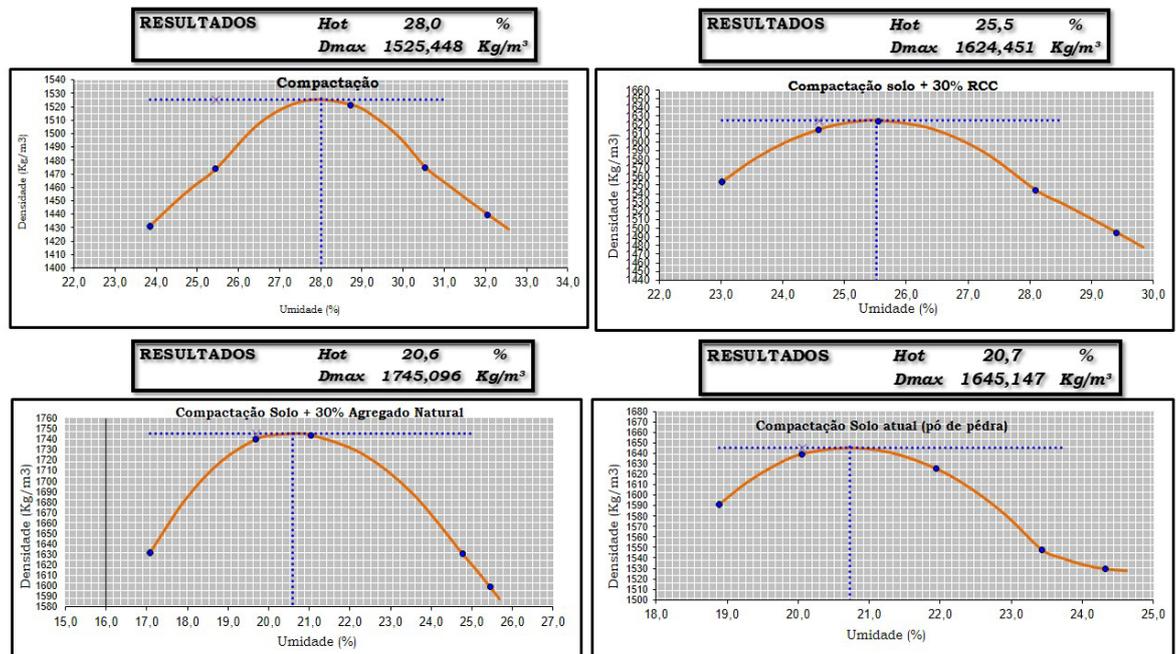


Figura 3: Ensaio de Compactação.

Fonte: elaborado pelos autores.

4.5 Ensaio de Índice de Suporte Califórnia / Califórnia Bearing Ratio (ISC/CBR)

O índice de suporte Califórnia (ISC ou CBR - Califórnia Bearing Ratio) é a relação em percentual, entre a pressão exercida por um pistão de diâmetro padronizado necessário a penetração no solo até que determinado ponto (0,1” e 0,2”) e a pressão necessária para que esse pistão penetre a mesma quantidade de solo-padrão de mistura. Através do ensaio CBR é possível conhecer qual será a expansão do solo sob um pavimento quando este estiver saturado, fornecendo informações de perda de resistência do solo com a saturação. Apesar de ter caráter empírico, o ensaio CBR é mundialmente difundido e serve como base para dimensionamento de pavimentos flexíveis. Os valores mínimos esperados para a utilização do solo como subleito é de ISC >2%, para sub-base ISC >20% e para base ISC >60%, conforme figuras 4 e 5.

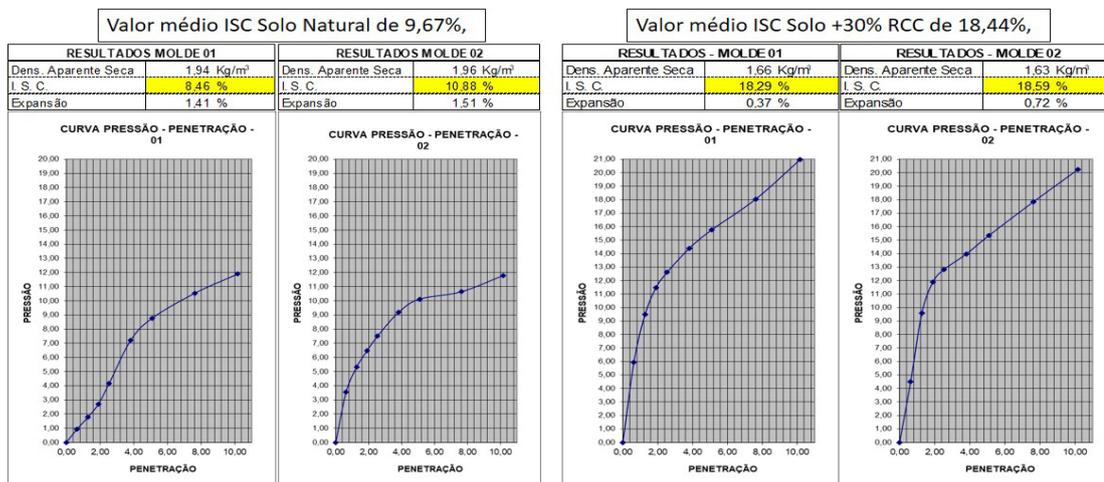


Figura 4: Ensaio de CBR/ISC.

Fonte: elaborado pelos autores.

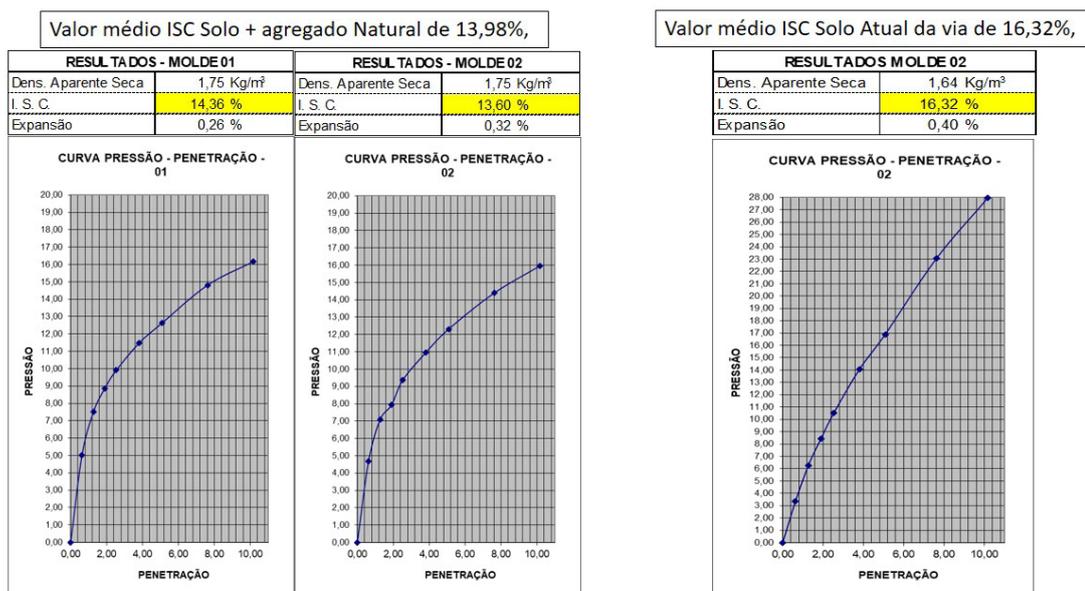


Figura 5: Ensaio de CBR/ISC.

Fonte: elaborado pelos autores.

5 | RESULTADOS

5.1 Comparações

Conforme a figura 6, demonstra um comparativo entre os diferentes tipos de análises do solo, onde podemos comparar o ISC/CBR de cada uma das amostras.

Nota-se que a adição de material granular faz com que eleve o índice de suporte do pavimento, bem como sua densidade máxima aparente, e conseqüentemente a umidade ótima tende a baixar.

Análise Comparatória					
Soluções	$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (Kg/m³)	W ótima (%)	ISC / CBR (%)		Valor médio ISC/CBR
SOLO NATURAL	1525,448	28	8,46	10,88	9,67
SOLO ATUAL - PÓ DE PEDRA	1645,147	20,7	X	16,32	16,32
SOLO + 30% RCC	1624,451	25,5	18,29	18,59	18,44
SOLO + 30% AGREGADO NATURAL	1745,096	20,6	14,36	13,60	13,98

Figura 6: Comparativo entre o solo e as misturas.

Fonte: elaborado pelos autores.

Para as adições de materiais granulares, temos dois resultados de ISC diferentes e um pouco distintos. Para o agregado de RCC, temos um aumento do ISC de cerca de 90%, enquanto que para o Agregado natural temos um aumento de cerca de 44,5% em relação ao solo natural. Quanto ao solo atual da pista (pó de pedra), somente a mistura com RCC se mostrou satisfatória, apresentando um aumento de cerca de 12% em relação ao solo atual da via.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo coletado e utilizado nas misturas foi caracterizado como uma argila e classificado como A-7-5 pela classificação TRB, apresentou um ISC médio de 9,67% e uma densidade máxima aparente de 1525,448 Kg/m³.

No estudo de viabilidade técnica as misturas de Solo com adição de 30% de pedrisco RCC e Solo com adição de 30% de pedrisco agregado natural, apresentaram melhoras consideráveis e satisfatórias, com os resultados de Índice de Suporte Califórnia médio de 18,44% e 13,98% respectivamente, podendo então, serem utilizados em obra para a rodovia em análise, como subleito. Para utilização de Sub-base os ISC devem apresentar teores acima de 20%.

Ao utilizar material provenientes de resíduos da construção civil, reduz-se a quantidade de material natural utilizado e conseqüentemente os impactos ambientais.

O que leva a ter uma redução no custo de uma possível estabilização com este tipo de material. Também podemos observar uma resistência por parte do material de Resíduo de Construção Civil quanto ao material agregado natural, tendo um ISC maior, de 18,44%, comprovando que há possibilidade de substituição em relação ao material agregado natural.

Ao final, é necessária uma análise maior quanto a utilização do Resíduo de Construção Civil, como o material apresentou características satisfatórias para a adição

de 30%, é necessário fazer testes afim de mensurar novas adições, para um possível aumento do ISC. Saliento ainda, que uma análise quanto aos teores de absorção do Resíduo da Construção Civil deve-se ser elaborada, afim de correlacionar esses dados com os teores de umidade e compactação de possíveis misturas.

REFERÊNCIAS

_____. DNER – ME 162/1994: **Solos: ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas**. Rio de Janeiro, 1994.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica**: projeto, materiais e restauração. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 558 p.

BERNUCI, L.B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. 1. ed. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008. 338 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 307. Brasília, 2002.

DANIGNO, K. D.; PAZZE, L. G.; TRES, M. Implantação de trecho experimental em rodovia não pavimentada: ers-162 – caracterização do solo local. Publicação CRICTE, Unijui, Ijuí, RS, Brasil, 4p.

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. ME 049/1994: **Solos: determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas: método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1994.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006). **Manual de Conservação Rodoviária**. Publicação IPR – 710, DNER, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 564 p.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª Edição. São Paulo. 2008. Atlas S.A. 200 p.

KUYVEN, T.; CARAZZO, R. **Implantação de trecho experimental em rodovia não pavimentada para melhoria de desempenho e tráfegabilidade - estudo de caso da ers-162**. Publicação CRICTE, Unijui, Ijuí, RS, Brasil, 4p.

ODA, S. (1995). **Caracterização de uma Rede Municipal de Estradas Não-Pavimentadas**. Dissertação de Mestrado. Escola de São Carlos. São Carlos, SP. 176 p.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**: volume 1. 1. ed. São Paulo: Pini, 1997. 746 p.

APLICAÇÃO DE ALGUNS CONCEITOS DO LEAN CONSTRUCTION A CANTEIROS

Brendow Pena de Mattos Souto

Universidade Estácio de Sá (UNESA)

Niterói – Rio de Janeiro

Paula Fernanda Scovino de Castro Ramos Gitahy

Universidade Estácio de Sá (UNESA)

Niterói – Rio de Janeiro

Gabriel Bravo do Carmo Haag

Universidade Estácio de Sá (UNESA)

Niterói – Rio de Janeiro

Isadora Marins Ribeiro

Universidade Estácio de Sá (UNESA)

Niterói – Rio de Janeiro

RESUMO: A construção civil busca soluções para ter ganhos reais de produtividade e a aplicação do *Lean Construction* tem sido proposta por diversas empresas da indústria da construção, e já é possível ver alguns princípios do *Lean Construction* sendo aplicados parcialmente em grandes construtoras do segmento predial. Baseada no Sistema Toyota de Produção e nos princípios do *Lean Thinking*, o *Lean Construction* foi definido por princípios organizacionais para que seja possível reduzir os desperdícios em materiais, mão de obra, espaços, equipamentos e tempo. O objetivo deste trabalho é identificar algumas oportunidades de aplicação do *Lean Construction* em canteiros de obra, visando a otimização da construção, reduzindo os ciclos

de serviços, custo, geração de resíduos, número de acidentes, desperdício, prazo, retrabalho, com intuito contínuo da redução do custo e prazo final do empreendimento. Com base em uma pesquisa bibliográfica foram identificados na prática a utilização dos conceitos do *Lean Construction*.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Construction*; *Lean Thinking*; produtividade

ABSTRACT: Civil construction seeks solutions to have real gains in productivity and the application of *Lean Construction* has been proposed by several companies in the construction industry, and it is already possible to see some principles of *Lean Construction* being partially applied in large construction companies in the building segment. Based on the Toyota Production System and the *Lean Thinking* principles, *Lean Construction* was defined by organizational principles to reduce material, labor, space, equipment, and time wastage. The objective of this work is to identify some opportunities for the application of *Lean Construction* in construction sites, aiming the optimization of construction, reducing service cycles, cost, waste generation, number of accidents, waste, term, rework, with the continuous aim of reduction of the cost and deadline of the enterprise. Based on a bibliographical research, the use of the concepts of *Lean Construction* was identified in practice.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas observou-se uma mudança de comportamento das indústrias de produção. Elas passaram a objetivar a gestão da qualidade de produção. Isso trouxe como vantagem a redução do desperdício e a garantia do lucro, entre outros benefícios. Esse comportamento, a partir do final da década de 1980, se aproximou da construção civil (COSTA et al., 2006). Ao mesmo tempo em que visava destacar a empresa diante dos concorrentes, todo esse processo de mudança veio de encontro a atender uma maior exigência por parte dos clientes que se tornaram mais criteriosos, exigindo um melhor desempenho do produto final. Além disso, observou-se uma preocupação com a redução da oferta dos recursos naturais para a produção de matéria prima para a construção, como o agregado e a madeira.

Dessa forma, as empresas do setor iniciaram um processo de questionamento sobre seus processos produtivos e começaram a adotar estratégias que visassem à racionalização da produção. Racionalizar a produção é pensar no processo como um todo, o que ele gera de produto final, como ele é feito, quais são os pontos de falha e propor melhoria para esses pontos. Além disso, deve-se fazer o controle para verificar se o que foi proposto está gerando os resultados esperados. Para atender ao interesse pela racionalização do processo e pela gestão da qualidade foram desenvolvidos e implementados os sistemas e metodologias de medição de produtividade.

Deve-se destacar que o setor da construção civil possui características muito específicas, o que faz com que as metodologias adotadas nos demais setores sofram adaptações para serem implementadas na construção. O setor conta com produção não repetitiva (os projetos são específicos para cada empreendimento); mão de obra que necessita de treinamento; meios de produção ainda manuais na maioria das empresas; sofre influência do local no que diz respeito a oferta de mão de obra, materiais e logística. Assim, quando se recorre aos critérios da ISSO 9000, por exemplo, como auxílio na gestão de qualidade e produtividade, existe uma dificuldade porque ela é de fácil aplicação a uma produção repetitiva, o que não é o caso do setor da construção.

Como foi dito anteriormente, o setor da construção civil no Brasil passou a adotar algumas iniciativas para controlar a qualidade de seus produtos e serviços, melhorar o desempenho de sua produção ao reduzir desperdício e produzir com melhor qualidade. Essa ação exigiu, então, melhores níveis de desempenho que foram alcançados através da implantação de programas de melhoria da qualidade e produtividade.

Sabe-se que a implantação desses programas de melhoria necessita de avaliação sistemática do desempenho. Isso acontece para que a empresa seja orientada na elaboração de seu planejamento estratégico e operacional, através de definições

de metas, priorização de ações, identificação de problemas, controle e melhoria de processos.

Por outro lado, apesar do empenho do setor, os atrasos na entrega de empreendimentos é resultado do somatório de fatores que, erroneamente, fazem parte do processo construtivo das construtoras que não agregam valor ao produto (AZIZ; HAFEZ, 2013). Esses processos construtivos ainda são praticados de forma muito arcaicas gerando perdas da produtividade e deixando de agregar valores ao produto.

O conceito do *Lean Construction* (LC), provém do *Lean Thinking* (LT) que por sua vez surgiu através do estudo sobre o Sistema Toyota de Produção (STP). O STP foi desenvolvido ao longo de décadas, através do método de aprendizagem de tentativa e erro no Japão pela Toyota Motors Co. (FUJIMOTO, 1999). Este sistema de gestão é definido pela eliminação parcial ou total de desperdícios (OHNO, 1994), de material, mão de obra, tempo, desperdícios de forma generalizada – e tem como base os conceitos *Just-in-time* (JIT) e “Autonomação”.

O objetivo deste trabalho é identificar algumas oportunidades de aplicação do *Lean Construction* em canteiros de obra, visando a otimização da construção, reduzindo os ciclos de serviços, custo, geração de resíduos, número de acidentes, desperdício, prazo, retrabalho, com intuito contínuo da redução do custo e prazo final do empreendimento.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O *Lean Construction* foi idealizado com conceitos derivados do *Lean Thinking* nascido da racionalização do Sistema Toyota de Produção (STP), estudado por Womack (1990), Ohno (1994).

Nos anos 50, em meio a crise do petróleo diversas empresas que sofriam com a crise buscavam novos métodos de produção, e assim a Toyota Motor Co., criadora do STP, ganhou grande destaque mundial ao quando se percebeu que sua produção tinha um nível de desempenho com grande destaque das demais empresas. Então, a partir deste momento se iniciou um processo de estudo para saber quais eram os métodos utilizados pela companhia para que obtivesse um desempenho “assombroso”. Foi então que se identificou como elementos inovadores que rompiam com os métodos anteriormente utilizados nas produções em massa.

Foi identificado o *Just-in-Time* (JIT) e o “Kanban” como principais motivos da diferenciação dos resultados da produção da Toyota Motor Co.. O JIT é definido como uma técnica de produção que – de forma simplória, pode se explicar – cada processo dentro de uma cadeia produtiva deve ter sua demanda de serviço, materiais suprido na quantidade, modelo no momento certo e no local certo, (GHIANTO, 1995). O *Kanban* é um sistema de controle da produção por sinalização através de cores para indicar como cada etapa da produção esta se desenvolvendo dentro do prazo

adotado para a produção Além destes motivos que tiveram destaque numa análise principal foi percebido um terceiro aspecto dentro da produção que foi a Automação (também conhecido como *Jidoka*). A automação dá ao operário faculdade de parar o processamento do produto sempre que houver uma anomalia dentro da produção ou no produto, com o intuito de melhorar o controle de qualidade do produto e reduzir os erros e problemas dentro da produção. Esse método foi adotado a partir de esforços de Ohno para que pudesse o mesmo operário operar mais de uma máquina com isso aumentando a eficiência na produção. O grande objetivo do STP sempre foi aumentar a lucratividade da empresa na tentativa máxima de eliminar as perdas de material e mão-de-obra por completo. (GHIANTO, 1995).

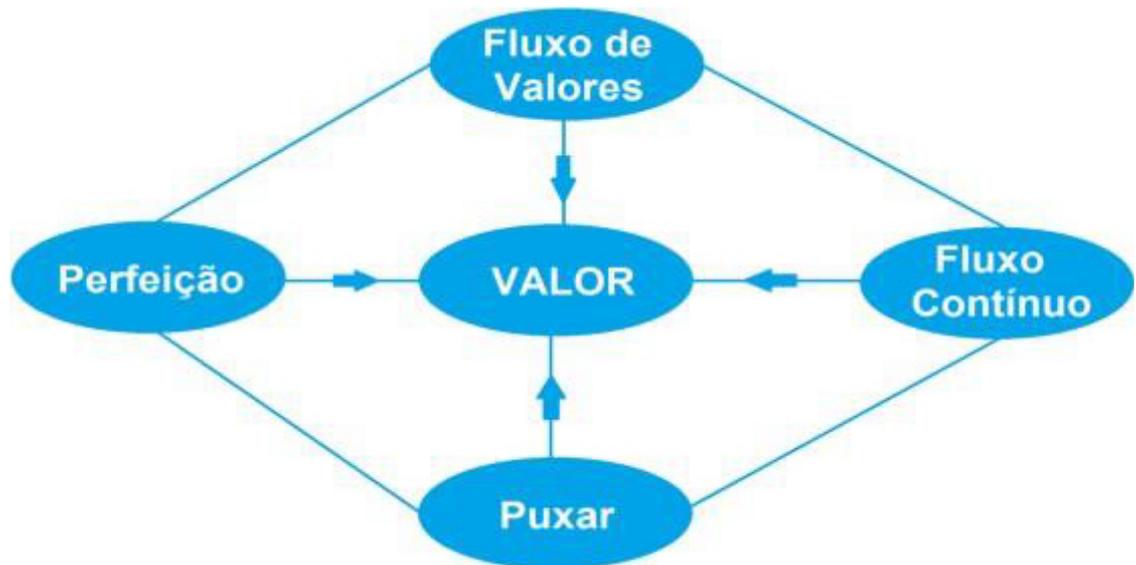


Figura 1: Cinco Princípios do LeanThinking.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 1 são exibidos os cinco princípios do *Lean Thinking*, que traduzindo significa “Pensamento Exuto”, onde os 5 princípios interagem entre si para agregar valor ao produto e reduzir prazo e custo do empreendimento. A seguir temos a definição de cada valor defendida por Aziz e Hafez (2013). O “Valor” não só é definido com a especificação do valor ideal para os clientes, mas como as atividades que agregam valor para o produto final, interligando os demais princípios. A identificação dos “Fluxos de valores” é retirar tudo que não gera valor ao produto final e que pode se tornar um aumento de custo ou que não seja exigência do cliente. Não são somente em produtos ou serviços, mas também ao permitir que problemas perdurem, podendo gerar uma perda de prazo, e esse reduzir o valor. Já o “Fluxo Contínuo” tem o intuito de assegurar que o fluxo dos serviços não seja interrompido, ou seja manter um fluxo contínuo de atividades que agreguem valor ao empreendimento. O foco destes princípios deve estar no processo e não somente no produto. O “Puxar”, este princípio deve assegurar que a produção deve ser sempre “puxada”. O “Puxar” tem o objetivo de que de a produção mantenha o tempo de cada ciclo dos serviços dentro do prazo, otimizar

a produção reduzindo atividades desnecessárias no momento para que o produto consiga atingir o prazo de entrega, e se manter sempre preparado para mudanças, produção “*Just In Time*” (JIT). A “Perfeição”, tem a intenção de buscar sempre as melhores soluções para os possíveis problemas, com intuito de entregar um produto que fará jus às necessidades e expectativas dos clientes, estando dentro do prazo e em perfeito estado, sem defeitos ou erros de produção. Único modo de realizar essa tarefa é tendo um bom canal de comunicação com o cliente, assim como entre os gerentes e funcionários que se encontram na produção para conseguir alinhar a necessidade do cliente com que esta sendo construído, com intuito de sempre melhorar continuamente os processos e produtos. (AZIZ; HAFEZ, 2013).

O *Lean Construction* pode ser considerado uma adaptação do *Lean Manufacturing* adaptado para a construção civil, pois ambos têm os mesmos objetivos de aperfeiçoar a produção e os procedimentos da produção para reduzir o máximo, continuamente, os desperdícios. Koskela (1992), chama o *Lean Construction* de “Nova Filosofia de Produção”, e descreve como um conjunto de metodologias, técnicas - a serem adotadas - baseadas no Just-in-Time do Toyotismo. Com esta visão *Lean* é defendido grandes ganhos de desempenho nesta nova filosofia de produção. No esforço de definir um caminho de técnicas para conseguir aplicar na construção civil os princípios do *Lean Thinking*, Koskela (1992), e assim atingir ganhos reais na produtividade do setor, foram definidos onze princípios para o *Lean Construction* para que fossem seguidos de forma a conseguir atingir o máximo possível dos objetivos *Lean* (reduzir custo e tempo de execução do empreendimento). Relatados, abaixo, estão os onze princípios *Lean Construction*, sugeridos por Koskela (1992).

O primeiro princípio visa a redução de atividades que não agregam valor, Koskela (1992) defende que estas atividades interferem no aumento do prazo e no aumento o custo de produção do projeto, e geram um gasto de energia desnecessário.

O segundo princípio visa aumentar o Valor, Koskela (1992) defende que por meio da consideração sistemática dos requisitos do cliente (escopo) – como especificação de materiais, padrões de qualidade, prazos e custo – com o cumprimento dos requisitos, mas é necessário identificação categórica de cada requisito definido.

O terceiro princípio visa a redução de variabilidade, com esse princípio Koskela (1992) busca um projeto mais uniforme, com pouca ou nenhuma variação, dos padrões de medidas, das especificações, das exigências do projeto. Essa redução de variabilidade tem o intuito de agregar valor ao produto. Podemos citar a utilização de fichas de verificação de serviço (FVS) e fichas de verificação de materiais (FVM), que tem o intuito de controlar a variação das especificações, como possíveis desvios de padrão. Como exemplo pode-se citar a utilização de fichas de verificação de serviço (FVS) e fichas de verificação de materiais (FVM), que tem o intuito de controlar a variação das especificações, como possíveis desvios de padrão. Em uma FVM de esquadrias há um controle do material entregue, modelo, padrões de medidas e integridade do material. Sendo possível rejeitar o material caso não atenda aos requisitos indicados

na FVM, auxiliando na manutenção dos padrões do empreendimento.

O quarto princípio visa a redução do tempo de ciclo, os ciclos são definidos pelo tempo que cada atividade demanda para ser concluída. Na redução do tempo de ciclo Koskela (1992) tem o objetivo de reduzir o tempo das atividades para que se tenha um ganho real no prazo do projeto. Como exemplo, pode-se reduzir o tempo do ciclo de assentamento de alvenaria de vedação com utilização de argamassa polimérica de assentamento, que já vem pronta para uso. Dessa forma, não é necessário o preparo da massa, além de reduzir o tempo de elevação da alvenaria por ter maior facilidade na aplicação da argamassa nos blocos através de pistola ou bisnagas de aplicação.

O quinto princípio visa simplificar partes e ligações por meio da redução do número de passos, esta proposta de Koskela (1992) tem com intuito a adoção de métodos mais práticos e com menos etapas para que possamos reduzir o tempo de ciclo de uma determinada atividade, e incentivar a aplicação de novas técnicas de produção. Pode-se exemplificar este princípio com a adoção dos “Kit Porta-Pronta”, em que as portas são entregues montadas, sendo necessário apenas a fixação no vão que irá recebê-la através da espuma expansiva de poliuretano no vão entre a porta e parede.

O sexto princípio visa aumentar a flexibilidade do produto final, nesta proposta Koskela (1992) tem intenção de que o projeto tenha mais facilidade em absorver mudanças em seu escopo sem que cause grandes danos ao prazo ou custo, como exemplo de flexibilização do projeto pode-se citar a utilização de lajes nervuradas.

O sétimo princípio visa aumentar a transparência dos processos, com esta medida Koskela (1992) afirma que os colaboradores do projeto poderão ter mais conhecimento dos processos em geral, assim podendo colaborar de diversas maneiras no controle de qualidade e em melhorias no produto e no processo. Pode ser citado como exemplo uma placa de identificação de serviços em andamento no pavimento, que exibe uma planta baixa do pavimento para melhor identificação de onde cada serviço ocorre, ou em caso de planta modificada a identificação desta modificação, e também é exibido os serviços em andamento e com quais materiais devem ser empregados nas respectivas unidades. Desta forma facilitando o conhecimento de todos e a conferência sobre o que está sendo realizado e com quais materiais está sendo realizado os serviços.

O oitavo princípio visa focar o controle no processo completo, Koskela (1992) defende que é necessário atentar no fluxo global das atividades buscando otimiza-las, possibilitando uma visão do projeto por completo e das transições de cada uma das etapas conciliando as atividades antecessoras e sucessoras.

O nono princípio visa introduzir a melhoria contínua dos processos, nesse princípio Koskela (1992) traz a ideia de que os colaboradores busquem sempre a melhoria dos processos, tornando-os mais simples, menos demorados e com menor ou nenhum desperdício. Como exemplo pode-se citar a adoção de novas tecnologias como o projetor de argamassa, que tem capacidade de projetar argamassas, gesso,

massa corrida, entre outros materiais em paredes, de acordo com o fabricante, a produtividade do equipamento pode chegar até 1000m² de revestimento por dia, com acentuada redução de desperdício de argamassa.

O décimo princípio visa manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões, as melhorias no fluxo dependem do impacto que terá na conversão e vice-versa. Essas atividades estão intimamente interligadas pois, por exemplo, de nada adianta investir em uma tecnologia para as atividades de transporte se a atividade de conversão não acompanha a velocidade e a funcionalidade do mesmo. Novas tecnologias na conversão podem acarretar menos variabilidade e, assim, benefícios no fluxo.

O décimo primeiro princípio visa implantar o *Benchmark*, ou a prática do *Benchmarking*, foi proposto por Koskela (1992) para que haja uma troca contínua de informações, técnicas, e modelos entre grupos, empresas do ramo, com o objetivo de dar e obter novas técnicas e comparar o desempenho entre as práticas de cada empresa. No Quadro 1 é possível fazer um comparativo no desempenho de quatro construtoras em duas atividades, e a partir deste comparativo pode-se ver qual construtora teve maior produtividade na atividade e buscar conhecer como essa construtora realiza esta atividade.

Empresas	m ² construído/ano	m ³ Concreto/mês		Média	m ² Alvenaria / mês		Média
		m ³	meses		m ²	meses	
Construtora X	43.451,00	3.224,00	6,5	496,00	70.692,00	6	11.782,00
Construtora Y	41.042,00	2.998,10	7	428,30	63.524,00	5	12.704,80
Construtora Z	25.646,00	2.127,00	5	425,40	15.324,00	3	5.108,00
Construtora W	45.632,00	3.893,00	9	432,56	75.823,50	6	12.637,25

Quadro1: Exemplo comparativo de produtividade de construtoras para uso em benchmark.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Brasil, foi desenvolvido pela UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) um sistema de benchmarking denominado SISIND-NET. O sistema está inserido no site da organização, permitindo que os dados e indicadores dos processos realizados nos canteiros sejam introduzidos diretamente pelas empresas participantes no sistema pelo site, junto do SISIND-NET foi criado o Clube de Benchmarking, que possibilita as empresas partilharem as informações dos indicadores e das práticas adotadas por elas com outras empresas, possibilitando que as empresas troquem conhecimentos respectivos a suas atividades, com intuito de que possam aprender mutuamente novos processos e tecnologias mais eficientes, ou seja, que possam ser mais produtivas, com menores ciclos, custo, e prazo das atividades. (COSTA et al, 2006).

3 | IMPLANTAÇÃO DE LOGÍSTICA DE CANTEIROS LEAN

O transporte de materiais e pessoas dentro do canteiro, sendo ele horizontal ou vertical são cruciais para o sucesso do empreendimento. Podendo a representar até 70% das atividades de um canteiro de obras (SAURIN; FORMOSO, 2006). Pode-se afirmar que é uma atividade que deve se ter muita atenção no seu planejamento e com isso ter maior aproveitamento da atividade com redução de perdas de tempo com movimentação desnecessária de materiais. Constada a importância da logística interna do canteiro de obras, vemos a necessidade de um Layout eficiente dentro do canteiro, de forma a otimizar o máximo possível os processos de logística. Saurin e Formoso (2006), defende que deve se setorizar e organizar o canteiro de forma que seja possível dispor materiais, funcionários, equipamento e instalações necessários para o processo de produção para que os mesmos tenham a sua movimentação no menor tempo e distância possível dentro do canteiro e assim evitar desperdícios de tempo de movimentação, desperdícios de materiais que possam ser danificados no transporte e desperdício de mão de obra que executa a movimentação destes materiais dentro do canteiro de obra, e assim economizar recursos financeiros do empreendimento.

Os frequentes deslocamentos ou interações de materiais entre os centros de trabalho devem ser reconhecidos para que estes centros sejam próximos uns dos outros, e completam afirmando que numa planta industrial esta abordagem minimiza custos de manuseios de materiais, colocando itens necessários para um mesmo fim próximos uns dos outros. Pode-se concluir que para se obter a economia afirmada são necessários que os produtos que interagem entre si, dentro do mesmo serviço, possam estar no local de seu processamento, ou que seus depósitos sejam próximos para facilitar seu manuseio, e que o trajeto deste material pelo canteiro seja previamente determinado, garantindo a integridade do material transportado e dos materiais que possam estar dispostos por um possível trajeto. Dentro do canteiro de obras, o material deve ser movido o mínimo possível, dentro da movimentação horizontal e vertical, temos equipamentos que podem auxiliar no transporte dos materiais com maior eficiência, no caso de transportes horizontais tem-se como exemplo as Mini carregadeiras que oferecem uma alta capacidade de carga sem empregar muitos operários para o deslocamento do material e Paletes hidráulicas que para transportarem maiores cargas se faz necessário mais de um operário, pois só oferece a capacidade de erguer os materiais e não os deslocar.

Já nos transportes verticais mais comuns a serem utilizados na construção civil são os Elevadores Cremalheiras que são elevadores de carregamento de pessoas e materiais (não simultâneos) com alta capacidade de cargas, as cremalheiras tornam-se interessantes por também transportarem pessoas diminuindo o tempo de tráfego dos operários dentro do canteiro de obras o que resulta numa redução do desperdício de tempo na locomoção dos operários, as Gruas que são Guinchos elevatórios dispostos de lanças giratórias que possuem, também, alta capacidade de carga de materiais

somente e as Mini Gruas, mais novas na construção civil, tem a mesma função das Gruas porém com menor carga de elevação e também menor porte, atendendo canteiros com a logística defasada.

Algumas das principais causas de perdas de produtividade estão ligadas ao congestionamento das áreas disponíveis no canteiro e a dificuldade de acesso e circulação ao canteiro. Com as propostas de mobilidade de materiais e colaboradores abordadas acima reduziremos drasticamente o tempo de espera no congestionamento de transporte de materiais e pessoas, e aliviando assim a circulação e o acesso do canteiro com menor quantidade de materiais e pessoas em espera pelo canteiro, reduzindo o desperício de tempo dos operários.

A NR-18 se apresenta muito ampla a diversos setores da construção e por todo o processo construtivo para definir condições mínimas aos trabalhadores do setor da construção. Uma das definições apresentadas pela NR-18 que se apresenta muito interessante para a logística do canteiro é a exigência de distância máxima entre o local de atividade do operário para os pontos de hidratação que estão disponíveis no canteiro, que são definidas como máximas em distâncias verticais de 15 metros e a distâncias horizontais de 100 metros, e reza para a impossibilidade do fornecimento dos pontos de hidratação dentro destes limites a NR 18 indica que devem ser oferecidos recipientes portáteis hermeticamente fechados para o transporte da água, ambas as colocações visam a evitar a movimentação excessiva e bem-estar do colaborador. Estas colocações se ligam diretamente com a logística de movimentação dos operários dentro do canteiro com a disponibilidade de recursos para suprir suas necessidades como pontos de hidratação e instalações sanitárias. Como exemplo da movimentação desnecessária do operário, se adotarmos uma edificação com a altura dos pavimentos de três metros os pontos de hidratação se encontrariam a cada cinco pavimentos, sendo necessário o operário se deslocar 5 pavimentos para poder se hidratar ou abastecer seu recipiente de água, o que demandaria uma perda de tempo no deslocamento desnecessário. Uma proposta de a cada pavimento a disponibilização de um ponto de hidratação representa um custo mais elevado para a mobilização dos equipamentos do canteiro, porém representar menor deslocamentos dos operários durante todo processo construtivo, e o reaproveitamento dos equipamentos para obras posteriores.

Cardoso e Silva (1997) afirmam que as principais responsabilidades da logística de suprimentos são o planejamento e processamento de aquisições, as relações com os fornecedores do empreendimento, o transporte dos insumos do fornecedor até o empreendimento, e a manutenção dos recursos materiais previstos no planejamento, e após análise do caso estudado por Cardoso e Silva (1997), é afirmado que deve se considerar que com a melhoria da logística de suprimento podemos reduzir a quantidade de materiais em estoque ou até mesmo conseguir implantar o JIT. Porém para isto é necessário a melhoria contínua em algumas condições como distância dos fornecedores, melhoria das comunicações entre fornecedores e construtora e maior fidelidade aos planejamentos.

Em análise de tais afirmações vê-se que, durante o processo de contratação do fornecimento de serviços e materiais, deve-se atentar nos detalhes das relações com o fornecedores, ou seja, como o fornecedor se comportou em outros empreendimentos em relação aos prazos, atendimento as normas de segurança, atendimento aos procedimentos da empresa, qualidade da execução dos serviços, pontualidade em entrega de materiais, possibilidade de programação a longo prazo, flexibilidade para atender pedidos extraordinários, e a partir destes parâmetros de relação é possível construir bons relacionamentos com fornecedores criando confiança no seu atendimento.

A partir destas relações mais estreitas entre construtora e fornecedores, deve-se atentar durante o planejamento das contratações, para a distância do fornecedor para o empreendimento, além do barateamento no valor do frete das entregas, podendo reduzir o custo da aquisição, pode-se criar maior segurança na pontualidade das entregas a serem feitas de materiais, a redução dos estoques com a garantia de entrega dos materiais no prazo há possibilidade da implantação do JIT nas entregas de materiais, reduzindo ou eliminando o estoque dos mesmo dentro do canteiro e suas possíveis movimentações desnecessárias e desperdícios de materiais.

Além de reduzir o desperdício de materiais e a movimentação desnecessária há uma redução da utilização dos espaços do empreendimento como depósitos dentro do canteiro, e traz viabilidade da antecipação da realização dos serviços a serem executados nos locais que seriam destinados a utilização como depósitos temporários para materiais que seriam recebidos e estocados até a aplicação dos mesmo em seus destinos finais, havendo desta forma a possibilidade de antecipar o cronograma de execução dos serviços e reduzindo, possivelmente, o prazo de construção do empreendimento, como é ilustrado na Figura 2, que apresenta dois prédios iguais utilizando sistemas convencional de suprimentos com entregas dos materiais e o sistema de entrega baseado no JIT com entregas de materiais somente pela demanda, no quadro da esquerda a obra que utiliza o sistema convencional de logística de suprimentos para compra, entrega e armazenamento de materiais no canteiro, utilizando espaços do canteiro temporariamente para armazenamento de materiais impossibilitando a execução dos serviços que o local demanda, já o quadro da direita utiliza o sistema da logística de suprimentos baseada no JIT – como abordado anteriormente – onde a compra e entrega de materiais é baseada na demanda e cronograma do empreendimento (de forma regular), sem a adoção de grandes estoques de materiais, desta maneira ao material ser entregue no canteiro de obra ao contrário do método convencional e o material a ser levado para o local de armazenamento o material segue direto para o seu local de destino final onde ele será transformado, desta forma os locais destinados a armazenamento dos materiais não são utilizados liberando a execução dos devidos serviços que devem ser empregados, de forma a antecipar o prazo de execução dos serviços destes locais, e evitando a movimentação desnecessária dos materiais entre locais de estoque e o local de

destino final do material, o que poderá reduzir o desperdício de materiais com quedas e quebras acidentais, manobras de estoque para liberação de espaço e contato com umidade.



Figura 2: Comparativo entre uma logística de suprimentos convencional e uma logística de suprimentos baseada no Just-In-Time.

Fonte: elaborado pelo autor.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como abordado inicialmente, a indústria da construção civil sofreu um decréscimo no índice de produtividade no decorrer dos anos – quando comparado as outras indústrias. Esta redução de produtividade é devida ao aumento da robustez e complexidade dos projetos, a falta de capacitação da mão-de-obra, a incompatibilidade dos processos construtivos adotados pelas empresas, excessivas quebras de fluxo, falhas dos sistemas de logística dos empreendimentos e como consequência há o aumento do desperdício de materiais, atraso nos cronogramas de obra e aumento do custo do empreendimento.

Com o conhecimento destas respectivas causas, buscou-se soluções sistemáticas para aplicação na indústria da construção civil, que pudessem fornecer uma metodologia de trabalho que retomasse ganhos de produtividade. Foi analisado a metodologia utilizado pelo sistema Toyota de produção e os princípios do LT que Koskela (1992) através das análises de trabalhos acadêmicos que buscavam a compreensão da metodologia utilizada pela Toyota e adapta-los a outras industrias, pode assim desenvolver uma adaptação destas metodologias para a construção civil, que originou os onze princípios do LC.

Os temas abordados neste trabalho (Logística de suprimentos, logística de canteiro, desperdício de materiais, desperdício de mão-de-obra) são dependentes entre si. Com objetivo da redução de desperdícios de tempo, material e mão-de-obra na construção civil que se apresenta muito acentuado em relação as outras indústrias. Os princípios do *Lean construction* se encaixam perfeitamente na necessidade em que a construção civil se encontra, como a eliminação de atividades que não agregam valor durante os processamentos das atividades do canteiro, ou seja, eliminar as etapas que não produzem resultado, de fato.

REFERÊNCIAS

AZIZ R. F., HAFEZ S. M. **Applying lean thinking in construction and performance improvement**, Alexandria University, Alexandria - Egypt, 2013.

CARDOSO F. F., SILVA F. B. **A importância da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

COSTA, Dayana Bastos; et al. **Critérios Para Desenvolvimento De Sistemas De Indicadores De Desempenho Vinculados Aos Objetivos Estratégicos De Empresas Da Construção Civil**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção Curitiba – PR, 23 a 25 de outubro de 2006.

FUJIMOTO, T. **The Evolution of a Manufacturing System at Toyota**, Oxford University Press, 1999.

GHIANATO Paulo., **Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time automação e zero defeitos**. EDUCS 1995.

KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. Tech. Report No 72, CIFE, Stanford Univ., CA., 1992.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Bookman Companhia Editora, 1997.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. Porto Alegre : ANTAC, 2006.

TEICHOLZ, P. **Productivity Trends in the Construction industry**, INTERNATIONAL CONFERENCE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SYMBOLIC COMPUTATION, Universidad Complutense de Madrid, 2001.

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL FOTOVOLTAICO EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE SÃO LUÍS – MA

Márcio José Melo Santos

Universidade Ceuma

São Luís - Maranhão

Fernando Célio Monte Freire Filho

Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

São Luís - Maranhão

Aruani Leticia da Silva Tomoto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -

UTFPR

Campo Mourão – Paraná

RESUMO: O Brasil é conhecido mundialmente acerca da sua produção de energia, por se tratar basicamente de fontes renováveis. O Sol, por ser uma fonte de energia limpa, gratuita e abundante, faz com que os sistemas de energia contribuam não apenas para a redução da emissão de gases do efeito estufa, mas também que seja uma excelente forma de economizar dinheiro. Em meio a esse cenário a energia fotovoltaica vem ganhando destaque principalmente na região norte/nordeste do país por se localizar próximo a linha do equador verificando-se uma maior intensidade de incidência de raios solares. Desta forma, esse trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho de painéis solares instalados na cobertura de uma residência unifamiliar situado na cidade de São Luís- MA, verificando-se para tanto, o potencial energético para a região e

obtendo-se resultados bastante significativos para esse tipo de produção de energia.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar; Pannel fotovoltaico; Energia limpa.

ABSTRACT: Brazil is known worldwide about its energy production, because it is basically renewable sources. The sun, because it is a clean, free and abundant source of energy, makes energy systems contribute not only to the reduction of greenhouse gases, but also to be an excellent way to save money. In the midst of this scenario the photovoltaic energy has been gaining prominence mainly in the north/northeast region of the country by locating near the equator with a greater intensity of incidence of solar rays. In this way, this work aims to evaluate the performance of solar panels installed in the coverage of a single-family residence located in the city of São Luís-MA checking for both the energy potential for the region and obtaining enough results Significant for this type of energy production.

KEYWORDS: Energy Solar; Photovoltaic panel; Clean energy.

1 | INTRODUÇÃO

O aproveitamento da energia solar,

inesgotável se levado em conta a escala de tempo terrestre, vem dos primórdios da formação da Terra. Dos primeiros microrganismos até os organismos evoluídos dos dias atuais, todos necessitam da luz solar para sobreviver e evoluir (MATAVELLI, 2013). Verificado isso, a necessidade de um estudo mais aprofundado quanto ao assunto levou-se o fomento da pesquisa sobre conteúdo.

O Sol é a fonte de energia e responsável pela origem da maioria das fontes de energia renováveis e, mesmo os que não utilizam diretamente a radiação solar têm sua origem neste. Uma forma de utilizar o seu potencial é fazendo uso da energia solar fotovoltaica, que é definida, segundo (IMHOF, 2007), como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico.

A energia solar fotovoltaica é obtida através da conversão direta da luz em eletricidade, denominada de efeito fotovoltaico e é realizada pelos dispositivos fotovoltaicos (FV). O desenvolvimento da tecnologia fotovoltaica foi impulsionada inicialmente por empresas do setor de telecomunicações, que buscavam fontes de energia, já que a célula fotovoltaica é o meio mais adequado para fornecer energia, por possuir menor custo e peso (CRESESB, 2004).

O trabalho objetiva avaliar o desempenho de 28 painéis fotovoltaicos instalados na cobertura de uma residência unifamiliar, ocupando uma área 45.798 m², composta por 5 moradores e 1 funcionária, situado a Latitude: 02° 29' 25.71" S Longitude: 44° 14' 58.34" O na cidade de São Luís - MA. No estudo em questão, o sistema utilizado é o ligado a rede (*on gride*). São aqueles que trabalham concomitantemente à rede elétrica da distribuidora de energia. De forma sucinta, o painel fotovoltaico gera energia elétrica em corrente contínua e, após convertê-la para corrente alternada, é injetada na rede de energia elétrica. Tal conversão se dá pela utilização do inversor de frequência, que realiza a interface entre o painel e a rede elétrica (PEREIRA & OLIVEIRA, 2013).

Quanto a seu funcionamento, o módulo solar posiciona-se de frente para o sol, quando recebe seus raios, gera pelo fenômeno chamado efeito fotoelétrico, a energia elétrica, que é conduzida através de cabos e é armazenada em baterias similar às dos automóveis (ESCOLA VIVA, 2010). A conversão da energia solar ocorre de maneira silenciosa, sem emissão de gases e não necessita de operador para o sistema.

Avaliados isto, a pesquisa verificou a produção energética solar do ano 2017 após a implantação dos painéis, realizando um comparativo com o ano anterior para obtendo-se assim o resultado de sua atuação. Podendo dessa forma, considerar uma melhoria da qualidade do meio ambiente e preservação das fontes de recursos energéticos e naturais, contribuindo assim para a sustentabilidade.

A geração distribuída de energia elétrica através de sistemas com painéis fotovoltaicos consiste em unidades de geração, que além de consumidoras de energia, passam a produzir parte da energia necessária, podendo, em algumas situações verter o excedente de energia à rede de distribuição de energia elétrica (ZILLES, 2011).

2 | METODOLOGIA

O estudo visa trabalhar com uma revisão bibliográfica, de pesquisa documental sobre sistemas fotovoltaicos para armazenagem de energia aplicando a prática, verificada com o desempenho dos painéis instalados na cobertura de uma residência unifamiliar.

A viabilidade do projeto se deu primeiramente através de uma avaliação do recurso solar disponível para a localização. Uma forma bastante conveniente de se expressar o valor acumulado de energia solar ao longo de um dia é através do número de horas de sol pleno. Esta grandeza reflete o número de horas em que a radiação solar deve permanecer constante e igual a 1kW/m^2 de forma que a energia resultante seja equivalente à energia acumulada para o dia e local em questão (FADIGAS, 2015).

Desta forma, foram coletados dados quanto à radiação solar do Brasil através do Mapa de Solarimétrico do Brasil do ano 2017, com base em 6 horas de radiação pelo programa T Sundata, desenvolvido pelo CRESESB, com um valor médio de $5,36\text{ kwh}/(\text{m}^2\text{dia})$. Sendo expresso pelo gráfico 1 abaixo.

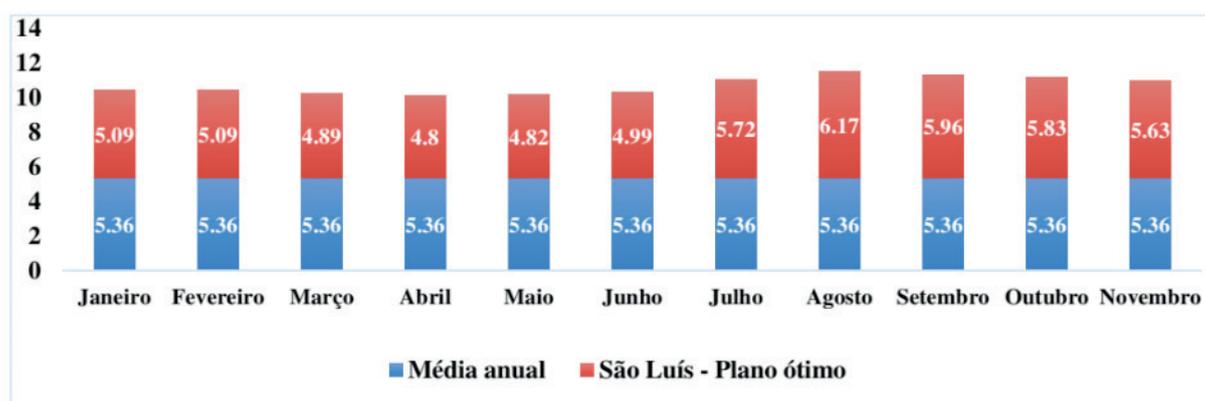


Gráfico 1: Estimativa de radiação solar durante o ano e média anual

Fonte: Mapa solarimétrico do Brasil.

Através dos dados do gráfico 1 e da memória de cálculo abaixo descrita, prever que a média mensal de energia solar produzida no Brasil um desempenho bastante satisfatório.

$$AP = Rad * \text{Área}$$

$$Ap = 5,36 * 45,798$$

$$AP = 245,48 \frac{\text{kWh}}{\text{mês}}$$

Sendo:

- AP – Aproveitamento energético;
- Rad – valor de radiação solar média;
- Área – área ocupada pelos painéis fotovoltaicos.

Para tanto o trabalho baseia-se com os dados coletados na cidade de São Luís, os quais foram obtidos com uso da implantação do sistema Aurora PlantViewer.

Posteriormente, foi feito um levantamento histórico do consumo de energia da residência do ano de 2016 junto a Companhia Energética do Maranhão – CEMAR, para ter como base os resultados de 2017.

Além do levantamento, fez-se um descritivo de cargas presente no ambiente estudado para verificar a demanda da potência energética da residência sendo demonstrado pela tabela 1.

Equipamento	Potência média (W)	Quant.	Carga (w)
Aparelho de DVD	30	2	60
Ar condicionado 9.000 BTU	1300	2	2600
Ar condicionado 12.000 BTU	1600	1	1600
Chuveiro elétrico	4500	3	13500
Computador	180	4	720
Exaustor fogão	300	1	300
Ferro elétrico automático	1000	1	10000
Fogão automático	60	1	60
Forno micro-ondas	1200	1	1200
Geladeira 2 portas	110	1	220
Impressora	180	1	180
Lâmpada fluorescente 11w	11	40	440
Lavadora de roupa	500	1	500
Liquidificador	270	1	270
Modem de internet	12	1	12
Notebook	30	2	60
Roteador	10	1	10
Tv	100	5	500
Total			23232

Tabela 1: Descritivo de cargas da unidade consumidora

Fonte: elaborado pelos autores.

Feito essas análises, verificando-se para tanto que os equipamentos eletrônicos foram mantidos os mesmos, sem aquisição de novos no período estudado. Verificando com bases nas informações supracitadas, um elevado consumo de energia mensal da residência viabilizando a necessidade do projeto para a redução energia fornecida pela companhia energética, havendo assim, uma redução econômica.

Foram instalados 28 painéis solares sobre a cobertura da residência, verificando-se os seus desempenhos ao longo dos meses com a utilização do software Aurora

Plant Viewer podendo obter os gráficos mensais seu desempenho, demonstrando a quantidade potencial de poluição que pode ser evitada gerando eletricidade através de painéis fotovoltaicos.

3 | RESULTADOS

A utilização da fonte solar para gerar energia elétrica proporciona diversos benefícios, tanto do ponto de vista elétrico como ambiental e socioeconômico (ABSOLAR, 2016).

Avaliados o parâmetro anterior a instalação dos painéis fotovoltaicos (ano de 2016), observa-se um desempenho bastante eficiente quanto ao consumo de energia (ano de 2017) fornecido pela companhia energética, podendo verificar uma baixa no seu fornecimento a residência, observados pelos gráficos abaixo.

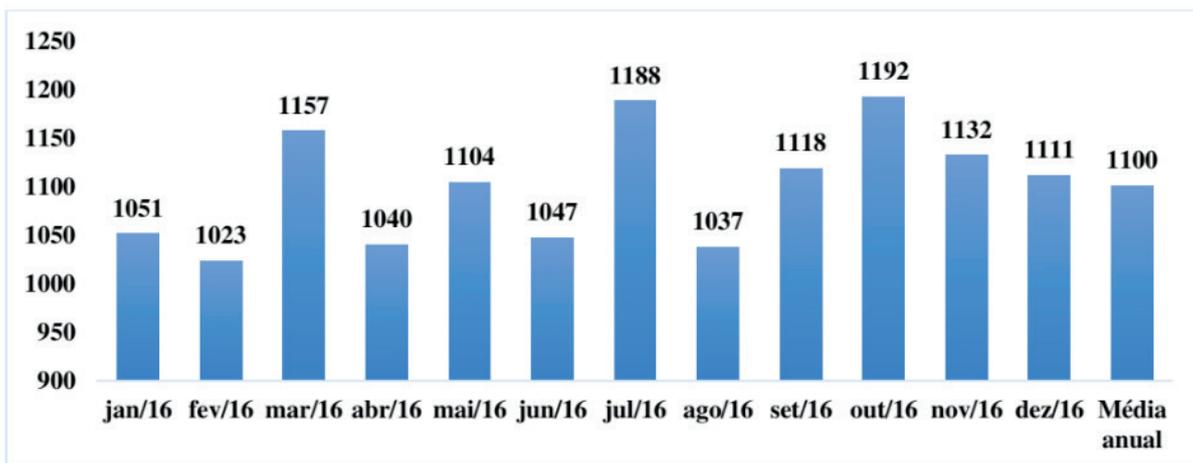


Gráfico 2: Levantamento do consumo energético mensal – 2016

Fonte: Companhia energética do Maranhão (CEMAR).

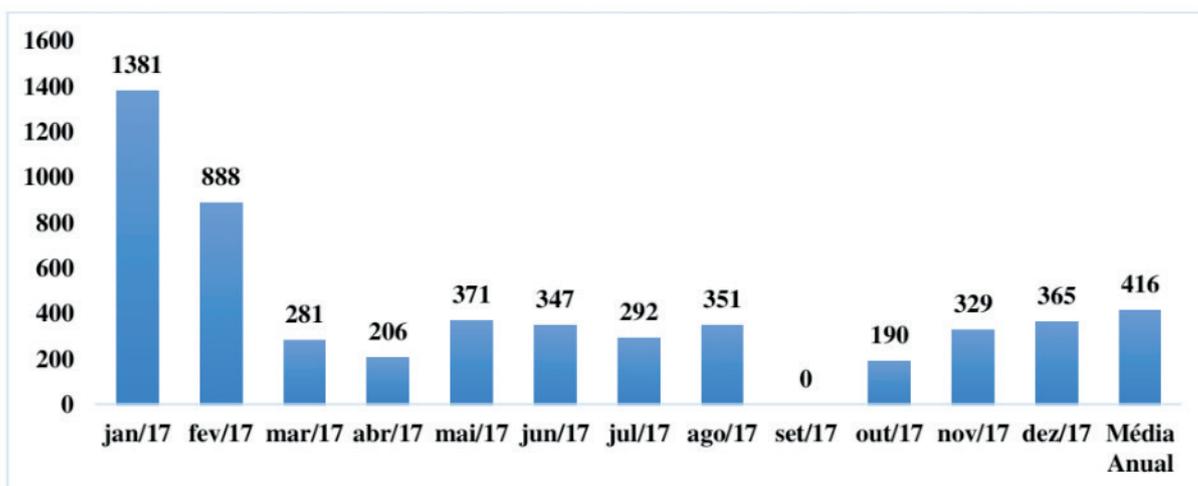


Gráfico 3: Levantamento do consumo energético mensal – 2017

Fonte: Companhia energética do Maranhão (CEMAR).

Expostos esses resultados, observa-se que são bastante satisfatórios tendo em vista que os painéis chegaram a ser auto-suficientes. O sistema apresentou uma baixa no consumo de energia fornecido pela companhia energética em média de 38% ao ano. A diminuição no fornecimento pela companhia se deu pelo abatimento de energia fornecida - produção dos painéis - diretamente na conta de energia pelo sistema fotovoltaico, tendo como resultados demonstrados pelo gráfico abaixo.

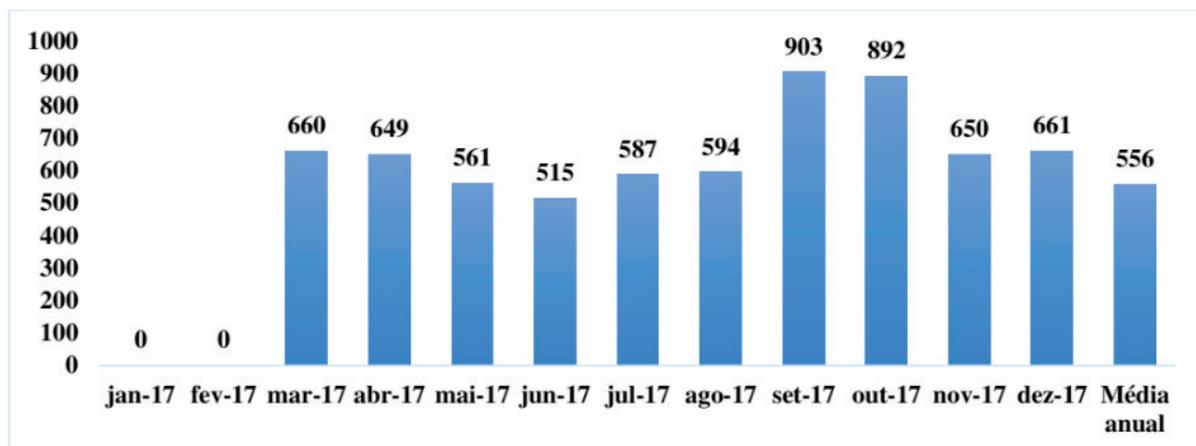


Gráfico 4: Produção de energia pelos painéis fotovoltaicos (kWh)

Fonte: elaborado pelos autores.

Os painéis fotovoltaicos apresentaram uma produção de energia anual de 6672 kWh (gráfico 4) e uma economia de R\$ 3490,86 anual (valor abatido diretamente da conta), acarretando em uma redução de custos significativa mensalmente.

4 | CONCLUSÃO

Das energias renováveis disponíveis no planeta, sol é sem dúvida o mais abundante. A energia solar tem um caráter seguro, limpo, renovável e autônomo, visto que não utiliza meios que ponha em perigo a vida, não gera resíduos no seu processo e permite uma utilização independente, pois pode ser usada individualmente ou em comunidade (EPIA, 2012).

Converter energia solar em energia elétrica utilizando células fotovoltaicas se tornou uma alternativa muito viável devido ao aumento do consumo de energia elétrica e problemas ambientais, ocasionados principalmente pela queima de combustíveis fósseis, além de utilizar uma fonte de energia inesgotável. Por utilizar somente apenas a luz solar para gerar energia elétrica, o módulo fotovoltaico não gera ruídos durante o processo de conversão e podem ser acoplados em residências, edificações e etc.

A partir da metodologia proposta no exposto trabalho, foi possível atingir o objetivo geral deste trabalho, onde se pode concluir que os resultados são bastante satisfatórios, pois o sistema apresentou uma baixa no consumo de energia fornecido

pela companhia energética em média de 38% ao ano (2016-2017) e apresentando uma produção de energia anual de 6672 kWh, acarretando em uma redução de custos significativa mensalmente.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). **Geração Distribuída Solar Fotovoltaica**. Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico – ENASE. Rio de Janeiro, 2016.

Companhia Energética do Maranhão – (CEMAR). Disponível em: <<http://www.cemar116.com.br/home>>. Acesso em: fev.2018.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Grupo de Trabalho de Energia Solar – GTES. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, CRESESB, 2004.

EPIA. European Photovoltaic Industry Association. **Global Market Outlook For Photovoltaics Until 2016**. Belgium, May, 2012.

ESCOLA viva. 2010. Disponível em: < <http://www.portalsaofrancisco.com.br> >. Acesso em: fev. 2018.

Fadigas, E.A.F. A. **Dimensionamento de fontes fotovoltaicas e eólicas com base no índice de perda de suprimento e sua aplicação para atendimento a localidades isoladas**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015, 162.

IMHOFF, J. **Desenvolvimento de Conversores Estáticos para Sistemas Fotovoltaicos Autônomos**. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2007. 146 f.

MATAVELLI, A.C. Energia solar: geração de energia elétrica utilizando células fotovoltaicas. **Monografia apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, PUC-SP**, 2013. Acesso em: 28 jan. 2018.

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. **Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica**. Porto: Publindústria, 2013.

ZILLES, R. **Geração Distribuída e Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede**. Março, 2011. Disponível em: < http://www.cogen.com.br/workshop/2011/Geracao_Distribuida_Sist_Fotovoltaicos_29032011.pdf >. Acesso em: fev.2018.

CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO DE COLETOR SOLAR PARABÓLICO DE BAIXO CUSTO

Mauro Alves das Neves Filho

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

João Pessoa – PB

RESUMO: Este artigo propõe o emprego de um coletor solar parabólico de baixo custo, construído com materiais recicláveis aliados a outros mais tradicionais, de modo a otimizar o aquecimento de água para uso doméstico. Para determinação do desempenho térmico, foram calculados valores de eficiência para diferentes arranjos dos coletores - série e paralelo, e diferentes vazões. Os resultados encontrados nas análises e medições atestaram o propósito do projeto e suas vantagens, bem como serviram de indicativo para outros pontos serem aprimorados e aprofundados. Diante deste contexto, os materiais apresentados neste trabalho atuam de forma a viabilizar a execução de sistemas de captação de energia solar sob o ponto de vista técnico, de produtividade, sustentabilidade, economia e facilidade de execução.

PALAVRAS-CHAVE: Coletor solar; Energia solar; Sustentabilidade; Reciclagem

ABSTRACT: This article proposes the use of a low cost parabolic solar collector, fabricated with recyclable materials allied to more traditional ones, in order to optimize the heating

of water for domestic use. To determine the thermal performance, efficiency values were calculated for series and parallel arrangements, and different flow rates. The results found in the analyzes and measurements attested the purpose of the project and its advantages, as well as pointed the needs for improvement at other parameters. In this context, the materials presented in this work act in a way to make feasible the execution of systems aimed to capture solar energy from a technical point of view, of productivity, sustainability, economy and ease of execution.

KEYWORDS: Solar Collector; Solar energy; Sustainability, Recycling.

1 | INTRODUÇÃO

O aumento do uso de tecnologias, a industrialização, o crescimento populacional e desenvolvimento de um país tendem a aumentar a demanda energética. Tal problemática evidencia a importância da implementação de métodos alternativos ao uso tradicional da energia elétrica de forma a minimizar impactos ao meio ambiente, evitar a geração de riscos à saúde da população, e que se mostre capaz de apresentar o aproveitamento das condições e vantagens locais de cada região.

Dentre os métodos existentes, segundo Torres (2012), a energia solar apresenta-se tecnicamente adequada por possibilitar a produção de forma limpa e descentralizada. A autora cita ainda que o Brasil tem a vantagem de estar localizado na zona intertropical, registrando altos índices de irradiação solar durante todo o ano, em comparação com outros países do mundo que já fazem maior uso desta tecnologia.

Um dos grandes obstáculos para a consolidação e popularização desta fonte solar no Brasil é o alto custo inicial de instalação dos equipamentos necessários. O autor do referido artigo, ciente da importância de implementar novas alternativas que apresentem vantagens capazes de otimizar a sua aplicação, montagem e execução de forma econômica, e, considerando que há, no cenário atual, a necessidade de desenvolvimento de sistemas que viabilizem a aplicação em escala nacional de geradores de energia elétrica, propôs um modelo de coletor solar parabólico capaz de otimizar o aquecimento de água para uso doméstico, de forma a evitar o aumento de consumo de energia elétrica.

O efeito pretendido com o uso da calha solar no coletor parabólico consiste no direcionamento dos raios solares para um mesmo local, no caso, o tubo horizontal central, através da propriedade reflexiva do material que constitui a parábola abaixo do tubo. Este fato possibilita a concentração dos raios solares com o foco na tubulação central, o que contribui para um maior aquecimento da água conduzida. Além de diminuir a necessidade de regulação no direcionamento do coletor para maior captação solar no decorrer do dia, a formação de um foco no condutor com o uso da calha parabólica otimiza o resultado desejado.

Neste trabalho, o protótipo foi idealizado de forma a aproveitar materiais recicláveis em sua construção e, após execução, teve seu desempenho analisado através de sucessivas medições de temperatura em diferentes pontos do sistema construído. Realizou-se cálculos para obtenção do rendimento, além de estudo de viabilidade técnica e econômica para aplicação deste modelo.

Por fim, o modelo sugerido apresentou resultados satisfatórios, operando de acordo com o previsto, sendo capaz de alcançar em testes uma temperatura de até 63°C com o arranjo montado em série. Do mesmo modo, observou-se uma diferença considerável no valor a ser investido entre um coletor solar tradicional encontrado no mercado, e o coletor proposto – que se mostrou bem mais econômico do que os industrializados.

2 | COLETOR SOLAR DE PLACA PARABÓLICA

O coletor solar de placa parabólica é um tipo de coletor solar térmico reto em uma dimensão e curvado como uma parábola nos outros dois, revestido com material reflexivo - geralmente um espelho de metal polido. A energia da luz solar que entra no

espelho paralelamente ao seu plano de simetria é focada ao longo da linha focal, onde os objetos que devem ser aquecidos são posicionados.

A ideia principal em se utilizar coletores do tipo parabólico é diminuir a necessidade de ajuste do posicionamento do mesmo, uma vez que o formato de parábola possui um foco para o qual todos os raios são direcionados.

De acordo com Günther et al. (2012), o fluxo de energia em uma usina parabólica geradora de energia elétrica apresenta o seguinte funcionamento: a radiação solar direta é concentrada e convertida em energia térmica. Esta, por sua vez, é convertida em energia de pressão de vapor, que é posteriormente transformada em energia cinética. Finalmente, esta última é transformada em energia elétrica, o produto final do sistema.

O autor supracitado explica ainda que esses passos de conversão de energia são realizados nos respectivos componentes da usina: O coletor parabólico e o sistema de rastreamento são essenciais para o processo de concentração de raios. O receptor converte a energia de radiação em energia térmica. O meio de transferência de calor e o armazenamento térmico são transportadores da energia térmica. O gerador de vapor tem a função de converter a energia térmica em energia de pressão de um meio gasoso, o que ocorre devido a evaporação da água. O sistema de resfriamento tem o objetivo de completar o ciclo líquido/gasoso convertendo o vapor de volta à água. A turbina a vapor converte a energia de pressão no vapor em energia rotacional. O gerador elétrico, finalmente, converte a energia rotacional em energia elétrica, que pode ser fornecida à rede elétrica ou utilizada em outros fins. A Figura 1 apresenta esquema de coletor solar parabólico, mostrando seus principais componentes.

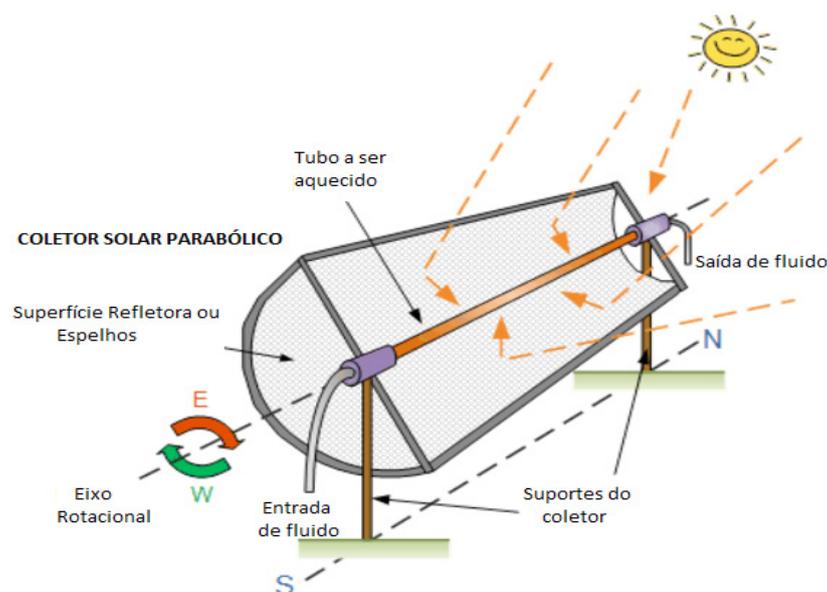


Figura 1: Coletor solar.

Fonte: adaptado de Alternative Energy Tutorials, 2015.

Diferentemente dos coletores solares geradores de energia elétrica mencionados anteriormente, o modelo proposto neste artigo objetiva o aquecimento de água para uso doméstico, e possui também uma tubulação envoltória construída de forma a evitar o contato do ar com a tubulação interna. A Figura 2 ilustra o projeto do coletor, evidenciando a existência de tubulação externa que contém em seu interior a parábola refletora e o condutor da água a ser aquecida. Desta forma, criou-se um vácuo interno para evitar a perda de calor por convecção, que ocorreria devido à ação do vento.

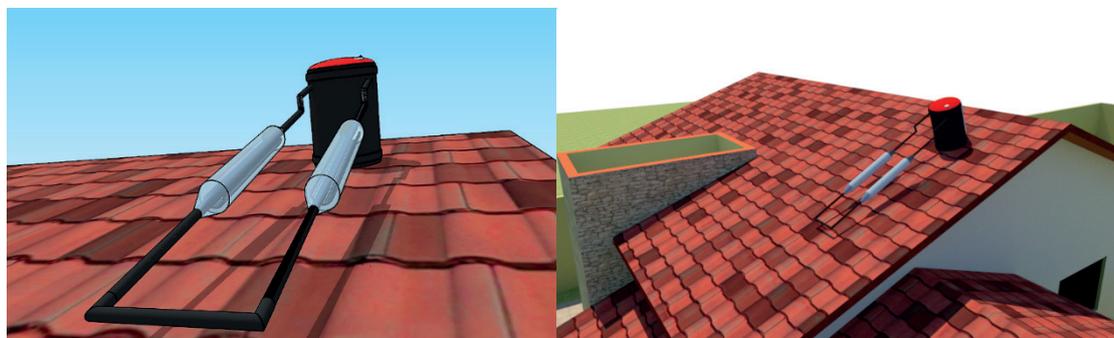


Figura 2: Projeto de coletor solar.

Fonte: elaborado pelo autor.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A construção da tubulação externa foi obtida com o uso de garrafas PET de 2 litros vazias, de cor e modelo semelhantes aos da Figura 3. As garrafas escolhidas para o projeto apresentavam corpo de formato cilíndrico sem ondulações, garantindo a uniformidade da tubulação. O corte foi feito com auxílio de um cano e estilete.



Figura 3: (a) Modelo de garrafa PET utilizada. (b) Processo de corte.

Fonte: (a) Adaptado de Extra (2018); (b) EnergiaSolar2012 (2012)

Antes da colagem da sequência de garrafas, houve uma preparação da superfície das mesmas com um uso da Lixa Folha de granulometria P80, objetivando o aumento da aderência do material com a cola. O processo de lixamento também foi realizado nas tubulações de ferro e tubo de PVC, precedendo os processos de aplicação de tinta e colagem. A Figura 4 apresenta o processo de montagem da tubulação externa, com o posicionamento da interna.



Figura 4: (a) Colagem das garrafas PET. (b) Montagem das tubulações.

Fonte: elaborado pelo autor.

A cola era do tipo específica para PVC. Para vedação das junções, foi usado silicone. Foram feitos dois coletores distintos através destes procedimentos, sendo um deles com funcionamento a vácuo e outro sem, de forma que pudesse ser feita uma comparação do comportamento de ambos.

O material reflexivo presente no interior dos coletores foi montado através de película fumê adesiva espelhada – comumente utilizada como revestimento para vidros automotivos - colada sobre um cano de PVC de 100mm de diâmetro. A Figura 5 ilustra o adesivo fumê prateado espelhado e o cano utilizado, respectivamente.



Figura 5: (a) Superfície reflexiva. (b) Tubulação de PVC. (c) Espelhos montados.

Fonte: elaborado pelo autor.

As principais vantagens do uso do cano PVC estão relacionadas à sua rigidez e uniformidade significativas. A película fumê adesiva também apresentou uma boa performance devido às características reflexivas e homogeneidade apresentadas.

A tubulação central do coletor, disposta na Figura 6, é o duto condutor da água que será aquecida, composto por ferro galvanizado. O material foi lixado e em seguida pintado de cor preto fosco, visando uma melhor absorção de calor. Como

solução alternativa à solda de vários tubos, foi dada preferência ao rosqueamento das tubulações, de forma a uni-los através de conexões – tais como joelhos de 90°. A Figura 6 também ilustra a rosca com conexão. Este recurso possibilita o arranjo do sistema de diferentes maneiras, como por exemplo, montagem em série ou paralelo.



Figura 6: (a) Tubulação central. (b) Conexão rosqueada.

Fonte: elaborado pelo autor.

Através dos resíduos gerados com o uso do cano PVC em outras etapas do trabalho, foi feito o apoio do espelho, com o intuito de manter a tubulação na exata distância focal do material reflexivo. As bases foram montadas com o uso de tábuas de resíduo da construção civil, de fácil obtenção. A Figura 7 apresenta os apoios de PVC, bem como a montagem com base de madeira para o sistema e sua fixação.



Figura 7: (a) Elevação em PVC. (b) Fixação da base. (c) Montagem.

Fonte: elaborado pelo autor.

Após montagem das tubulações externas e internas, os coletores foram configurados conforme Figura 8.



Figura 8: Vista longitudinal da montagem dos coletores.

Fonte: elaborado pelo autor.

O processo de construção dos dois coletores ocorreu de maneira semelhante, diferindo apenas na criação de vácuo dentro de um deles, com objetivo de atingir um menor índice de perdas convectivas para o meio. Foi instalada uma válvula de vácuo através do uso de um recipiente de coleta de sangue, ilustrado na Figura 9.



Figura 9: Válvula de vácuo em um dos coletores.

Fonte: elaborado pelo autor.

Como pode ser observado na figura 9, tanto a extremidade da garrafa que contém o gargalo quanto a tubulação interna estão isolados com silicone, de forma a garantir estanqueidade e impedir a passagem de ar. Este isolamento foi aplicado ao longo de todo o coletor.

O sistema completo, já ligado ao reservatório de água aquecida, está disposto na Figura 10 em ambos arranjos: em série e em paralelo, respectivamente.



Figura 10: (a) Arranjo em série. (b) Arranjo em paralelo.

Fonte: elaborado pelo autor.

Foi dada preferência à seleção de materiais de baixo custo, porém, com precaução na manutenção da qualidade do protótipo e atenção para que o custo reduzido não compromettesse demasiadamente o rendimento ou o funcionamento do coletor. Os custos apresentados na Tabela 1 seriam suficientes para a construção de três coletores, porém, apenas dois foram construídos. Sendo assim, o valor por unidade de coletor fica em torno dos R\$ 56,00. A associação de um número maior de coletores seria capaz de aumentar ainda mais o rendimento e a temperatura alcançada pelo sistema.

Nome	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Garrafa PET	Garrafa incolor	Unidade	12	R\$ -	R\$ -
Cola	Cola para PVC da pequena	Unidade	3	R\$ 1,50	R\$ 4,50
Lixa	Lixa P80, blue metal	Lixa	1	R\$ -	R\$ -
Cano de ferro	Cano galvanizado de 1/2 "	M	6	R\$ 6,67	R\$ 40,02
Joelho	Joelho 90°	Joelho	4	R\$ 3,00	R\$ 12,00
Película fumê	Película prata espelhada	m ²	2	R\$ 25,00	R\$ 50,00
Cano PVC	Cano PVC de 100 mm	6 m	0,5	R\$ 34,40	R\$ 17,20
Tábua	Madeira/compensado	m ²	-	R\$ -	R\$ -
Parafuso, porca	Parafuso do tipo fenda	Parafuso	16	R\$ 0,60	R\$ 9,60
Alumínio	Tira de alumínio	m ²	-	R\$ -	R\$ -
Silicone	Um tubo de silicone	Unidade	1	R\$ 11,00	R\$ 11,00
Tinta preta	Tinta preta fosca	Lata	1	R\$ 16,00	R\$ 16,00
Adesivo	Fita dupla face	Rolo	1	R\$ 2,00	R\$ 2,00
Isopor	Isopor pequeno	Folha	0	R\$ -	R\$ -
Isolante	Isolamento térmico	m	2	R\$ 3,75	R\$ 7,50
Bomba	Bomba para circular água	Unidade	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
TOTAL					R\$169,82

Tabela 1: Custo dos materiais usados na construção do coletor.

Fonte: O Autor, 2018.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A coleta dos resultados foi realizada através de um termopar, e o acompanhamento da variação de temperatura no coletor ocorreu a cada hora, durante todo o dia, em diferentes pontos dos coletores. Com o arranjo do sistema em série, os pontos de coleta foram três: no interior do reservatório, entre a saída dos primeiro e segundo coletores, e na saída do segundo coletor. Já para o arranjo em paralelo, as coletas foram realizadas na entrada e saída do reservatório. Em seguida, foram calculados os rendimentos de ambos arranjos para cada vazão utilizada seguindo a Equação (1).

$$\eta = \frac{m C_p \Delta T}{A I} \quad (1)$$

Onde I representa a irradiação solar de João Pessoa, A é a área do coletor, m a vazão mássica de água, C_p o calor específico da água e ΔT o gradiente de temperatura.

A potência absorvida no coletor depende da absorvidade da superfície da tubulação (α_t), da transmissividade da garrafa PET (τ), da irradiação solar (I) e da área A do coletor, e pode ser representada através da Equação (2):

$$P_{abs} = \alpha_t \tau I A \quad (2)$$

Para a potência transferida para o fluido de trabalho, utilizou-se a vazão mássica de água (m), o calor específico da água (C_p) e o gradiente de temperatura de entrada e saída (ΔT), apresentados na Equação (3).

$$P_{transf} = m C_p \Delta T \quad (3)$$

Diante de todos esses dados, pode-se calcular o coeficiente global de perda para o sistema (U), da seguinte forma, de acordo com a Equação (4):

$$U_{perda} = \frac{P_{abs} - P_{transf}}{A (T_{mt} - T_a)} \quad (4)$$

A Tabela 2 resume os resultados das coletas de temperatura para cada combinação estudada, os quais estão representados em formato gráfico na Figura 11, para melhor visualização das informações.

Horário	Série		Paralelo	
	15 l/h	7,5 l/h	15 l/h	7,5 l/h
8 h	26°C	26°C	26°C	26°C
9 h	36°C	39°C	39°C	30°C
10 h	41°C	47°C	43°C	38°C
11 h	53°C	55°C	46°C	43°C
12 h	56°C	56°C	48°C	46°C
13 h	61°C	57°C	48°C	51°C
14 h	57°C	58°C	46°C	49°C

Tabela 2: Resultados das coletas.

Fonte: elaborado pelo autor.

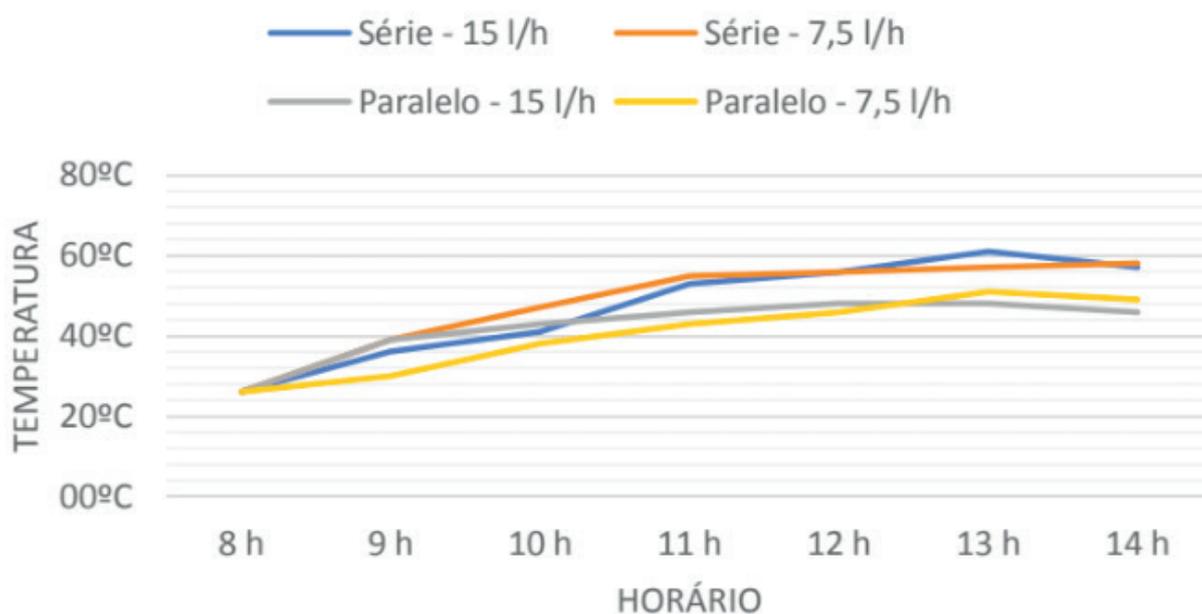


Figura 11: Comparativo entre as diferentes configurações.

Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 3 consiste em um quadro comparativo entre as máximas temperaturas e rendimentos médios para cada tipo de arranjo – série ou paralelo, em cada uma das vazões estudadas. A Tabela 4, por sua vez, resume os resultados para cálculo de potência em cada uma das situações apresentadas.

Arranjo	T máxima (°C)	η média (%)
Série 15 l/h	61	18,28
Série 7,5 l/h	63	25,55
Paralelo 15 l/h	50	13,55
Paralelo 7,5 l/h	53	13,79

Tabela 3: Quadro comparativo.

Fonte: elaborado pelo autor.

Arranjo	Vazão	Pot. absorvida	Pot. Transferida	Perda radiação	Coef. de perda
Série	15 l/h	88,25W	19,92W	68,33W	21,21W
Série	7,5 l/h	86,84W	27,39W	59,45W	16,38W
Para- lelo	15 l/h	89,32W	14,94W	74,38W	29,11W
Para- lelo	7,5 l/h	80,42W	13,7W	66,73W	27,72W

Tabela 4: Resumo dos resultados.

Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com os dados apresentados, observou-se que o arranjo em série apresentou melhores resultados em relação ao rendimento, temperatura máxima e potência transferida para o fluido, além de menores perdas por radiação e coeficiente de perda reduzido.

Ao compararmos resultados das diferentes vazões para os arranjos em série, verificou-se que a menor vazão está associada a uma eficiência melhor. Apesar de a potência absorvida neste coletor ter sido inferior devido às condições de irradiação solar no momento da medição, ainda assim obteve parâmetros superiores às demais situações de arranjo e vazão.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo sugerido apresentou resultados satisfatórios, operando de acordo com o previsto, e alcançou em testes uma temperatura de até 63°C com o arranjo montado em série. O aquecimento do fluido proposto destina-se ao uso doméstico, para aquecimento de água em piscinas, banho, entre outros usos. De acordo com Yara (2011), a temperatura ideal para tais fins é de até 40°C, desta forma, concluiu-se o coletor em questão atendeu à temperatura requisitada para este propósito.

Comparando com os demais equipamentos já disponíveis no mercado e voltados ao aquecimento de água de forma sustentável, observou-se uma diferença considerável no valor a ser investido durante fase de instalação entre os diferentes tipos de sistemas. Os materiais mais tradicionais, apesar de apresentarem maior durabilidade, estão sujeitos a maiores custos iniciais – o que muitas vezes não parece tão atrativo para o usuário, prejudicando a disseminação destes métodos.

Constatou-se através deste estudo a importância do desenvolvimento de pesquisas voltadas à busca de novas tecnologias que viabilizem a aplicação em larga escala de fontes alternativas e modelos sustentáveis de geração de energia, de modo a buscar maior economia, preservação ambiental e aproveitamento de fontes renováveis. Também se percebeu a necessidade de maiores investimentos em políticas públicas de incentivo à eficiência energética, de forma a amenizar os

impactos negativos causados pela produção, transporte e uso da energia, reduzindo o custo da manufatura e conseqüentemente do consumo final.

5.1 Sugestões de Pesquisa

Objetivando aprimorar o projeto, diferentes materiais daqueles já utilizados podem ser testados. De forma a alcançar um maior rendimento do sistema através de melhor aproveitamento da energia solar presente, recomenda-se experimentar as seguintes possibilidades:

- a. Tubulação de cobre substituindo a de ferro: Devido a uma maior condutividade térmica do cobre em relação ao ferro, a tubulação modificada seria capaz de transferir uma maior quantidade de calor à água, melhorando a eficiência do projeto. Além disso, a tubulação de ferro sofre mais com a oxidação do que a de cobre, quando em contato com a água aquecida;
- b. Aprimorar o isolamento do reservatório: O investimento em isolamento de melhor qualidade no reservatório evitaria perdas de calor para o meio, aumentando a eficiência global;
- c. Melhorar a qualidade do espelho: Para o projeto em estudo, utilizou-se como material reflexivo uma película fumê espelhada, comumente utilizada como revestimento de janela de carro. O uso de espelhos autocolantes, por exemplo, poderia acarretar em maior reflexividade e convergência do foco;
- d. Tinta da tubulação: De forma a majorar a captação de calor nos tubos de ferro centrais, aplicou-se um revestimento de tinta spray preta. Há no mercado tintas pretas foscas de melhor qualidade que permitem uma maior absorção de temperatura para a água e melhor adesão ao material;
- e. Aumentar o reservatório: Com o aumento da capacidade do reservatório, haverá uma menor variação de temperatura em seu interior, na eventualidade de más condições climáticas ocorrerem em um curto intervalo de tempo.

Para um uso racional dos materiais adotados e otimização de sua implementação em sistemas de captação de energia solar de baixo custo, deve-se ponderar o benefício alcançado com a adoção de componentes de melhor qualidade com o aumento de custo, avaliando se a proposta é de fato viável.

REFERÊNCIAS

Alternative Energy Tutorials. **Parabolic Trough Reflector**. Disponível em: <<http://www.alternative-energy-tutorials.com/solar-hot-water/parabolic-trough-reflector.html>>. Acesso em 17 de janeiro de 2018;

EnergiaSolar2012. **Energia solar: uma alternativa sustentável**. Disponível em: <<https://energiasolar2012.wordpress.com/projeto-de-coletor-solar>>. Acesso em 18 de janeiro de 2018;

EXTRA. **Refrigerante FANTA Laranja Garrafa 1,5 Litro**. Disponível em: <<https://www.deliveryextra.com.br/produto/25184/refrigerante-fanta-laranja-garrafa-15-litros>>. Acesso em 20 de janeiro de 2018;

Günther, M.; Joemann, M.; Csambor, S. **Parabolic Trough Technology. Advanced CSP Teaching Materials**. EnerMENA, 2016;

TORRES, R. C. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e Área de Concentração em Térmica dos Fluidos. Universidade de São Carlos, São Carlos, 2012;

YARA, H. E. **Projeto de um Sistema de Controle de Temperatura para Chuveiros Aquecidos por Queima de Gás**. Artigo Científico. São Paulo, 2011.

CONSUMO *FAST-FASHION*: IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA PRODUÇÃO DO ALGODÃO

Bruna Ramos da Silva

Graduanda, Instituto Federal de Santa Catarina
(IFSC)

Florianópolis/SC

brunaramos.s@hotmail.com

Patricia Deporte de Andrade

Mestra, Instituto Federal de Santa Catarina
(IFSC)

patideporte@gmail.com

Florianópolis/SC

RESUMO: Este artigo consiste numa pesquisa sobre os impactos ambientais causados pela indústria de produção de algodão e sua demanda exorbitante oriunda das confecções do fenômeno *fast-fashion*, traduzido como moda rápida. O desenvolvimento da pesquisa aqui abordada foi realizado por meio do método de pesquisa bibliográfica, descritiva e qualitativa, a fim de um melhor conhecimento e aprofundamento a respeito dos temas tratados. Como resultado da pesquisa, obteve-se um maior conhecimento acerca da cadeia produtiva do *fast-fashion* e do algodão, além dos impactos que estes causam ao meio ambiente. Ademais, foi possível a evidenciação de diferentes propostas que visam diminuir alguns desses impactos. Entre elas, destacam-se sugestões de como prolongar a vida útil de produtos oriundos do *fast-fashion*, diferentes

métodos de produção sustentável de algodão e ainda algumas alternativas de materiais que podem substituir o algodão na cadeia produtiva, diminuindo os impactos gerados na produção de roupas.

PALAVRAS-CHAVE: Design; Sustentabilidade; Moda; Fast-fashion; Algodão.

ABSTRACT: This article consists of a research on the environmental impacts caused by the cotton production industry and its exorbitant demand derived from the fast-fashion phenomenon, translated as fast fashion. The research developed here was carried out using the method of bibliographical, descriptive and qualitative research in order to better understand the subject matter. As a result of these researches, we obtained a greater knowledge about the productive chain of fast-fashion and cotton, besides the impacts they cause to the environment. In addition, it was possible to show different proposals aiming to reduce some of the impacts caused by the fashion industry to the environment. The article includes suggestions on how to extend the life of fast-fashion products, the different methods of sustainable cotton production, and some alternative materials that can replace cotton in the production chain, thereby reducing the impact on the environment.

KEYWORDS: Design; Sustainability; Fashion;

1 | INTRODUÇÃO

Segundo a Uniethos (2013), a indústria da moda é a quarta maior atividade econômica do mundo, sendo responsável por 14% do emprego mundial. Contudo, é também um dos grandes causadores de impactos ambientais, pois ao longo de seus processos produtivos faz uso de grande quantidade de água e energia, além de liberar grandes quantidades de gás carbônico e produtos tóxicos no meio ambiente (CHEN & BURNS 2006 *apud* NIINIMÄKI, 2013; UNIETHOS, 2013).

Grande parte desse dano causado pela indústria da moda deve-se ao consumo excessivo, incentivado pelo sistema do “*fast-fashion*”, traduzido como moda rápida. Segundo Wyman (2015), o *fast-fashion* consiste num sistema de resposta rápida, no qual as tendências de desfiles são incorporadas rapidamente em novos produtos, chegando às lojas no momento em que a tendência ainda está alta. Todavia, para uma produção ocorrer de maneira tão rápida, existem fatores que são deixados para trás, um deles é a qualidade. Com a utilização de materiais baratos na confecção, as roupas têm uma vida útil menor, o que resulta num aumento de descarte (UNIETHOS, 2013; NIINIMÄKI, 2013).

Tendo em vista que, de acordo com Santos (1997), a principal matéria prima utilizada na indústria têxtil é o algodão, representando 90% do total consumido, é importante uma maior compreensão sobre o processo produtivo dessa matéria prima, bem como as soluções possíveis para a diminuição dos impactos ambientais causados por ela.

Portanto, o objetivo central do presente artigo é apresentar, de maneira concisa, informações acerca do *fast-fashion* e da produção de algodão, bem como os impactos ambientais que causam à natureza. Além disso, pretende-se destacar alternativas que visam uma diminuição desses impactos.

2 | O FAST-FASHION E O CONSUMO DE MODA

O *fast-fashion* é um sistema cujo objetivo é a resposta rápida às tendências e ao consumidor, selecionando os produtos de maior sucesso e levando-os para as lojas em tempo recorde e por um preço baixo (WYMAN, 2015; CIETTA, 2015).

O conceito surgiu na década de 1990, utilizado pelos jornalistas para denominar as mudanças cada vez mais rápidas ocorridas no processo de produção de moda. Contudo, foi na década de 1980 que o sistema se iniciou, primeiro buscando maior velocidade na produção, e depois com os descontos atribuídos aos produtos, que foram aumentando cada vez mais, diminuindo em até 50% os preços comparados com varejistas de roupas tradicionais (WYMAN, 2015; UNIETHOS, 2013; SEBRAE,

2014). Por conta disso, muitos comerciantes que trabalhavam com o modelo de negócio tradicional, o chamado *slow-fashion* (moda lenta) viram-se forçados a sair do mercado, pois não conseguiam competir com tamanha aceleração (WYMAN, 2015).

Os preços baixos, que são um dos pontos fortes do sistema, são obtidos principalmente por meio da exploração de mão-de-obra, já que os fornecedores se veem pressionados pelos preços baixos e condições de entrega que são impostos pela cadeia do *fast-fashion* (CIETTA, 2010). Atualmente as confecções que alimentam essa indústria concentram-se principalmente na China, no Paquistão, em Bangladesh, na Índia, no México, na Romênia, no Camboja e na Turquia, onde a mão de obra é abundante e barata e as condições de trabalho precárias e insalubres (ver **Figura 1**) (UNIETHOS, 2013; LEE, 2009 *apud* AMORIN *et al.*, 2017). Em Guangdong, na China, mulheres e crianças fazem mais de 150 horas extras de trabalho todo mês, sendo que 60% delas não possui nem um contrato de trabalho que assegure seus direitos (DITTY *et al.*, 2016). Além da exploração de mão-de-obra, há um esgotamento por parte dos profissionais da área da moda, que precisam trabalhar excessivamente para acompanhar a velocidade exigida pelo *fast-fashion* (CARVALHAL, 2016).



Figura 1: Além do rótulo: negócios inacabados em bangladesh.

Fonte: CASILLAS (2016).

As mudanças ocorridas na indústria da moda estão cada vez mais rápidas e esse padrão de mudança vem influenciando e modificando os modos de consumo da sociedade (SHIMAMURA; SANCHES, 2012). Ou seja, quanto mais rápidas são as mudanças das tendências e os lançamentos de novos produtos da moda, mais atraídos são os consumidores, que são facilmente seduzidos pela ideia de novidade (BELCHIOR, 2014). Por este motivo, o ser humano tende a consumir na mesma velocidade que a indústria produz.

De acordo com Bauman (2008), existe prazer e alegria no ato de comprar e consumir faz parte do “processo de auto identificação individual e de grupo” (BAUMAN, 2008, p.41). No consumo de moda, é importante ressaltar que os produtos são muito mais que simples bens de consumo; possuem valor simbólico e carregam em si características sobre seu usuário, sua cultura e sobre um determinado contexto

histórico, auxiliando ainda mais nesse processo de auto identificação (CIETTA, 2010).

Além disso, segundo Cietta (2010), o setor da indústria da moda e do *fast-fashion* possui um papel importante na economia mundial e, segundo informações extraídas da Uniethos (2013. p,10.), “Atualmente, as indústrias têxteis e de vestuário, juntas, constituem a quarta maior atividade econômica; concentram 5,7% da produção manufatureira e mais de 14% do emprego mundial”.

Contudo, com o aumento da produção e do consumo de roupas derivados do *fast-fashion*, há um impacto direto no meio ambiente (UNIETHOS, 2013). A indústria têxtil e da moda juntas usam mais água nos seus processos produtivos que qualquer outro setor econômico, ficando atrás apenas da agricultura. Nesses processos são liberadas enormes quantidades de produtos químicos tóxicos ao ambiente. Estima-se que o volume total dessa produção, a nível mundial, seja mais de 30 milhões de toneladas por ano (CHEN & BURNS 2006 *apud* NIINIMÄKI, 2013).

Os preços, a baixa qualidade e a obsolescência cultural e estética dos produtos levam os consumidores a comprar mais e por impulso, provocando um comportamento de consumo insustentável, o que resulta em: consumo excessivo, tempo de uso curto e eliminação prematura do produto que resulta numa alta geração de resíduos (NIINIMÄKI, 2013). Com isto e com o aumento do volume de roupas produzidas, há um aumento no fluxo de materiais, no uso de água, de energia e de produtos químicos liberados no meio ambiente. E ainda, segundo a UNIETHOS (2013. p,37.), “[...] a indústria de vestuário tem uma alta pegada de carbono, gerando emissões em todas as fases, da produção ao uso e descarte de produtos [...]. Em média, para produzir um quilo de tecido, usa-se 0,6 kg de energia equivalente e dois quilos de CO2 equivalentes são emitidos.” Por equivalente, entende-se relação energia/produto considerando as variáveis de tempo e localização (país), já que a matriz energética de cada país pode variar (ECONOMIA & ENERGIA, 2000).

No ano de 2015, o mundo consumiu 73 bilhões de toneladas de têxteis e apenas 20% dessas roupas são recicladas todo o ano, o restante é enviado para aterros têxteis (ver **Figura 2**). No aterro, essas roupas entram em decomposição e liberam metano, que é um gás extremamente prejudicial para a camada de ozônio (DITTY *et al.*, 2016).



Figura 2: Resíduos têxteis em aterro de Damasco na Síria.

Fonte: Blog Coclear com foto de TAHERZADEH , Mohammad J.

3 | O PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ALGODÃO TRADICIONAL E SEUS IMPACTOS

O algodão é a principal fibra utilizada na indústria têxtil, movimentando grande parte da economia mundial (UNIETHOS, 2013; SANTOS, 1997). Anualmente, o algodão movimenta cerca de US\$ 12 bilhões e emprega mais de 350 milhões de pessoas em toda sua produção, desde a extração da fibra até a embalagem. A demanda de produção vem aumentando de forma gradativa desde a década de 1950, com um crescimento anual de 2% (UNIETHOS, 2013).

A demanda da produção de algodão teve um aumento expressivo na década de 1980, devido ao deslocamento da indústria têxtil para países da periferia asiática, local onde a mão-de-obra é mais barata (BUAINAIN; BATALHA, 2007) e onde são produzidas as peças de vestuário do *fast-fashion*, como abordado no capítulo anterior.

O início da cadeia produtiva da indústria do algodão ocorre na agropecuária, com a extração da matéria prima e o descaroçamento (separação da fibra e do caroço). Em seguida, a matéria prima é enviada para a indústria têxtil, onde passa por diversos processos como: fiação (construção dos fios), malharia (confeção do tecido), beneficiamento I,II,III, que pode ocorrer logo após a etapa de malharia ou de confecção, para, por fim, chegar no produto final que será distribuído no mercado (ver **Figura 3**) (UNIETHOS, 2013; BUAINAIN; BATALHA, 2007; SANTOS, 1997).

Nas etapas do processo têxtil de fiação e malharia, também há prejuízos para os trabalhadores, devido à geração de pó e de ruídos provenientes das máquinas, além da grande geração de calor, também proveniente das máquinas. Ainda na etapa de fiação, pode ocorrer a aplicação de lubrificante sólido no fio, a fim de melhorar o rendimento do processo posterior. Esse lubrificante também agride o meio ambiente. Já na etapa de confecção, há a geração de resíduos derivados de resto de linha, tecido e agulha (SANTOS, 1997; UNIETHOS, 2013).

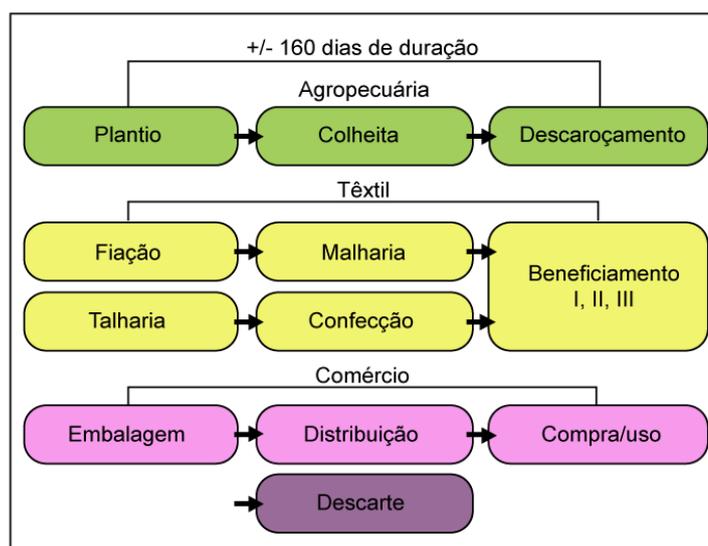


Figura 3: Tabela de ciclo de vida do algodão.

Fonte: Adaptado de Santos, 1997; Buainain; Batalha, 2007.

Na etapa de beneficiamento ocorre o processo que dá característica ao tecido, podendo ser ele **primário I** (tingimento do fio ou do tecido), **secundário II** (estamparia) e **terciário III** (fase em que agrega-se qualidade material ao tecido, como a impermeabilização). Esta fase é considerada a mais prejudicial ao meio ambiente, principalmente para a água e para o ar, pois os processos envolvidos nessa etapa envolvem o uso de grande quantidade de substâncias químicas (SANTOS, 1997; UNIETHOS 2013; DAMASCENO *et al.*, 2010).

O processo de produção do algodão faz uso de uma quantidade exorbitante de água e de energia, o que pode ser ainda maior no caso da produção de algodão destinado à confecção de roupas baratas. Estima-se que, em média, para produzir apenas uma camiseta de algodão são necessários 2700 litros de água, o equivalente à quantidade de água que um ser humano deve beber em um período de três anos (NIINIMÄKI, 2011; BLANCHARD, 2016). E, de acordo com o programa Cidades e Soluções (2017), a cultura do algodão é a que mais recebe agrotóxico no mundo.

Além disso, nos processos posteriores à confecção têxtil, também existem danos causados ao meio ambiente. No processo de embalagem do produto que seguirá para o mercado, por exemplo, são utilizados materiais altamente poluentes que se transformam em resíduos. Já na distribuição para as lojas existe a liberação de gases de efeito estufa (GEE) (SANTOS, 1997; UNIETHOS, 2013).

Na etapa de uso, dependendo da quantidade de vezes que o consumidor lava sua roupa, é possível que o gasto de água seja tão alto quanto o necessário para produzir uma camiseta de algodão. Além disso, há adição de produtos químicos na água utilizada para a lavagem. Ademais, quanto ao descarte do produto, sua capacidade de reciclagem é mínima, podendo ser feita efetivamente apenas uma vez, o que resulta num aumento de descarte e de geração de resíduos (NIINIMÄKI, 2011; UNIETHOS, 2013).

3.1 Processos Ecológicos de Produção de Algodão

Conforme descrito anteriormente, são diversos os impactos negativos decorrentes da produção de algodão. Nesse sentido, novas alternativas foram desenvolvidas com o intuito de reduzir os impactos ambientais causados pela produção de algodão. São inovações utilizadas no processo de produção que permitem que os insumos utilizados no processo e também os resíduos gerados sejam melhor aproveitados (SANTOS, 1997).

Um exemplo de processo produtivo ecologicamente correto é o do **algodão orgânico**, que é cultivado sem pesticidas, fertilizantes ou reguladores químicos, o que também ajuda a evitar o adoecimento de agricultores (UNIETHOS, 2013; MUCHINSKI; SENA, 2015). Seu cultivo ocorre dentro de um sistema que estimula a utilização produtos naturais (DAMASCENO *et al.*, 2010). No Brasil, o assentamento Margarida

Maria Alves é referência no plantio de algodão orgânico. A variação de preço entre o algodão comum e o orgânico é de apenas 2 dólares (CIDADES E SOLUÇÕES, 2017).

Contudo, para obter um bom resultado, é importante considerar todo o processo de confecção do produto e ciclo de vida (DAMASCENO *et al.*, 2010). Por isso, existem **alternativas de tingimento** que utilizam produtos naturais, já que, como apontado anteriormente, a fase de tingimento no beneficiamento da malha é uma das etapas mais poluentes no processo de produção do algodão. A natureza oferece diversas opções de corantes naturais que podem ser utilizados nesse processo, Damasceno *et al.* (2010) traz alguns exemplos em seu artigo “Sustentabilidade do processo de tingimento do tecido de algodão orgânico”, citando urucum, jenipapo e casca de cebola.

Outra alternativa é o **algodão colorido** que, além de ser de baixo custo, dispensa o processo de beneficiamento, por se tratar de uma fibra já colorida naturalmente. Foram desenvolvidos, no Sertão da Paraíba, nordeste do Brasil, cinco tipos de algodão colorido, resistentes aos mais diversos processos têxteis. Suas nomenclaturas foram inspiradas na coloração de cada um, sendo eles BRS Verde, BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e 200 Marrom (MUCHINSKI; SENA, 2015).

Além disso, a produção do algodão colorido representa uma economia de 85% de água, pois ao contrário do algodão tradicional que precisa de 5 lavagens, o colorido precisa apenas de uma. Isso também resulta numa economia de 75% do uso energia, comparado ao processo de tingimento do algodão tradicional. Um exemplo de indústria que trabalha com a produção do algodão colorido é a *Natural Cotton Color* (CIDADES E SOLUÇÕES, 2017).

Existem outras inovações, como o ***Real Lasting Cotton***, da Delta Galil, por exemplo, que além de preservar os tecidos de algodão, fazem com que estes pareçam novos, mesmo depois de várias lavagens. Já o ***Real Cool Cotton***, também da Delta Galil, é um novo tipo de “algodão inovador que permite uma evaporação significativamente mais rápida do que a do algodão convencional. A tecnologia permite aumentar a capacidade de absorção do tecido, além de transferir umidade para a superfície, para que possa evaporar mais rapidamente.” (PORTUGAL TÊXTIL, 2017).

É importante destacar, também, alguns programas que foram criados com o intuito de garantir melhores condições de trabalho para os funcionários da produção de algodão, como a ***Cotton Made in Africa***, que é uma iniciativa da Fundação *Aid by trade* e visa integrar pequenos produtores africanos com grandes marcas de varejo, garantindo a eles um lugar no mercado. Além disso, “o programa garante alguns indicadores como menor uso de água, melhoria do solo, aumento do número de crianças na escola e melhores rendimentos para os produtores”. Outro exemplo é o algodão ***Fairtraide***, que apesar de não proibir o uso de pesticidas em sua produção, possui uma política baseada na garantia de preços justos, oferecendo melhores condições de trabalho aos produtores (UNIETHOS, 2013).

4 | SUBSTITUINDO O ALGODÃO POR MATERIAIS MAIS SUSTENTÁVEIS

Além da existência de melhorias no processo de algodão, existe uma variedade de materiais ecológicos que podem substituir essa fibra na produção de roupas. Sendo assim, neste capítulo serão apresentadas algumas alternativas que vêm sendo utilizadas atualmente.

A **fibra de Bambu** é uma opção artificial obtida a partir da polpa do bambu. Seu cultivo é realizado sem a utilização de pesticidas ou produtos químicos, sendo, por isso, considerada uma das fibras mais sustentáveis. Além de renovável e 100% biodegradável, a fibra de bambu é mais macia que a de algodão e é um bactericida natural e inibidor de odores. Outra vantagem é o fato de possuir um brilho natural que ao toque assemelha-se à seda ou à caxemira. A roupa da fibra de bambu é naturalmente anti-microbial, pois contém um agente denominado “kun de bambu”, que impede a procriação de bactérias, sem necessitar da utilização de produtos químicos (ALVES; RUTHSCHILLING, 2007. MUCHINSKI; SENA, 2015)

O cânhamo é considerado uma alternativa mais ecológica em relação ao algodão e vem ganhando espaço no mercado de moda. Além de crescer rapidamente e sem a necessidade de grande quantidade de pesticida, o cânhamo produz fibras longas com grande facilidade de tingimento e pode ser cultivado em climas mais frios, podendo agregar em sua produção a utilização de enzimas favoráveis ao meio ambiente (NIINIMÄKI, 2013. ALVES; RUTHSCHILLING, 2007).

O **Tencel** (Lyocell) é uma espécie de viscose ecológica biodegradável e renovável que é fabricada a partir da polpa de madeira e de árvores especificamente cultivadas para esse fim. Seu processamento foi desenvolvido especialmente para ter um baixo nível de impacto ambiental (CHEN & BURNS 2006 *apud* NIINIMÄKI, 2013).

A **Fibra de soja** é uma fibra artificial e proteica produzida a partir da semente de soja. Em sua produção, são utilizados acessórios e agentes não venenosos que evitam a poluição ao ambiente, e os resíduos da proteína extraída podem ser usados como alimentação. As malhas de fibra de soja são de textura lisa e possuem maciez e brilho. Sua capacidade de absorção é idêntica a do algodão, contudo a sua capacidade de ventilação é superior (ALVES; RUTHSCHILLING, 2007. MUCHINSKI; SENA, 2015).

A **Fibra de Milho** (PLA: Ácido Polilático) é uma fibra sintética, renovável e biodegradável, que é obtida a partir de uma matéria vegetal extraída do milho. A quantidade de combustível utilizado em sua produção é inferior a 30-40%, o que resulta em uma menor emissão de dióxido de carbono, comparando com outros polímeros baseados na petroquímica. A fibra de milho possui um baixo nível de toxicidade, é de fácil manutenção e possui boa resistência molecular e UV., além de ser resistente a chamas e à proliferação de bactérias. As características dos tecidos obtidos a partir dessa fibra podem variar de finos e brilhantes a espessos e aconchegantes. Também possuem grande facilidade de tingimento e são resistentes à luz, à transpiração e a lavagens sucessivas. Suas propriedades mecânicas e químicas têm as mesmas

características avançadas que outros tecidos respiráveis. Por este motivo, são suaves e confortáveis e podem ser utilizadas na fabricação de jeans. Vale ressaltar que, apesar de ser um material sintético, essa fibra não possui químicos à base de petróleo em sua composição; (ALVES; RUTHSCHILLING, 2007; MUCHINSKI; SENA, 2015).

A **Fibra Lempur** provém da fibra celulósica artificial obtida a partir da madeira da poda do pinheiro branco da América do Norte. Sua principal característica é a capacidade de absorção de água, que é três vezes superior à do algodão, o que lhe confere um toque extremamente macio. Contudo, apesar dessas qualidades, a fibra de lempur possui um preço elevado, o que dificulta sua comercialização (ALVES; RUTHSCHILLING, 2007).

5 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento da pesquisa apresentada nesse artigo segue o método de pesquisa qualitativa, que consiste no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas, descobrindo novas teorias, utilizando como referência o objeto que está sendo estudado (FLICK, 2009).

A pesquisa teve início com um levantamento bibliográfico sobre o *fast-fashion* e sobre as demais temáticas aqui apresentadas, tudo com o intuito de levantar informações relevantes para atingir o objetivo proposto.

Por meio de uma pesquisa documental, que consiste em uma coleta de dados por meio de documentos, escritos ou não (Marconi; Lakatos, 2010), foram evidenciados, com a demonstração de imagens, dados e tabela, os danos que o *fast-fashion* e a produção de algodão causam ao meio ambiente.

Por fim, são apresentadas as soluções existentes, que possuem o intuito de erradicar ou amenizar os danos causados ao meio ambiente.

6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O plantio da fibra de algodão usa 22,5% dos inseticidas, e 10% dos pesticidas do mundo todo. As roupas são responsáveis por aproximadamente 3% da produção global de emissões de CO₂ (DITTY *et al.*, 2016). Nesse contexto, o *fast-fashion* incentiva o consumo acelerado, produzindo roupas baratas e de baixa qualidade, o que, de acordo com Niimäki (2011), acarreta outro impacto ambiental, já que, segundo ela, a quantidade de água utilizada para produzir uma camiseta de algodão de baixa qualidade é muito maior se comparada com uma de alta qualidade. Com o consumo acelerado, aumenta o descarte do produto, que se torna um resíduo no meio ambiente, considerando que a reciclabilidade do algodão é praticamente nula (NIIMÄKI 2011).

Para além disso, deve-se levar em conta também outro problema levantado

neste artigo: a sustentabilidade social e as condições precárias de trabalho a que são submetidos os trabalhadores envolvidos na produção e na confecção de roupas de algodão.

Neste viés, surgem propostas alternativas, como o *Fashion Revolution* (Revolução da Moda), que nasceu de uma tragédia ocorrida no dia 24 de abril de 2013, em Bangladesh, quando o prédio *Rana Plaza*, destinado à indústria têxtil do *fast-fashion*, desmoronou, matando 1.133 pessoas e deixando outras 2500 feridas. O *Fashion Revolution* surge a partir disso como uma proposta de repensar o universo da moda, não somente no que se refere à produção de algodão, mas também ao consumo consciente, à defesa aos direitos humanos e do salário justo e à valorização do trabalho artesanal. Além disso, tem a proposta da transparência, que incentiva que todo consumidor saiba de onde veio sua roupa e por quem foi feita (DITTY *et al.*, 2016).

Atualmente já existem marcas que trabalham em cima da proposta de transparência, informando ao consumidor a quantidade de carbono e água utilizadas na produção de suas roupas. Um exemplo é a marca *Reformation*, criada nos Estados Unidos, que além de fornecer essas informações ao cliente, produz suas roupas utilizando métodos e materiais sustentáveis.

Percebendo que hoje existem diversas opções de materiais e métodos na indústria têxtil que visam o menor impacto ambiental e social, é possível dizer que uma das soluções cabíveis a partir de agora é o investimento na educação de um consumidor consciente, para que tais opções sejam melhor aproveitadas. Por esse motivo, é importante que haja a conscientização do consumidor, a fim de diminuir o consumo e conseqüentemente a demanda de mercado. E além disso, é relevante que o consumidor passe a conservar por mais tempo as roupas que já tem, ao invés de comprar roupas novas, pois assim a indústria, para acompanhar esse novo perfil de consumidor, terá que investir em roupas duráveis e de qualidade, e os novos processos e materiais evidenciados nesse artigo, farão parte de um conjunto maior de soluções, que visam tornar a moda um setor mais consciente e sustentável.

Considerando o papel que a indústria da moda ocupa na economia devido ao consumo exagerado derivado do setor, fica evidente a importância de uma mudança em toda sua cadeia produtiva. Como dito, o algodão é a principal fibra utilizada na indústria têxtil e sua capacidade de reciclabilidade é mínima, o que resulta numa enorme quantidade de resíduos despejados no meio ambiente, e que, no processo de decomposição, liberam substâncias tóxicas para o mesmo. Portanto, para além de uma preocupação com a sustentabilidade nos processos e materiais de novos produtos, é importante oferecer um destino para os produtos que já existem, aumentando sua vida útil e diminuindo a quantidade de resíduos que serão despejados no meio ambiente. De acordo com Blanchard (2016), cada tonelada de têxtil que é reutilizada evita que 20 toneladas de CO₂ sejam liberados na atmosfera.

Para isto, é necessário realizar uma inversão nos projetos de design que hoje,

que segundo Belchior (2014), visam incentivar o consumo através da criação de novos produtos e promoções, atraindo os consumidores. Essa inversão pode ser realizada através do reaproveitamento de produtos e roupas já existentes, por meio de consertos e customizações, além da elaboração e da divulgação de campanhas que incentivem o consumo consciente.

Contudo, esta é uma via de mão dupla que precisa tanto do incentivo e auxílio de quem projeta quanto de quem consome, pois, o consumidor é o cerne de todo projeto de design; é a partir das suas necessidades que se iniciam os projetos. Sendo assim, uma vez que a necessidade e a vontade do consumidor se modificam, os projetos de design, a indústria e o comércio se modificam também.

Por fim, seguem alguns dos conceitos propostos pelo movimento do *Fashion Revolution*, que podem ser aplicados não somente para o consumidor, mas para os designers, e não somente para a moda, mas para todos os outros setores da economia: **pesquisar** de onde vêm as roupas e por quem foram feitas; **alugar** e **ir ao brechó** ao invés de comprar peças novas; **personalizar**, **consertar** e **ressignificar** o que já existe; e por fim, **doar** o que já não serve mais, ao invés de jogar fora. Ou seja, mudar a visão sobre o consumo e sobre a moda.

REFERÊNCIAS

ALVES, Gabriela; RUTHSCHILLING, Evelise. **Vestuário convencional: Aplicação e comercialização de eco-têxteis**. Rio Grande do Sul, 2008.

BATALHA, Mário; BUAINAIN, A. M. **Cadeia produtiva do algodão**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Série Agronegócios, Brasília, v. 4, 2007.

BAUMAN, Zygmunt. **Vida para consumo: a transformação das pessoas em mercadoria**. Rio de Janeiro: Zahar, 2007. p. 37-70.

BELCHIOR, Camilo. **Reciclando os sentidos**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora do autor, 2014. p. 53-80.

CARVALHAL, André. **Moda com propósito: manifesto pela grande virada**. 1.ed. São Paulo: Paralela, 2016. p. 19-35.

CIETTA, Enrico. **A revolução do fast-fashion: estratégias e modelos organizativos para competir nas indústrias híbridas**; tradução de Glaucia Brito e Kathia Castilho. 1.ed. São Paulo: Estação das letras e cores, 2010. p 15-143.

COMÉRCIO VAREJISTA: **Fast fashion no varejo**. São Paulo: SEBRAE, 2014

DAMASCENO, Silvia; SILVA, Fernanda; FRANCISCO, Antonio. **Sustentabilidade do processo de tingimento do tecido de algodão orgânico**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, 2010.

DITTY, Sarah; COOK, Ian; FUTERRA, Laura. **Como ser um revolucionário da moda**. Tradução de Marina de Luca Marcela Luppi Elisa Tupiná Igor Arthuzo. Bond; European Year for Development, 2016. 42 p.

FLICK, Uwe. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. 3.ed. Artmed Editora, 2009. p.26-30.

INDÚSTRIA DA MODA É UMA DAS MAIS POLUIDORAS DO MUNDO. Cidades e Soluções. Rio de Janeiro: Globo News, 16 de outubro, 2017. Programa de TV. 24min.

MARCONI, Marina; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003. p. 174-183

MUCHINSKI, César; SENA, Taisa. **Fibras têxteis sustentáveis: algodão colorido e orgânico, fibras de bambu, soja e milho**. São paulo, 2015.

NIINIMÄKI, Kirsi. **From Disposable to Sustainable**. Helsinki: Aalto University, 2011. p. 130-139

NIINIMÄKI, Kirsi. **Sustainable fashion: New approaches**. Helsinki: Aalto University, 2013. p. 19-49.

PORTUGAL TÊXTIL. **Novas gerações, velho algodão**. Disponível em: <<https://www.portugaltexil.com/novas-geracoes-velho-algodao/>> Acesso em: 13 de novembro de 2017

SANTOS, Simone. **Impacto ambiental causado pela indústria têxtil**. Santa Catarina, 1997.

SÉRIE DE ESTUDOS SETORIAIS. **Sustentabilidade e competitividade na cadeia da moda**. São Paulo: Uniethos, 2013. p. 10-51.

SHIMAMURA, Erica; SANCHES, Maria Celeste. O Fast Fashion e a identidade de marca. **Projética**, v. 3, n. 2, p. 66-76, 2012.

THE REFORMATION. **Micah Dress**. Disponível em: <<https://www.thereformation.com/products/micah-dress-oregano>> Acesso em: 24 de outubro de 2017

WAINE, Oliver. **Fast fashion staying on-trend with a new style of supply chain**. New York: Marsh e McLennan companies, 2015.

Figura 1: **Além do rótulo: negócios inacabados em bangladesh**. Disponível em: <http://www.claudiomontesanocasillas.com/photogallery/beyond-the-label/#0> acesso em: 27/11/2017

Figura 2: **Os resíduos têxteis em aterro em torno de Damasco, Síria**. Disponível em: <http://www.coclear.co/blog/the-environmental-challenges-facing-the-fashion-industry> acesso em: 15/11/2017

Economia e Energia, 2000. Disponível em: http://ecen.com/matriz/matriz2/en_quiv0.html acesso em: 15/11/2017)

DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: REFAZ – MOBILIÁRIOS SUSTENTÁVEIS

Laura Caroline Machado da Silva

UNISINOS

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Karine de Mello Freire

PPG Design UNISINOS

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

RESUMO: O trabalho propõe a apresentação do desenvolvimento de um sistema produto-serviço a partir da utilização dos resíduos oriundos da construção civil e sua aplicação na construção de mobiliários. Para isso, realizou-se um estudo de caso da empresa Refaz, onde serão apresentados e analisados os primeiros resultados do negócio. A fundamentação teórica baseia-se nos conceitos de sustentabilidade, consumo consciente e ferramentas do design estratégico. Objetiva-se apresentar a marca de mobiliários com o intuito de abordar a cultura de consumo de bens duráveis, leves e incentivar o empreendedorismo sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Produto - serviço;
Resíduos; Mobiliários

ABSTRACT: The work was developed with the objective of subsidizing the construction of civil construction buildings and their applications in the development of furniture. For this, a Refaz company case study was carried out. The theoretical basis is based on the concepts

of sustainability, conscious consumption and strategic design tools. The aim is to present a brand of furniture with the intention of approaching a culture of consumption of durable, light goods and entrepreneurs of sustainable entrepreneurship.

KEYWORDS: Product-service; Waste; Furniture

1 | INTRODUÇÃO

Na atualidade sabemos que o crescimento da construção civil tem se refletido em avanços qualitativos para a economia do país, sendo reconhecida como um dos setores que mais geram riqueza e postos de trabalho no Brasil (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2012). No entanto, ao mesmo tempo em que esse setor viabiliza o progresso da economia, ele também ocasiona um grande impacto ambiental devido à extração exacerbada dos recursos naturais e da má utilização de resíduos gerados (SANTO, 2014). Esse mercado é responsável por uma média de 65 milhões de toneladas de resíduos ao ano e apenas 5% são reutilizados (CAPELLO, 2006). Complementando este dado, a Abrecon – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – destaca que cerca de 50% do material utilizado no setor é desperdiçado. (Pesquisa

Setorial, 2014/2015). Entretanto o fator agravante é que a maior parte desses resíduos acumulados não são segregados corretamente e recebem uma destinação imprópria, sendo deixada em terrenos baldios, áreas de preservação e vias públicas (HOLDERBAUM, 2009). Tal prática inviabiliza a reciclagem e conseqüentemente, o seu reaproveitamento (CAPELLO, 2006).

A partir dessa constatação, sabe-se que a grande maioria da reciclagem realizada, hoje, se restringe ao reaproveitamento de resíduos apropriados para a sua transformação em agregados. Segundo informações obtidas por uma entrevista realizada com um especialista da área (entrevistado 1), esses excedentes, em sua maioria, são vendidos pra empresas específicas de processamento de resíduos para então, retornarem à construção civil e serem reutilizados. Na cidade de Porto Alegre, o acúmulo e separação dos resíduos são realizados dentro dos canteiros de obra com a utilização de caçambas estacionárias (HOLDERBAUM, 2009).

Manzini (2008) defende que a sociedade deve se mover em direção à redução do consumo material em busca do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, nota-se a oportunidade de transformar os resíduos de construção civil (RCC) passíveis de reutilização em matéria prima para a fabricação de novos produtos, prolongando seu ciclo de vida útil. Entende-se que a partir da construção de bens e serviços que comuniquem essa estratégia de busca por soluções sustentáveis obtêm-se um grande fator competitivo de mercado, gerando inovação a partir do reaproveitamento de resíduos sólidos industriais.

Fundamentado nessas constatações e devido à baixa quantidade de resíduos do setor da construção civil que são efetivamente reaproveitados (CAPELLO, 2006), percebeu-se a oportunidade de transformar os RCC a partir da sua ressignificação. O trabalho pretende utilizar como base de estudo o artigo trazido por Silva e Freire (2018) e apresentar o desenvolvimento dos primeiros projetos realizados pela marca Refaz a partir da análise dos processos realizados e da lógica comercial e de desenvolvimento sustentável.

Manzini (2008) traz o design como um fator essencial ao processo quando enfatiza a importância do designer por conhecer os atuais modos de interação do consumidor com seus artefatos e, ao mesmo tempo, identificar o que os usuários consideram como qualidade e bem-estar. Ainda segundo o autor, são essas características que devem ser repensadas e transformadas a fim de alcançar um sistema sustentável e de consumo consciente. Portanto, pretende-se que tal estudo possa incentivar o consumo consciente apresentando uma alternativa diferente de mobiliários fabricados a partir da utilização de resíduos e incentive o surgimento de novas empresas que ofereçam produtos e serviços que provoquem consciência à sociedade.

2 | SUSTENTABILIDADE: CULTURA DE CONSUMO, BEM-ESTAR E CONSUMO CONSCIENTE

Na contramão da cultura de consumo, há um movimento que busca soluções sustentáveis. Projetar soluções sustentáveis significa concebê-las e desenvolvê-las de forma que os danos ao meio ambiente sejam reduzidos e que as qualidades dos contextos de vida sejam regeneradas, sem que haja a estagnação do crescimento econômico, mas sim a conciliação com as questões ambientais e sociais (Manzini, 2008; CMMAD, 1991; Naime, 2012). Para todo e qualquer sistema de produção, uso e consumo serem sustentáveis, é necessário que seus objetivos vão ao encontro das demandas da sociedade a partir de produtos e serviços que sejam pensados, desenvolvidos e utilizados sem que haja interferência nos ciclos naturais e sem comprometer o capital natural. Entretanto, as atuais demandas sociais geradas pela busca constante pelo bem-estar, inviabilizam o progresso do desenvolvimento sustentável (Manzini, 2008).

A Revolução Industrial trouxe benefícios e facilidades, permitindo o acesso a produtos que ofertavam experiências anteriormente acessadas apenas por uma pequena parcela da população, de forma mais simples e democrática, aumentando a liberdade individual da sociedade e gerando uma nova ideia de bem-estar, o que pode ser observado até os dias atuais. (MANZINI, 2008; FIALHO, 2012) No entanto, a ideia de bem estar baseado em adquirir produtos é intrinsecamente insustentável, tanto do ponto de vista ecológico, quanto social. (JACOBI, 2005) Segundo Manzini (2008), para a aplicabilidade da vivência sustentável, há necessidade de redução significativa de consumo de recursos ambientais e da transformação do ambiente físico e social, o que acarretaria em uma considerável mudança na significação atribuída pela sociedade em relação à ideia de qualidade de vida e/ou bem estar.

De acordo com Toni, Larents e Mattia (2012), o consumo consciente está relacionado com o estilo de vida que se preocupa com a responsabilidade ambiental, valorizando o impacto que um produto pode exercer sobre o meio ambiente. O consumo consciente sugere uma mudança no comportamento do consumidor, não mais apenas preocupado com o ambiente, e sim englobando variáveis mais coletivas e responsáveis no consumo (CARDOSO; SOUZA, 2013). Conforme dados obtidos por uma pesquisa realizada pelo Instituto Akatu (2010), houve um crescimento, entre os anos de 2003 e 2009, de 20% para 37% sobre o percentual de consumidores que levam em consideração a postura ética das empresas. Dessa forma, pode ser visto a evolução da sociedade rumo a este ideal. O mercado e a sociedade consumidora valorizam os bens intangíveis e a economia do conhecimento, saindo da era dos bens materiais e entrando na era pós-moderna. (FIALHO, 2012). Segundo Manzini (2008), contrariamente aos clichês, a sustentabilidade é o contrário da conservação, pois se não rompermos com as tendências dominantes em termos de estilo de vida, produção e consumo, então assistiremos a verdadeira conservação, a qual resultará

na continuação nos atuais e catastróficos estilos de vida, produção e consumo.

3 | DESIGN ESTRATÉGICO E SISTEMAS PRODUTOS-SERVIÇOS SUSTENTÁVEIS

A origem do Design Estratégico dá-se com a crise do paradigma do produto, caracterizado, até então, como bem concreto. Essa atividade “(...) promove o conceito de sistema-produto, um conjunto coerente de elementos materiais e imateriais que modificam e influenciam a existência do produto e sua percepção pelo consumidor.” (GALISAI; BORBA; GIORGI, 2008). Para Zurlo (2010) apud Freire (2014) o Design Estratégico possibilita gerar sentido e concretizar os resultados em sistemas de ofertas a partir da construção de produtos-serviço que, por sua vez, são a representação visível da estratégia.

Silva e Santos (2009) definem o conceito de PSS (Sistema Produto-Serviço) como um sistema de inovação que desloca o foco do produto para a utilização de produtos e serviços associados. Esse sistema tem como objetivo fornecer as funcionalidades concedendo satisfação ao usuário, de modo que o impacto sobre o meio ambiente seja reduzido. (BAINES et all, 2007 apud SILVA; SANTOS, 2009). Dessa forma, entende-se que a concepção de produtos-serviços além de colaborarem para a diminuição do impacto ambiental causado pelos RCC, ofertem valor a partir do incentivo do consumo e produção de sistemas sustentáveis.

Para Magalhães (1997) a materialização dessa prática ocorre a partir do desenvolvimento do produto certo (eficácia do processo de design) e não somente com o desenvolvimento correto do produto (eficiência no processo de design). Teixeira (2005) complementa acrescentando que o design eficaz permite a antecipação dos problemas focando nas oportunidades ambientais, fundamentadas nas necessidades do usuário e na situação da concorrência.

Todavia, para a concepção de um PSS é fundamental conhecer e seguir os princípios de desenvolvimento sustentável para garantir a eficácia dos produtos e serviços elaborados. Dentre os princípios que devem ser considerados antes de iniciar um adequado processo de design para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, segundo Manzini (2008) estão: considerar os objetivos; promover a diversidade biológica, sociocultural e tecnológica; e reutilizar materiais, reduzindo o consumo de novos, melhorando os já existentes. Para a compreensão do sistema do produto, distinguem-se três níveis de intervenção possíveis: otimização para diminuir os impactos no meio ambiente; modificação do produto para um uso semelhante (evolução); estratégia radical (como substituir produtos por serviços). (KAZAZIAN, 2005).

4 | MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa foi realizada a partir do estudo de caso da marca Refaz. Foram utilizadas estratégias de pesquisas qualitativas por meio de técnicas de coleta de dados, pesquisa documental, entrevista e observação. A partir dos resultados obtidos foi realizado um experimento pelo método do design estratégico para apresentar uma visão de como é possível abordar a sustentabilidade na construção civil (SILVA; FREIRE, 2018). Após a análise dos resultados levantados a partir do desenho do sistema, modelo de negócios e prototipação, foi realizada os mobiliários piloto do projeto marca. Para análise dos resultados utilizou-se como ferramenta de pesquisa entrevistas desk com clientes, parceiros dos projetos. Constatações durante as fases do processo também foram realizadas. Para o desenvolvimento projetual inicial da proposta, apresentada por Silva e Freire (2018) foi utilizada como base a análise contextual através de pesquisa de campo em um canteiro de obra. Este primeiro período é classificado por Franzato (2010) como fase de alimentação do projeto. As informações obtidas foram concebidas através da observação livre do local, registro fotográfico e entrevista desk com o responsável técnico de construção civil. Posteriormente foi realizada a pesquisa Blue Sky para estimular a criatividade a partir da compilação de sugestões, tendências e trajetórias de inovação (DESSERTI, 2007). Os insights obtidos nessa fase auxiliaram na criação de cenários. A construção de cenários é uma forma de prever o futuro e guiá-lo, prefigurando o ambiente em que o projeto será inserido, antecipando a inovação. (MORAES, 2006). A delimitação do público-alvo foi abordada através da aplicação da técnica de Personas. Essa ferramenta possibilita a criação livre e imaginária do ambiente em que o público alvo pertence, facilitando a percepção das suas características e preferências (NIELSEN apud GOMES, 2008). Finalmente, em decorrência dos resultados obtidos nas etapas anteriores e suas respectivas associações foi definido um Concept final para a construção do projeto. Moraes (2006) enfatiza que a chegada a esse tópico se deve ao fato das informações relativas ao produto serem mais claras. O Concept é o delineamento do projeto a ser seguido, a partir de uma síntese do mesmo, a qual pode ser representada através de uma frase.

5 | REFAZ – UMA PROPOSTA PELO DESIGN ESTRATÉGICO

A partir dos resultados obtidos nos estudos e pesquisas realizadas, foi criado uma marca de mobiliários sustentáveis nomeada Refaz (SILVA; FREIRE, 2018). Através desse estudo foi possível obter justificativas relevantes para a concretização da proposta sugerida e, por meio da regularização empresarial e pedido de registro de marca, em 2018 a Refaz ganhou vida com a ativação do negócio a partir da comercialização dos primeiros produtos. Dessa forma o presente trabalho propõe analisar o sistema produto-serviço inicial e suas respectivas fases. A partir da realização dos mobiliários

pilotos, fez-se análises e levantamentos a respeito dos processos e viabilização comercial aderidos. Esse PSS é baseado na coleta e seleção de resíduos sólidos da construção civil a fim de transformá-los em mobiliários projetados e construídos com a colaboração de parceiros, como; construtoras, artesãos, marceneiros e serralheiros. Após a fabricação, os produtos são comercializados para consumidores finais, arquitetos e lojas especializadas.

Para a ativação do primeiro estágio do processo - coleta de resíduos da construção civil - é necessário que, primeiramente, sejam formadas parcerias com engenheiros de construtoras que estejam de acordo em participar do projeto. A abordagem ocorre de forma verbal, seguido da apresentação da empresa, objetivos, processos realizados e por fim, a demonstração de produtos obtidos e comercializados a partir do resultado do sistema proposto. Baseando-se nos atuais procedimentos realizados pela construção civil para acumulação e segregação dos RCC dentro dos canteiros de obra, o primeiro estudo do processo sugeria o recolhimento aleatório dos resíduos sólidos pertencentes a classe B de materiais – segundo classificação do Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) que consiste em madeira, metal, plástico e papel. Entretanto, a partir do reconhecimento das variações, condições dos materiais descartados e suas quantidades, é necessário que sejam selecionados apenas os resíduos passíveis de reutilização. Nessa fase o objetivo principal é analisar os excedentes disponibilizados pela construtora e verificar se os mesmos não apresentam sinais de deterioração ou que suas propriedades físicas não estejam comprometidas. Após a apuração, os excedentes separados são coletados do canteiro de obra com a autorização e supervisão dos engenheiros encarregados. Anteriormente foi previsto que o recolhimento desses materiais por parte da Refaz acarretaria um custo simbólico para a construtora a fim de cobrir os gastos com transporte. Todavia, foi constatado que tal prática se torna inviável a medida que os resíduos são doados. Tal ato ocorre justamente por se ter em vista a economia realizada pela construtora devido a diminuição da frequência de coletas feitas por parte das empresas especializadas em descarte de resíduos – as quais geram custos. Portanto, estabeleceu-se que o recolhimento é feito por parte da Refaz gratuitamente, não acarretando nenhum custo para a obra geradora de resíduo e em contrapartida, a matéria prima é doada.

Seguido da coleta, os materiais são direcionados a um depósito onde permanecem acondicionados até o momento da fabricação dos mobiliários. Para a produção dos projetos é necessário que o reconhecimento e levantamento das quantidades recolhidas sejam especificadas a fim de otimizar o processo de fabricação e diminuir a geração de resíduos. Após a fabricação dos mobiliários por terceiros, os mesmos são embalados e comercializados. A opção sugerida para o comércio das peças, anteriormente, incluía apenas a venda online. Entretanto, a partir da descoberta do projeto por arquitetos, designers de interiores e lojas de decoração, o público foi ampliado para receber encomendas e desenvolvimento de peças exclusivas.

A marca é comunicada através das redes sociais, ferramenta mais utilizada na

atualidade e que apresenta maior eficiência para geração de conteúdo e comunicação focada no público alvo delimitado, juntamente com o fator sustentabilidade a economia circular que também são abordados. Além da orientação ao descarte adequado – em de postos de coleta – a Refaz incentiva que o mobiliário defasado seja devolvido à empresa para que seja desconstruído e refeito novamente, prolongando seu ciclo de vida útil e como fator de incentivo a prática de devolução, é disponibilizado aos clientes que optarem por esse destino, cupons de desconto para futuras compras online. Entretanto, esse pontopermanece sob estudo para otimização e prática da logística envolvida a fim de viabilizá-lo de forma eficaz para todos os clientes.

5.1 Público-Alvo

A definição do público alvo foi estabelecida durante a fase projetual da marca a partir da realização da técnica de Personas (SILVA; FREIRE, 2018) que consiste na criação de personagens e suas representações a respeito do seu estilo de vida, preferências, costumes e tudo o que define a sua identidade. Após a aplicação dessa ferramenta, definiu-se pessoas entre 25 e 40 anos, pertencentes à classe média, como o principal público a ser atingido. Essa constatação partiu das características compartilhadas entre o público de independência financeira e apreço por boas iniciativas em prol da sustentabilidade e produção local. Para esse público em geral, o ideal de bem-estar é diretamente relacionado ao significado que é dado a ele. Valorizam a origem do que é consumido e incentivam a política de comércio justo. Preocupam-se com o futuro que será vivenciado por eles e por seus descendentes.

Entretanto, com a ativação da marca e recebimento das primeiras encomendas, percebeu-se que o mercado pode ser ampliado a fim de abordar, também, o segmento de consumidores indiretos, como arquitetos – para composição de ambientes planejados- e lojas específicas voltadas a comercialização de produtos com foco em inovação, produção local e sustentabilidade - como lojas colaborativas, por exemplo. A confirmação dessa tendência parte do primeiro contato de uma arquiteta e urbanista com a marca para a solicitação da fabricação de floreiras para compor um projeto de escritório para uma organização pública na cidade de Porto Alegre. Logo que o projetoda encomenda foi aprovado, iniciou-se a fase de produção. Entretanto, diversos fatores foram se apresentando à medida que os processos eram implementados. Acredita-se que tais fatores tenham colaborado apontando diretrizes a fim de aprimorar o desenho do sistema e a logística operacional.

6 | REFLEXÕES SOBRE O PROJETO PILOTO: FLOREIRAS

Para dar início ao projeto da marca e viabilizar a produção das floreiras encomendadas, fez-se uma busca virtual por engenheiros e construtoras na cidade de Porto Alegre que tivessem interesse em formar parcerias em prol da sustentabilidade.

Diversos engenheiros foram convidados a participar do projeto por meio da apresentação da empresa e abordagem dos seus principais objetivos. Felizmente, todos demonstraram interesse em colaborar. Dessa forma, foi acordado entre as partes que, a medida em que as obras parceiras iam acumulando resíduos sólidos, a Refaz era contatada para dar início a coleta. Durante este primeiro estágio foram percebidos alguns fatores relevantes para o aperfeiçoamento do processo. Entre os pontos positivos, destacam-se a aceitação e reconhecimento pelo setor da construção civil, o qual se mostrou interessado pela iniciativa e disposto em cooperar por meio da doação dos resíduos e indicação à outras construtoras. Nas palavras do entrevistado 2, engenheiro civil de uma das construtoras alcançadas,

(...) o projeto Refaz é muito interessante, uma vez que aborda a reutilização, um dos 3 R's da sustentabilidade. Além de diminuir a quantidade de resíduos que seriam descartados na natureza, o projeto estimula a criatividade durante seu processo de criação e movimenta a economia local. Como construtora, temos orgulho em poder cooperar com ideias que contribuam para o desenvolvimento sustentável.

Segundo o entrevistado 3, técnico de segurança de outra obra parceira, a reutilização e reciclagem dos RCC é essencial para a preservação do meio ambiente e uma oportunidade valiosa para geração de novos empregos.

A grande quantidade de resíduos sólidos disponibilizados aptos para a reutilização também foi observada. Este fato é sustentado pelo depoimento do entrevistado 3, que afirma: "(...) de acordo com relatos averiguados por algumas construtoras brasileiras, estima-se que a cada três pavimentos há o descarte final de materiais suficientes para a construção de uma casa popular." Em algumas obras visitadas não foi possível recolher todo o material concedido devido ao pequeno espaço para armazenamento acessível pela Refaz no momento. Portanto, notou-se, também, que de acordo com a demanda estabelecida, a coleta de resíduos não necessita ser tão frequente, visto a enorme quantidade de material que pode ser recolhido em apenas uma construção de grande porte.

A conduta de coleta realizada mostrou-se conveniente para ambas as partes envolvidas - empresa e construtora. Como é sabido, dentro das atuais práticas de coleta e descarte de RCC, há um investimento por parte das construtoras para que os excedentes sejam descartados e através do recolhimento realizado pela Refaz, de forma gratuita, há colaboração de forma positiva no fator econômico da empresa parceira.

Entretanto, alguns pontos negativos também foram constatados como o acondicionamento dos resíduos sólidos nos canteiros de obra que nem sempre ocorrem conforme o previsto. Em determinadas construções observadas foi possível identificar diversas falhas nos locais de armazenamento, como a constatação de uma grande quantidade de madeira deixadas a céu aberto, sujeitas às intempéries. Tal fato resulta na deterioração acelerada dos resíduos tornando inviável o seu reaproveitamento. A

segregação incorreta de resíduos a partir da mistura de materiais de diferentes classificações, como madeiras, metais e blocos de concreto, também é relevante. Essa prática além de, também inviabilizar a reutilização dos mesmos, impede que sejam descartados corretamente nos aterros. Após a fase de resgate dos materiais, os resíduos são encaminhados para um depósito onde são separados por categorias – madeira, alumínio, ferro e outros.

À medida que as coletas foram se tornando recorrentes, foi possível identificar um padrão de resíduos disponíveis que variam de acordo com a extensão da obra. Em construções maiores, não só a quantidade, mas também a variedade de materiais é maior. Tubos de ferro galvanizados, por exemplo, são encontrados com mais facilidade nessas situações. Madeiras são encontradas sempre em abundância independente do porte da obra. Portanto, a verificação dessa informação é de grande valia para a definição dos projetos que serão desenvolvidos, bem como a possibilidade de calcular estimativas de rendimento de cada material para cada projeto e o quanto cada produto poderá ser replicado – produção em série.

Para viabilizar a fabricação dos produtos foram contatados diversos marceneiros e serralheiros locais. Nesse momento foi possível constatar algumas adversidades que precisaram ser contornadas a fim de viabilizar a produção. A partir do contato com os profissionais e apresentação das peças que deveriam ser trabalhadas, as primeiras limitações na área de carpintaria foram observadas. O atual mercado foca sua produção na fabricação de mobiliários em MDF – painéis de madeira – os quais não demandam a necessidade de investimento em maquinários mais complexos, geralmente utilizados na marcenaria tradicional. Esse fato dificulta encontrar profissionais familiarizados com técnicas para trabalhar com madeiras maciças, como plainas e desengrossadeiras. Dessa forma, a localização de parceiros terceirizados aptos tecnicamente a executar os projetos notou-se escassa. Entretanto, a formação de parcerias viabilizou-se com profissionais mais antigos no ramo da marcenaria e habituados com o trabalho em madeira maciça. Todavia, todos manifestaram o quão desafiadora essa proposta seria a partir do cruzamento do projeto das floreiras idealizadas com o estado físico apresentado pela matéria prima disponibilizada para a fabricação das mesmas e esse fator gerou impacto direto sob o custo final de fabricação.

As condições físicas das madeiras recolhidas, em sua maioria, apresentam sinais consideráveis de resíduo de cimento. Tal fator dificulta o exercício dos marceneiros exigindo mais tempo e investimento na fabricação. O fato do cimento ser altamente abrasivo em lixas e lâminas utilizadas na marcenaria ocasiona o desgaste veloz das ferramentas, gerando maior custo de fabricação. O tempo de serviço sobre a confecção dos mobiliários também compromete o fator econômico, visto que o tratamento da madeira precisa necessariamente ser realizado antes dela ser manipulada, fazendo com que a duração de tempo total do trabalho seja superior quando comparado a fabricação de mobiliários pelo método tradicional. Porém, essa prática não pode ser ignorada uma vez que se mostra de extrema importância para a garantia de entrega

de qualidade aos produtos – fator que ganhou atenção por parte dos consumidores.

Em contrapartida, a parceria com serralheiros mostrou-se fácil e de extrema simplicidade, visto que, os materiais apresentados em ferro galvanizado, utilizados para a fabricação da estrutura das floreiras, apresentavam-se em perfeitas condições. Dessa forma, utilizou-se menos mão de obra e o tempo de fabricação das estruturas percebeu-se menor, impactando diretamente e positivamente no custo de produção.

A fase final de entrega dos produtos mostrou-se satisfatória. Os feedbacks obtidos por parte da cliente foram positivos uma vez que a estética e qualidade apresentados nos produtos não deixavam transparecer a origem da matéria prima utilizada. (ver figura 1 e 2). As floreiras também chamaram a atenção de expectadores secundários que acompanhavam o posicionamento das peças no local. O reconhecimento por parte do público ganhou força a partir da comunicação verbal, onde os fundamentos do projeto, o propósito da marca e seus objetivos foram expressados. O notório impacto positivo que os produtos causaram no estabelecimento iniciaram discussões a respeito da sustentabilidade unida a criatividade. A reutilização dos excedentes da construção civil para a fabricação das floreiras foi constatada como fator de grande valor percebido pelos clientes, contribuindo na justificacãodo valor financeiro aplicado sobre eles.



Figura 1: Floreira Longa.

Fonte: elaborado pelos autores, 2018



Figura 2: Trio de floreiras.

Fonte: elaborado pelos autores, 2018

7 | DISCUSSÃO

Através da análise qualitativa no setor de construção civil e o conhecimento a respeito dos respectivos resíduos gerados por ele é indiscutível a necessidade de busca por alternativas que auxiliem a reverter esse quadro de insustentabilidade e de impacto ambiental. Portanto, tornar ideias, como a da empresa Refaz, viáveis no sentido ambiental e comercial faz-se necessário nos dias de hoje. Conforme sugerido por Fialho (2012) a era pós-moderna já é uma realidade onde a sociedade consumidora valoriza os bens intangíveis e a economia do conhecimento.

A marca apresentou-se de forma simplificada no início de sua concepção e, a partir do momento que a sua efetivação foi tornando-se realidade, diversas novas necessidades foram detectadas e fatores de atrito, que exigiram mudanças, foram observados. Tais constatações foram possíveis através das conquistas das primeiras parcerias com construtoras, profissionais para a produção das peças e clientes. A solicitação do projeto de dois modelos de floreiras foi o passo inicial para a ativação da marca e permitiu que a empresa adquirisse experiência e pudesse observar pontos positivos e negativos da sistematização inicial que deveriam ser revistos.

O principal gargalo detectado durante as fases do processo de viabilização da marca foi o projeto e fabricação de produtos em madeira. Tal fato deve-se a dois fatores interligados. O projeto de design subentende o desenvolvimento de produtos que sejam viáveis para a produção em escala e, a partir da ideia inicial de transformação dos resíduos em mobiliários – mesmo de pequeno porte, como bancos e mesas de centro – mostra-se enfraquecido de expectativas do ponto de vista mercadológico. Isso se deve ao fato de que as ripas de madeiras coletadas nos canteiros de obra apresentam-se em padrões de pouca variação, principalmente no que tange suas dimensões de superfície plana, que não ultrapassam de 30cm de largura. Para a produção de perfis de mobiliários em madeira, a sua fabricação torna-se lenta e trabalhosa devido a

quantidade de emendas que é necessário fazer para se obter o resultado desejado, gerando um alto custo. Na indústria moveleira tradicional, utiliza-se painéis de madeira que permitem o corte de tampos e superfícies sem emendas. Esse detalhe específico de produção não pode ser ignorado pois essas condições influenciam diretamente algumas fases do processo através das delimitações projetuais e custo-benefício de fabricação. Portanto, esse ponto mostra-se de especial atenção para ser estudado e pensado em soluções que venham a otimizar os processos envolvidos por ele.

Todavia, como já levantado no capítulo anterior, o valor percebido pelos consumidores, através dos valores e propósitos da marca acabam se sobressaindo aos custos que envolvem o seu desenvolvimento. Tal fato é justificado quando diversos autores abordam as atuais mudanças no comportamento de consumo e como o fator sustentabilidade tem colaborado para tal. A atenção a redução do consumo de recursos ambientais e da transformação do ambiente físico e social já passa a se tornar realidade. Portanto, a apresentação de soluções que possibilitem o consumo consciente e que tragam alternativas para o prolongamento da vida útil dos produtos ganham atenção e reconhecimento.

8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado teve como principal objetivo analisar e fazer apontamentos dos principais pontos do processo realizado pela marca Refaz após o desenvolvimento dos seus primeiros produtos comerciais. O embasamento da proposta apresentada foi realizado a partir da utilização como objeto de estudo o artigo apresentado por Silva e Freire (2018), onde a marca foi concebida primariamente através da aplicação de metodologias do design estratégico e prevista sua viabilização a partir dos resultados obtidos do experimento realizado.

O acompanhamento das fases de efetivação das floreiras permitiu a constatação de diversos fatores positivos, que se mostram eficazes conforme previsto inicialmente. Porém, também foram observados fatores ineficientes que a partir de uma análise dos fatos, verificou-se soluções futuras a fim de aprimorar os pontos nocivos ao processo. Tais estudos possibilitaram um novo olhar para as fases da sistemática idealizada e apontaram a importância de sempre buscar por novas alternativas a fim de otimizar os processos, alavancando mais oportunidades de crescimento da marca. Segundo Manzini (2008) a sustentabilidade é o contrário da conservação, pois se não rompermos com as tendências dominantes em termos de estilo de vida, produção e consumo, então assistiremos a verdadeira conservação.

Desse modo, nutrindo-se dos resultados obtidos a partir das análises e estudos realizados, destaca-se a confirmação da importância da busca por soluções sustentáveis, que contribuam para a redução do impacto ambiental e que provoquem o consumidor a desenvolver o pensamento crítico referente às atuais práticas de consumo. A partir da

coleta e seleção de resíduos sólidos da construção civil, transformou-se o que antes era matéria prejudicial e problemática em bens de consumo, projetados e construídos com a colaboração de parceiros envolvidos, como construtoras e artesões. Acredita-se que os resultados obtidos através da confirmação e viabilização do projeto haja como fator de diferenciação e como incentivador da cultura empreendedora sustentável.

REFERÊNCIAS

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **A produtividade da construção civil brasileira**. Brasília/DF, 2012.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. 2a ed. Tradução de Our common future. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro : Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CAPPELO, G. **Entulho vira matéria-prima**: agregados reciclados chegam aos canteiros das construtoras, adquiridos de empresas especializadas ou gerados na própria obra. *Téchne*, 2006. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenhariacivil/112/artigo287081-1.aspx>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

CARDOSO, L.B.; SOUZA, A.M. **Consumo consciente e sua influência no comportamento do consumidor**: uma análise da recente publicação científica do brasil. In: IV Colóquio organizações, desenvolvimento e sustentabilidade: novos caminhos para gestão organizacional. 2013.

CELASCHI, F.; DESERTI, A. **Design e innovazione, Strumenti e pratiche per lariceraapplicata**, Roma: Carocci Editore, 2007 (in GALISARI, R; BORBA, G. S.; GIORGI, R. F. Design como Cultura de Projeto e como Integração entre universidade e Empresa. Anais do 8o Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2008 São Paulo-SP).

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n. 5, de 05 de agosto de 1993. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0593.html>>. Acesso em: 21 jul. 2016..

FIALHO, F.E. **Design estratégico e artesanato**: o caso mão gaúcha. 2012. 215 f. Dissertação (Mestrado em Design Estratégico), Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, Porto Alegre.

FRANZATO, C. **O processo de inovação dirigida pelo design**: um modelo teórico. *Redige*, v. 2, n. 1, 2011.

HOLDERBAUM, M. **Gestão de resíduos da construção civil**: análise da cidade de Porto Alegre. 2009. Monografia- Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS, Porto Alegre.

JACOBI, P. Resenha/Book Reviews. **Ambiente & Sociedade**, v. IX, n. 1, jan./jun. 2006.

KAZAZIAN, T. **Haverá a idade das coisas leves**: design e desenvolvimento sustentável. 2a ed. Tradução de Il y aura l'âgedeschoseslégères: design et développementdurable. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2005.

MAGALHÃES, F. C. **Design estratégico**: integração e ação do design industrial dentro das empresas. *Estudos em design*, Rio de Janeiro, v. III, n. 1, jul. 1997.

MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: Editora E-papers, 2008.

MORAES, D. **“Metaprojeto: o design do design”**. In: 7o congresso brasileiro de pesquisa e desenvolvimento em design, Curitiba: UNICEMP, 2006.

NAIME, R.; ASHTON, E.; HUPFFER, H.M. **Do design ao ecodesign**: pequena história, conceitos e Princípios. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v.7, p.1510-1519, mar./ago. 2012.

SANTO, J.O. et al. **Resíduos da indústria da construção civil e o seu processo de reciclagem para minimização dos impactos ambientais**. Ciências Exatas e tecnológicas, Maceió, v.1, p.73-84, maio 2014.

SILVA, L.C.M.S; FREIRE. K. M. **A transformação dos resíduos sólidos da construção civil a partir do design estratégico**. In: Design, artefatos e sistema sustentável. São Paulo, v.3, p. 229-246, 2018.

SILVA, J.S.G.; SANTOS, A. **O conceito de sistemas produto-serviço**: um estudo introdutório. In: III Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí, abr. 2009.

TEIXEIRA, J.A. **O design estratégico na melhoria da competitividade das empresas**. 2005. Tese-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis.

TONI, D.; LARENTIS, F.; MATTIA, A. **Um estudo sobre a configuração da imagem do conceito de consumo consciente**. Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA, São Paulo, v. 6, n. 3, p.113-128, set./dez. 2012.

ENRIQUECIMENTO DO TIJOLO SOLO-CIMENTO COM ÓLEOS MINERAIS E VEGETAIS DESCARTADOS

Francisco Welison de Queiroz

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Cajazeiras
Cajazeiras – Paraíba

Lucas Almeida de Queiroga

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Cajazeiras
Cajazeiras – Paraíba

Gastão Coelho de Aquino Filho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Cajazeiras
Cajazeiras – Paraíba

RESUMO: Visando uma série de requisitos que definem o uso do tijolo, foi desenvolvido o tijolo solo-cimento, formulado pela compactação da mistura solo, cimento e água. O objetivo principal deste trabalho foi avaliar a resistência à compressão desses tijolos enriquecidos com óleos minerais ou vegetais, estudando a possibilidade de criar um produto mais resistente que consuma a menor quantidade de água possível em sua fabricação, atenuando a escassez de água. Após um aprofundamento bibliográfico, tornou-se primordial uma análise do comportamento das propriedades físicas do solo escolhido. O solo coletado foi caracterizado de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, referente à

massa específica, granulometria e compactação. Obteve-se a resistência à compressão em prensa hidráulica. Foi comprovado através dos ensaios de compactação e de compressão simples, respectivamente, que o aumento no teor de óleo empregado na mistura induz um decréscimo nos valores da umidade ótima e resistência à compressão.

PALAVRAS-CHAVE: Solo, Óleo, Tijolo.

ABSTRACT: Aiming at a series of requirements that define the use of brick, the soil-cement brick, formulated by the compaction of the soil, cement and water mixture, was developed. The main objective of this work is to evaluate the compressive strength of bricks of soil-cement enriched with mineral oils or vegetable, studying the possibility of creating a product more resistant that consume the least amount of water possible in its manufacturing, improving water scarcity. After a deepening of literature, has become required an analysis of the behavior of the physical properties of the chosen soil became paramount. The soil collected was analyzed according to the norms of the Brazilian Association of Technical Standards. The compressive strength was obtained in hydraulic press. It has been proven through the tests of compaction and compression-simple, respectively, than the increase in the oil content is employed in the mixture induces a decrease

in the values of the great moisture and resistance to compression.

KEYWORDS: Soil, Oil, Brick.

1 | INTRODUÇÃO

Tendo em vista a necessidade de o ser humano habitar em edificações, a tecnologia tem fornecido com o passar dos séculos conforto, segurança e qualidade de vida a maioria das pessoas. A viabilidade econômica é fator preponderante para que tudo isso seja cabível a realidade das mais variadas classes sociais. Entretanto a escassez de recursos propicia um ambiente de inovação com o intuito de desenvolver métodos e produtos que minimizem os custos e alavanquem o sistema produtivo. Por sua vez a construção civil se utiliza dessa realidade para fluir com o auxílio da ciência.

Durante o início do processo de civilização no Oriente, a técnica de sobreposição de blocos (sendo esses de pedra ou barro) para a construção de paredes residenciais, diques, canais fluviais entre outras edificações, foi amplamente utilizada e até hoje possui seu espaço na construção civil moderna. O tijolo foi peça fundamental no desenvolvimento tecnológico no método construtivo, data-se do primeiro tijolo por volta de 7500 a.C., que inicialmente foi um produto cerâmico, retangular e maciço. Diferentes necessidades levaram a formulação de uma gama de tijolos que diferem desde seu formato até a sua matéria prima e o método produtivo.

Visando uma série de requisitos que definem o uso do tijolo, foi desenvolvido o tijolo de solo-cimento, formulado a partir da compactação da mistura solo, cimento e água. Sua produção é ecologicamente correta já que dispensa queima em fornos a lenha, é dispensável o reboco podendo ficar aparente já que possui um belo design. Obras com esse tipo de material são consideravelmente mais limpas, pois a quantidade de argamassa entre tijolos é bem reduzida e a praticidade no decorrer da obra é um fator importante, rapidamente as paredes são erguidas com esse tipo de tijolo pois o mesmo é modulado de maneira a ser encaixado para a facilidade do profissional que está desenvolvendo esse trabalho. Este tijolo é vazado internamente com a possibilidade de interação com os projetos complementares para ocorrerem simultaneamente no decorrer da obra acelerando ainda mais a velocidade de conclusão.

Infelizmente, este tijolo ecológico, como é conhecido, enfrenta dificuldades em ser amplamente aceito no mercado por apresentar maior absorção de água e menor resistência se comparado ao tijolo tradicional, dificultando o seu uso na maioria das obras já que essas qualidades são indispensáveis para uma edificação durável. Assim é inviável utilizar o tijolo ecológico em alguns casos específicos como em locais com índice elevado de umidade, porém mesmo em situações onde o clima é seco a utilização deste tipo de tijolo faz-se necessário uma impermeabilização eficiente.

Não somente bastando a disfunção relativa à permeabilidade, a resistência dos tijolos ecológicos é algo a ser discutido, sendo fundamental para a qualidade da

edificação e sua utilização no dia-a-dia de maneira eficiente e eficaz, evitando alguns problemas como a baixa capacidade em absorver impactos facilitando a quebra em quinas, surgimento de rachaduras, entre outras desvantagens relacionadas à baixa resistência mecânica.

Outro fator preponderante para a realização da pesquisa é a necessidade da economia de água no cenário de escassez hídrica atual, que tem se agravado cada vez mais na presente região, tendo em vista que a utilização de óleos na composição dos tijolos poderia diminuir a quantidade de água de amassamento para a confecção destes. Além disso, o emprego do óleo descartado na fabricação de alvenaria atenuaria um problema sério relacionado ao óleo, que é a sua forma indevida de descarte.

2 | REVISÃO

Mais do que uma simples peça da construção civil, o tijolo é um elemento fundamental em obras de engenharia e extremamente complexo, foi e é objeto de estudo dos mais variados pesquisadores, desde engenheiros civis a químicos, que estudam as propriedades aglutinantes de variados materiais.

Segundo Silva (2005), a técnica de construção com solo, especialmente o solo-cimento com ou sem resíduos vegetais em geral, apesar de antiga ainda necessita de estudos. A utilização de materiais recicláveis ou de origem natural torna-se cada vez mais crescente, pois existe um mercado abundante promissor sem que ocorra a destruição do meio ambiente, cuja proteção é atualmente bastante discutida.

Taveira (1987) cita que a utilização de produtos tais como óleos de origem vegetal ou animal, ou emulsões asfálticas tem a finalidade de aumentar significativamente a impermeabilidade, melhorando as condições de durabilidade.

Assim sendo, torna-se relevante a utilização dos recursos disponíveis a realidade de cada região, de forma que produtos abundantes e de baixo custo de exploração podem auxiliar no desenvolvimento de materiais produzidos tecnicamente viáveis e ecologicamente corretos.

Na composição do tijolo solo-cimento, o solo é o componente que entra em maior proporção. A princípio qualquer solo pode ser utilizado, mas ele deve ser escolhido de modo que a quantidade de cimento necessária para sua estabilização seja a menor possível, reduzindo o custo final do tijolo (Souza et. al, 2008).

Segundo estudos realizados pelo CEPED (1999) apud Silva (2005), os solos mais apropriados para a fabricação de tijolo solo-cimento são os que possuem teor de areia variando entre 45 e 90%, teor de silte + argila entre 10 e 55%, teor de argila menor que 20% e limite de liquidez menor que 45%. Além disto, Bueno & Vilar (1998) indica uma areia-siltosa como um tipo de solo que possui boa resistência quando compactado e torna-se quase impermeável.

Este tipo de análise nos leva a observar os materiais presentes na microrregião de Cajazeiras, no Alto Sertão Paraibano, algumas particularidades são perceptíveis, entre elas: solo predominante silte-arenoso, pouca ou quase nenhuma reutilização de óleos vegetais e minerais, uso em larga escala de cimento Portland CP II-Z-32.

Avaliando este conjunto de recursos disponíveis, o uso de óleos vegetal e mineral para fabricação de tijolos seria ideal, não somente pela qualidade da matéria prima, mas também pela facilidade econômica em suas obtenções.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Durante o início do processo de pesquisa em busca dos resultados desejados, foi fundamental o aprofundamento bibliográfico detalhado, relacionado com a análise do estado da arte sobre o tipo de tijolo proposto.

Depois disto, tornou-se primordial uma análise do comportamento das propriedades físicas do solo selecionado a partir de uma jazida escolhida que poderia fornecer matéria prima em abundância. A coleta do solo foi feita de maneira preliminar em regiões diferenciadas para a análise em busca da granulometria ideal através de uma análise tátil visual. Essa comparação foi confirmada por meio de ensaios de laboratório cujos resultados foram comparados por curvas granulométricas de referências, obtidas na bibliografia. O solo coletado deve ser isento de matéria orgânica, seco a sombra, destorroado e analisado de acordo com as normas da ABNT: massa específica (ABNT: NBR 6458/16), granulometria (ABNT: NBR 7181/16), e compactação (ABNT: NBR 12023/12).

Os óleos vegetais já utilizados foram coletados na cozinha do restaurante universitário do campus, os óleos minerais foram obtidos em empresas da região que os descartam de maneira indevida. Estes foram filtrados e armazenados em garrafas plásticas sem exposição à luz do sol.

O cimento Portland CII-Z-32 foi facilmente obtido em lojas de material de construção.

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Análise de solos no Campus Cajazeiras-IFPB. Os procedimentos seguiram as NBR's (Normas brasileiras) quanto à atividade que foi desenvolvida.

A partir da disponibilidade de todos os materiais previstos, foram escolhidos os traços a serem estudados. Foi usado para todas as misturas, um teor de 90% de solo e 10% de cimento, variando apenas a quantidade de óleo a ser adicionada. A quantidade de água inserida na mistura dependia do resultado do ensaio de compactação de cada traço, em que era definido a umidade ótima. A porcentagem de óleo na mistura variou em 2% (Traço 2), 4% (Traço 3), 6% (Traço 4), 8% (Traço 5) e 10% (Traço 6), do total da mistura. Além disso, foi confeccionado um traço sem adição de óleo (Traço 1), para ser feito o comparativo em relação à resistência e quantidade de água utilizada.

As misturas decorreram na betoneira com as devidas dosagens, salientando que a umidade ótima já havia sido pré-definida para que a mistura fosse realizada. Assim com a mistura homogeneizada, os corpos de prova foram moldados em cilindros de Proctor normal pequeno, com volume de 1000 cm³, e cilindro pequeno com massa de 2500 g de acordo com a ABNT: NBR 12024/12.

A resistência à compressão foi determinada em prensa hidráulica (ABNT: NBR 12025/12).

4 | APLICAÇÕES/RESULTADOS

Diante da vasta gama de variações do solo possíveis, a classificação do solo coletado como um Silte-Arenoso foi a comprovação da capacidade de produção de tijolos solo cimento, pois o Silte-Arenoso tem características ideais para a compactação, atingindo valores adequados quanto a massa específica do material final, é amplamente utilizado nas sub-bases de estradas em todo o país graças a suas características físicas. Identificou-se após a construção da curva de compactação que a massa específica máxima obtida com a umidade ótima de 11,5% a partir do ensaio de compactação foi de 1,906 g/cm³, um valor bastante positivo e dentro dos parâmetros para a produção de tijolos solo-cimento. A análise granulométrica por sua vez mostrou dados bastante importantes como a baixa quantidade de argila (cerca de 5%) e uma boa quantidade de areia fina, média e grossa, valores que também demonstraram a viabilidade da produção de tijolos solo-cimento.

Os resultados dos ensaios de compactação estão dispostos na Tabela 1:

Traços	Umidade ótima (w_{ot})	Massa específica seca máxima
Traço 1 (0% óleo)	11,50%	1,906 g/cm ³
Traço 2 (2% óleo)	9,70%	1,923 g/cm ³
Traço 3 (4% óleo)	8,60%	1,957 g/cm ³
Traço 4 (6% óleo)	7,50%	1,951 g/cm ³
Traço 5 (8% óleo)	5,50%	1,961 g/cm ³
Traço 6 (10% óleo)	3,30%	1,988 g/cm ³

Tabela 1: Resultados dos ensaios de compactação

Como pode ser observado, o aumento no teor de óleo empregado na mistura induz a um decréscimo do valor da umidade ótima, comprovando assim a diminuição na quantidade de água necessária para se obter uma melhor compactação. Entretanto, deve ser levado em consideração a quantidade mínima de água presente na mistura para a hidratação do cimento, que se encontra por volta de 40% da massa do aglomerante, exigência essa que não foi atendida no Traço 6, podendo então apresentar uma

diminuição na resistência. Além disso, foi notado que a massa específica seca máxima aumenta conforme a quantidade de óleo utilizada, significando que um acréscimo de óleo confere um melhor resultado. Logo, pode-se inferir que a adição de óleo a um solo silte-arenoso permite a este uma melhor compactação, podendo ser empregado na preparação de subleitos em diversas áreas da engenharia, como estradas, barragens de terra, aeroportos e aterros, gerando um menor consumo de água.

As dosagens escolhidas para realização do ensaio à compressão simples foram as com 6%, 8% e 10%, por se tratarem das que menos precisariam de água. Além disso, o ensaio também foi executado com o traço 1, para ser realizado o comparativo das resistências referente a adição de óleo.

Com a realização dos ensaios, foram obtidos os resultados mostrados na Tabela 2:

Traços	Resistência média com 7 dias (MPa)	Resistência média com 14 dias (MPa)	Resistência média com 28 dias (MPa)
Traço 1 (0% óleo)	1,65	1,98	2,30
Traço 4 (6% óleo)	0,79	1,12	1,30
Traço 5 (8% óleo)	0,07	0,13	0,27

Tabela 2: Resultados dos ensaios de resistência à compressão.

Os corpos de prova do Traço 6 (10% óleo) não apresentaram resistência quando submetidos ao ensaio na prensa hidráulica.

Os valores encontrados em relação ao Traço 1, que representa o tijolo solo-cimento convencional, no ensaio se mostraram bastante superiores aos demais, atingindo uma resistência média aos 28 dias de 2,30 MPa, enquanto que nos traços 4 e 6 foram de 1,30 MPa e 0,27 MPa, respectivamente. Considerando os resultados encontrados, pode-se notar que apesar da diminuição na quantidade de água utilizada na confecção do tijolo solo-cimento, o acréscimo de óleo promoveu uma significativa redução na resistência. Porém, baseando-se nos estudos de Neves (1988), em relação ao uso do solo-cimento, a resistência à compressão destes blocos deve ser igual ou maior que 1,0 MPa. Logo, como se pode observar na Tabela 2, o Traço 4 (6% óleo) apresentou uma resistência adequada aos 28 dias, sendo assim um resultado que viabiliza a utilização do tijolo na produção de paredes monolíticas. Em resumo, com a adição de óleo, além da redução na quantidade de água para a fabricação do tijolo, também se obteve uma resistência à compressão adequada para atividades específicas. Porém, deve-se ressaltar que o excesso de óleo na mistura promove uma redução drástica na resistência dos tijolos, como é observado no Traço 5, comprometendo assim a eficácia

do produto final, o tornando inviável para o mercado construtivo.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final do trabalho realizado, foi possível constatar que, a adição de óleo na confecção do tijolo promoveu uma diminuição na umidade ótima da mistura, ocasionando uma redução da quantidade de água para obtenção de um elevado grau de compactação. No entanto, os resultados esperados no ensaio de compressão simples não foram atingidos, já que foi constatado que o acréscimo de óleo na mistura resultou em uma queda na resistência à compressão dos tijolos. Para alcançar resultados mais satisfatórios seria necessária a aplicação dos ensaios fazendo uso de outros tipos de solo e analisar o comportamento destes na presença do óleo como aditivo para o tijolo solo-cimento. Além disso, seria de fundamental importância estudos mais aprofundados a respeito das propriedades do óleo e as reações provocadas na sua interação com o cimento, a fim de diagnosticar a causa do decréscimo da resistência mecânica do tijolo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181. **Solo – Análise granulométrica**. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12023. **Solo-cimento – Ensaio de compactação**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12024. **Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12025. **Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6458. **Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água**. Rio de Janeiro, 2016.

BUENO, Benedito de Souza; VILAR, Orêncio Monje. **Mecânica dos solos volume I**. São Carlos: EESC-USP, 1998.

NEVES, C.M.M. **Desempenho de paredes-procedimento adotado para paredes monolíticas de solo-cimento**. In: SIMPÓSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., 1988, Florianópolis. Anais... Florianópolis: [s.n], 1988. P.58-64.

SILVA, S. R. **Tijolos de solo-cimento reforçado com serragem de madeira**. Tese (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Belo Horizonte, MG, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 219p. 2005.

SOUZA, T. I.; CARDOSO, A. V. **Utilização de resíduos sólidos da indústria de celulose Kraft na fabricação de cimento: caracterização físico-química**, 18º CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Porto de Galinhas, PE, Brasil. 2008

TAVEIRA, E. S. N. **O solo-cimento no campo e na cidade. Construir, morar, habitar**. 2ª ed. São Paulo: Ícone Editora, Coleção Brasileira Agrícola, 1987.

ESTUDO DO CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL DE TRIAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA ATENDER A CIDADE DE IJUÍ

Leonardo Brizolla de Mello

UNIJUÍ, Departamento de Ciências Exatas e
Engenharias
Ijuí – RS

Lucas Rotili Buske

UNIJUÍ, Departamento de Ciências Exatas e
Engenharias
Ijuí – RS

Rafael Pereira Nadalin

UNIJUÍ, Departamento de Ciências Exatas e
Engenharias
Ijuí – RS

Bibiana dos Santos Amaral

UNIJUÍ, Departamento de Ciências Exatas e
Engenharias
Ijuí – RS

Joice Viviane de Oliveira

UNIJUÍ, Departamento de Ciências Exatas e
Engenharias
Ijuí – RS

RESUMO: O trabalho consiste na criação de um projeto de um galpão de triagem a partir da quantificação de Resíduos da Construção Civil obtida pelo método indireto. Para verificar se há viabilidade de implantação do empreendimento no município, utilizou-se o levantamento e comparação dos resultados pela Taxa Interna de Retorno e a Taxa Mínima Atrativa. Os resultados do volume de RCC aferidos a partir

dos parâmetros indireto para o município, em um período de 4 anos, retratou uma média de 49,96 t/dia ou 1498,78 t/mês. Nesse estudo optou-se por dimensionar uma usina de triagem composta com equipamentos com capacidade de processar 50 t/dia. De acordo com os cálculos do Valor Presente Líquido, para que a implantação da central seja economicamente viável, deverá possuir um tempo de operação igual ou superior a nove anos, uma vez que para tempos a partir do referido o VPL possuirá valores positivos, significando que haverá o retorno financeiro do valor investido.

PALAVRAS-CHAVE: Separação; Implementação; Sustentabilidade

ABSTRACT: The article consists in the creation of a project of a shed of sorting from the quantification of Construction Waste obtained by the indirect method. In order to verify if there is feasibility of implantation of the enterprise in the municipality, we used the survey and comparison of the results by Internal Rate of Return and the Minimum Attractive Rate. The results of the RCC volume measured from the indirect parameters for the municipality over a period of 4 years showed an average of 49.96 t / day or 1498.78 t / month. In this study it was chosen to size a composite sorting plant with equipment capable of processing 50 t / day. According to the calculations of the Net Present

Value, for the implantation of the plant to be economically viable, it must have a time of operation equal to or greater than nine years, since for times from that said the NPV will have positive values, meaning that there will be a financial return of the amount invested.

KEYWORDS: Separation; Implementation; Sustainability

1 | INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é, reconhecidamente, um dos principais geradores de desenvolvimento social e econômico, ao mesmo tempo é um dos maiores desenvolvedores de impactos ambientais, principalmente pela geração de resíduos sólidos prejudicando a fauna, a flora, o solo, o lençol freático e a paisagem, impactos esses mais visíveis principalmente em regiões de baixa renda. Portanto, um dos maiores desafios é harmonizar as atividades produtivas de tal grandeza com situações que promovam maior sustentabilidade e menor agressão ao meio (PINTO, 2005).

De acordo com Mesquita (2012) 14% do PIB nacional provém do mercado da construção civil, sendo o mesmo um dos maiores dependentes de insumos providos da natureza. Tal uso corresponde a uma faixa compreendida entre 20% e 50% do total de matérias-primas consumidas pela sociedade. O mesmo autor estima que a produção de entulhos possa representar 60% de todos os resíduos sólidos urbanos, confirmando o quão grave são os impactos gerados pela indústria da construção civil.

No Brasil as principais normas regulamentadoras de resíduos provenientes da construção civil, são emitidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) com as resoluções nº 307/2002, 348/2004 e 431/2011 e as Normas Técnicas Brasileiras NBR nº15112, 15113, 15114, 15115 e 15116 ambas do ano de 2004 emitidas pela ABNT. Também a Lei nº 12305/2010 denominada Política Nacional de Resíduos Sólidos, um tanto recente se comparada com outros países como os Estados Unidos da América, vigorando somente em 2 de agosto de 2010 (SANTOS, 2011).

De acordo com o artigo 13º da Lei 12305/2010, Resíduos da Construção Civil são resquícios gerados em construções, em reparos e reformas e em demolições, incluindo escórias provenientes de escavação e preparação de terrenos destinados a obras civis. A resolução 307/2002 do CONAMA especifica 4 diferentes classificações para os RCC's, como é possível observar a seguir:

Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (Brasil, 2002, Artigo 3º).

Em diversas cidades brasileiras os RCC's implicam em graves problemas nas mais diversas esferas da sociedade, como os depósitos irregulares dos materiais que trazem consigo poluição estética e, ainda, podendo gerar o acúmulo de água oportunizando a proliferação de insetos e demais vetores de doença o que afeta a saúde da comunidade (Oliveira, 2008).

Tendo em vista a escassez de locais para a correta deposição dos resíduos que são gerados, o que ocasiona diversos infortúnios aos cidadãos e necessita de investimentos financeiros em grande escala, buscou-se apresentar uma solução para parcela destes problemas, tendo como alternativa, a implantação de uma central de triagem de Resíduos Sólidos da Construção no município de Ijuí.

2 | METODOLOGIA

Segundo Pinto (2008), para a realização do projeto de uma central de triagem, deve-se primeiramente quantificar a quantidade de Resíduos da Construção Civil produzidos no município em questão. Tal etapa é essencial para a criação de um conceito de gerenciamento dos resíduos provenientes da construção e demolição, além é claro da identificação das áreas com disposições irregulares e o dimensionamento da central de triagem (ANGULO *et al.* 2011).

Em um contexto geral, a maior dificuldade para o dimensionamento de uma central de tiragem se encontra na quantificação dos resíduos que são gerados pela construção civil. No Brasil tal fator se agrava tendo em vista que grande parcela dos geradores de entulhos os fazem de maneira completamente informal, o que impossibilita o acesso a dados estatisticamente confiáveis, resultados esses que possuem grande representatividade no total de RCC produzido (PINTO, 1999; PINTO *et al.*, 2005).

Com o objetivo de estimar a provável geração de resíduos sólidos provindos da construção civil no município de Ijuí, município com uma população estimada de 83330 pessoas (IBGE, 2017). Este artigo adotou o método indireto de quantificação, procedimento que quantifica a geração de entulhos em massa considerando a área

construção e reformas formais, com dados adquiridos na secretaria de obras do município, assim como indica Pinto (1999).

Para projetar o galpão de triagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil utilizou-se a fonte de consulta de Elementos para a Organização da Coleta Seletiva e Projeto dos Galpões de Triagem, que indica os equipamentos necessário para o perfeito funcionamento da mesma. Por fim, a verificação da viabilidade de implantação do empreendimento no município, deu-se através do levantamento e comparação dos resultados da Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Taxa Mínima Atrativa (TMA).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a obtenção da conjectura de resíduos sólidos da construção civil na cidade de Ijuí, utilizou-se o método indireto, o qual fora concebido por Pinto (1999), como já referido na metodologia deste trabalho. O autor considera a geração de 150 quilogramas de resíduo por cada metro quadrado de área já construída, tendo por base que 1,2 toneladas de entulho é o conteúdo de cada metro cúbico de resíduo. Os dados acerca da área construída foram conseguidos junto à Secretaria de Obras do município de Ijuí. Marques Neto (2005 apud CARDOSO, 2014) em sua obra, sugere que o formato que mais se aproxima da taxa de geração com a realidade é considerar a média obtidas nos quatro últimos anos, portanto buscou-se conseguir dados compreendidos entre os anos de 2013 e 2016.

A tabela a seguir fora dividida em algumas informações pertinentes ao estudo de caso, primeiramente foram somadas as áreas licenciadas à construção no período já mencionado e divididas em cada ano em que houve a liberação para o prosseguimento do projeto. Em seguida os valores das áreas licenciadas em cada ano foram multiplicados pela provável taxa de geração de resíduos, adotada como 0,15 t/m² chegando a uma provável geração anual de resíduos, esses dados são transformados para provável geração diária. A seguir é exposto a população do município a cada um dos anos analisados, esse, por fim, passa a ser o divisor em cada provável geração diária de resíduos e assim estimar a provável geração de entulhos por habitante dia.

Informações	2013	2014	2015	2016
Área licenciada para construção (m ² /ano)	141337,60	174909,60	79804,25	83558,92
Taxa de geração de resíduos (t/m ²)	0,15	0,15	0,15	0,15
Provável geração annual de resíduos (t/ano)	21200,6	26236,4	11970,6	12533,8
Provável geração diária de resíduos (t/dia)	58,08	71,88	32,80	34,34
População (hab)	82276	82563	82833	83089
Provável geração porhabitante dia (kg/hab*dia)	0,71	0,87	0,40	0,41

Tabela 1 - Licenças para Construção e Provável Geração de Resíduos no Município de Ijuí – RS;

Fonte: Autoria Própria

A partir da concepção e análise da tabela acima (Tabela 1) é possível observar no decorrer do primeiro ano (2013 para 2014) que houve um aumento nas áreas de construções no município de Ijuí, em contrapartida, nos anos que sucederam esse intervalo, nota-se um significativo decréscimo nas mesmas, ainda que nos anos seguintes tenha havido um sutil aumento na população da cidade em questão, as áreas licenciadas para construção diminuíram. Acredita-se que tal anomalia tenha decorrido, possivelmente, da crise econômica que o Brasil enfrentou no ano de 2015 (AMORIM, 2015).

Para a provável geração de resíduos sólidos por habitante, Pinto (1999) propõe que ao Brasil haja uma variação entre 0,80 a 2,64 kg/(hab*dia). Como é possível perceber na Tabela 1, no município de Ijuí há uma variação entre 0,71 a 0,41 kg/(hab*dia). Se comparado a valores de estimativa propostos à Europa por Lauritzen (1998 apud CARDOSO, 2014), que apontam variações compreendidas entre 2,08 a 3,19 kg/(hab*dia), esse valor é extremamente baixo, entretanto a média de 0,596 kg/(hab*dia) é muito próxima à faixa proposta pelo autor inicialmente referenciado para municípios do Brasil. Nos quatro anos analisados, como é proposto por Marques Neto (2005 apud CARDOSO, 2014), chegou-se a uma média de geração 35,65 toneladas por dia de RCC no município de Ijuí o que corresponde, considerando que para turnos de 8 horas de funcionamento a central possua uma capacidade mínima de operação de 4,46 toneladas por hora para suportar a mínima geração de resíduos no município no período em estudo.

Com base nessa produção diária de resíduos da cidade de Ijuí, foram listados os equipamentos fundamentais com capacidade adequada para compor uma central de triagem. Os equipamentos indispensáveis ao funcionamento devem possuir capacidade nominal mínima de 10 t/h, tendo a produção mínima estimada com menos

da metade desse valor e, assim, prevendo um provável aumento na geração de RCC, foram escolhidos os equipamentos a seguir listados segundo o que é norteado por Jadovski (2005):

- a. Britador de impacto;
- b. Tremonha de alimentação;
- c. Peneira vibratória com transportador de correia;
- d. Transportador de correia;
- e. Sistema anti-pó;
- f. Bica de transferência;
- g. Peneira vibratória apoiada;
- h. Imã permanente.

Os preços foram pesquisados a partir de consulta aos fornecedores de cada um, entretanto os valores não foram disponibilizados pelas diversas empresas. Para tanto buscou-se utilizar os mesmos resultados obtidos por Cardoso (2014), tendo em vista que o mesmo autor realizou estudos para uma central com capacidade de triar 25 t/h, quantidade superior ao produzido no município de Ijuí.

Os valores foram obtidos mediante resultados de demais autores que realizaram pesquisas de mercado, considerando aquisição e transporte dos equipamentos (MAQBRIT, 2011), cotação de Equipamentos de Proteção Individual (PROTESHOP, 2011), estimativas orçamentárias (IPAT, 2011) e consulta a órgãos oficiais (CASAN; CELESC, 2011). Após obtenção destes valores foram calculados os percentuais conforme metodologia de Jadovski (2005) e Stolz (2008) e atualizado para valores atuais.

Para este projeto a compra da área para abrigar a central de triagem no município representaria um acréscimo de 25% nos custos de implantação do empreendimento. No caso de aluguel de um terreno o custo ficaria com valor acima de R\$ 30.000,00 anuais, que seriam somados ao custo de operação. Vale lembrar que na tabela 2 não estão relacionados a aquisição nem o aluguel do terreno, uma vez que nas simulações efetuadas por Jadovski (2005) essas opções se mostraram inviáveis se acrescentar a aquisição do terreno. Referente à compra de máquinas pesadas e outros veículos, como retroescavadeira e caminhão basculante, ocorreria um acréscimo aproximado de 40% no custo de implantação e conseqüentemente um acréscimo de cerca de 60% no custo da manutenção.

De acordo com Pinto (2005), a área mínima para instalação de uma estação de manejo de resíduos da construção civil seria de 3500 m², para isso o único terreno disponível para venda no momento do estudo com características adequadas, localizando-se no bairro distrito Industrial no município de Ijuí, no valor de R\$ 500000,00.

Os custos mensais apresentados na Tabela 2 são aproximados e levam em conta a produção de 25 t/h apresentados por Cardoso (2014) e atualizada para valores atuais através da inflação registrada no período.

Custos	Item	Valor (R\$)
Implantação	Terreno	500000,00
	Aquisição de equipamentos	838249,94
	Estrutura e adequação do terreno	123913,80
	Licenciamento ambiental	96216,37
Custo total de implantação (R\$)		1558380,11
Operação	Mão de obra e Leis sociais	225423,37
	Equipamentos de proteção individual	2159,79
	Insumos	65864,54
	Aluguel de maquinas e veículos	463920,17
	Despesas administrativas	5402,63
Subtotal (R\$/Ano)		762770,5
Manutenção	Manutenção dos equipamentos	21867,14
Subtotal (R\$/Ano)		21867,14
Custo Total Anual (R\$)		784637,64

Tabela 2– Custo de Implantação e Manutenção Anual;

Fonte: Autoria Própria

Em relação ao material, a quantidade de agregado reciclado foi estimada em 80% da quantidade de resíduo recolhido, conforme metodologia de Marques Neto (2005), obtendo a quantidade de 1828,9 toneladas de matéria prima mensal. Com valor de R\$50,00/m³ processado, dado obtido com a empresa RESICON da cidade de Santa Rosa - RS, seria gerada uma renda de R\$ 1.097.340,00 a cada ano. Para analisar se o investimento é viável, a Taxa Interna de Retorno (TIR) que deve ser superior a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estipulada em 12% pelo Banco Central para o ano de 2017. Após análise dos resultados obtidos para TIR de 8, 10 e 15 anos, chegou-se aos valores de VPL, que podem ser observados na Tabela 3.

Prazo (anos)	VPL -Valor Presente Líquido (R\$)
8	-7376,90
10	208387,66
12	377246,88
15	571122,28

Tabela 3– Retorno do Investimento;

Fonte: Autoria Própria

Pelos resultados obtidos com a tabela três, percebemos que a implantação de uma central de triagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil na cidade de Ijuí é viável. A previsão de retorno financeiro se dá com operação mínima de nove anos, levando em consideração os parâmetros apresentados no decorrer desta pesquisa.

4 | CONCLUSÃO

O estudo do custo de implantação de uma usina de triagem de Resíduos da Construção Civil no município de Ijuí propiciou uma melhor compreensão da dinâmica que envolve o transporte e separação de resíduos sólidos, revelando ainda a grande importância da implantação de uma central de triagem de resíduos sólidos, principalmente se considerar o fato da existência de áreas de disposição irregular e da quantidade de resíduos produzidos, que podem gerar, posteriormente, graves problemas ambientais e de saúde pública.

Os serviços de recolhimento e condução dos RCC no município ficam a cargo de empresas terceirizadas que depositam, geralmente, em áreas de bota fora, a maioria dessas sem licenciamento ambiental. Tal fato se deve à escassez de vigilância dos setores que possuem esta competência, além dos custos exacerbados da acomodação em aterros industriais. Os resultados do volume de RCC, para o caso em estudo, foram aferidos a partir dos parâmetros indireto para o município de Ijuí, no período de 4 anos, retratou uma média de 49,96 t/dia o que corresponde a uma média de 4,46 t/h. Nesse estudo optou-se por dimensionar uma usina de triagem com capacidade de processar 10,00t/h, considerando 8 horas de serviço por dia de cumprir a meta, contudo pela falta de acesso aos preços dos fabricantes, fez-se necessário utilizar dados já obtidos para uma central de triagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil cuja capacidade de processamento é igual a 25 t/h.

Projetado um possível aumento na quantidade de resíduos gerados, aliado ao fato das incertezas geradas pela estimativa indireta de geração, considerou-se como oportuna a utilização de um valor majorado para este estudo inicial acerca da viabilidade de implantação. É reconhecida, ainda, a necessidade de aprofundar os dados considerados para a produção deste estudo.

De acordo com os cálculos realizados do Valor Presente Líquido, é sim viável a implantação de uma central de triagem mesmo com uma capacidade elevada de processamento em relação à quantidade de resíduos que o município de Ijuí. Para que haja viabilidade econômica, a central deverá possuir um tempo de operação igual ou superior a nove anos, uma vez que para tempos a partir do referido o VPL possui valores positivos, significando que haverá um retorno financeiro do valor até então investido para a construção da mesma.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, Lucas. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/a-crise-e-a-crise-da-construcao>>. Acesso em: 06/06/2017.
- ÂNGULO, Sérgio C. et al. **Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação**. São Paulo-SP. PCC – Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. Disponível em: <http://www.falcoit.com.br/blog/images/easyblog_images/500/Resduos-de-construo-e-demolio-avaliao-dos-mtodos-de-quantificao---Angulo-et-al.-2011_20150130-011237_1.pdf> Acesso em: 24 nov. 2017.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas/ ABNT NBR 15112 de 30 de julho de 2004. Dispõe Sobre Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - Áreas de Transbordo e Triagem - Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas/ ABNT NBR 15113 de 30 de julho de 2004. Dispõe Sobre Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes - Aterros - Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas/ ABNT NBR 15114 de 30 de julho de 2004. Dispõe Sobre Resíduos Sólidos da Construção Civil - Áreas de Reciclagem - Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas / ABNT NBR 15115 de 30 de julho de 2004. Dispõe Sobre Resíduos Sólidos da Construção Civil – Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil - Execução de Camadas de Pavimentação - Procedimentos. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas / ABNT NBR 15116 de 30 de julho de 2004. Dispõe Sobre Resíduos Sólidos da Construção Civil - Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil - Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural - Requisitos. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Brasília, 30 de junho de 2004.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República**. Brasília/DF 17 de julho de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 02/06/2017.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 348 de 5 de julho de 2002. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. **Diário Oficial da República**. Brasília/DF, 2004. Disponível em: <www.mma.gov.br/conama>. Acesso em: 30/05/2017.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 431 de 24 de julho de 2011. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. **Diário Oficial da República**, Brasília 25 de julho de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>>. Acesso em: 29/05/2017.
- BRASIL. Lei nº12305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 02 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 01/06/2017.
- CARDOSO, Fabiana; GALATTO, Sérgio Luciano; GUADAGNIN, Mario Ricardo. **Estimativa de Geração de Resíduos da Construção Civil e Estudo de Viabilidade de Usina de Triagem e**

Reciclagem. 2014. 10f. Revista Brasileira de Ciências Ambientais – Número 31. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/31-03_Materia_1_artigos386.pdf>. Acesso em: 31/05/2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Geral do Município de Ijuí, 2017.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ijui/panorama>> Acesso: 22 nov. 2017.

JADOVSKI, Iuri. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição.** 2005. 180 f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS.

MARQUES NETO, José da Costa. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil.** São Carlos: Rima, 2005. 162 p.

OLIVEIRA, Edieliton Gonzaga, **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Demolição: Estudo de Caso da RESOLUÇÃO 307 DO CONAMA.** 2008. 114 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) UFG – GOIÁS

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. 189f.

PINTO, Tarcísio de Paula. (Coord.) (1999 e 2008) **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP,** São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.

SANTOS, Guilherme Garcia Dias dos, **Análise e Perspectivas de Alternativas de Destinação de Resíduos Sólidos Urbanos: O caso da incineração e da disposição em aterros.** 2011. 208 f. Monografia (Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

STOLZ, Carina Mariane. **Viabilidade Econômica de Usinas de Reciclagem de RCD: Um Estudo de Caso para IJUÍ/RS.** 2008. 99 f. Monografia de conclusão do curso em Engenharia Civil. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

MESQUITA, Átila S. G. **Análise da geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Teresina, Piauí.** Rev. HOLOS, ano 28, v.2. 2012. Disponível em:<<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/835/530>> Acesso: 24 nov. 2017.

LAJE MISTA DE BAMBU-CONCRETO LEVE: ESTUDO TEÓRICO E EXPERIMENTAL

Caio Cesar Veloso Acosta

Instituto Federal de Santa Catarina, Campus
Criciúma
Criciúma - SC

Gilberto Carbonari

Universidade Estadual de Londrina, Departamento
de Estruturas
Londrina - PR

RESUMO: A busca de novas alternativas para a sustentabilidade na construção civil vem sendo foco de estudos nos últimos anos, visando amenizar os impactos causados pelas ações antrópicas no meio. O bambu é um material com excelentes propriedades mecânicas, de rápida produção para fins estruturais (a partir de 3 anos), baixo custo de produção, leve, de origem natural e totalmente renovável. Este trabalho tem como objetivo verificar a possibilidade da utilização do bambu em lajes de edificações, na forma mista com concreto leve. Para isto, foram ensaiadas duas lajes, onde a parte inferior é de bambu da espécie *Dendrocalamus Giganteus*, e a parte superior uma capa de concreto leve com argila expandida. Em uma das lajes todas as varas são cortadas no meio da seção, e na outra, foi mantida a seção natural na região dos nós, na tentativa de melhorar a interface de aderência. Apesar de terem sido ensaiadas somente duas lajes, é possível constatar o

ganho significativo de resistência da laje com seção completa na região dos nós.

PALAVRAS-CHAVE: Bambu; Laje Mista; Desenvolvimento Sustentável; Construção em Bambu

ABSTRACT: Searching new alternatives for sustainability in civil construction has been the focus of studies lately, trying to slow down the impacts caused by anthropic actions in the environment. The Bamboo is a material with excellent mechanical characteristics with quickly grown for structural use (tree years), lower production cost, light, natural and totally renewable. This paper aims to evaluate the use of bamboo in buildings floors as flat slab with permanent shutter. For this, two slabs were test, on the bottom was use bamboo shutters of *Dendrocalamus Giganteus* bamboo species and at the top a lightweight concrete cover with expanded clay. One of the flat slabs all bamboo rods has been saw at the middle, and in the other, the section of the nodes was maintained, trying to increase the interface strength. Although only two slabs were evaluated, it is possible to verify the significative strength increase using the flat slab with complete nodes.

KEYWORDS: Bamboo; Concrete slab; Bamboo buildings; Sustainable development.

1 | INTRODUÇÃO

A sustentabilidade vem sendo muito debatida nos últimos tempos. Como a construção civil é uma das maiores geradoras de resíduos, temos que buscar novos materiais e novas técnicas que melhorem a eficiência das construções e diminuição dos impactos ambientais causados. Isso pode ser viabilizado reduzindo o consumo dos materiais tradicionais, substituindo por materiais de fontes renováveis, e com menor consumo energético na sua cadeia produtiva. Neste cenário, o bambu surge com uma alternativa viável, pois se trata de um material renovável que utiliza apenas energia solar para sua produção.

O Brasil tem um grande potencial de cultivo de bambus, pois os mesmos se adaptam com facilidade no clima e o solo. Por ser uma espécie de rápido crescimento e grande abundância, o bambu também se apresenta como um material de baixo custo (Oliveira, 2006).

O objetivo principal deste trabalho é o de verificar a possibilidade da utilização do bambu em lajes mistas com concreto leve nas edificações. As lajes têm como finalidade conduzir as cargas de utilização para as vigas e pilares da edificação, garantindo segurança e conforto ao usuário. De acordo Ghavami (2004), um dos fatores mais importantes para a resistência última deste tipo de laje é o cisalhamento na interface bambu-concreto. Sendo assim, neste estudo foram ensaiadas em laboratório duas lajes: em uma laje todas as varas de bambu foram seccionadas no meio (Figura 1), e na outra laje manteve-se a seção natural das varas nas regiões dos nós (Figura 2), com a finalidade de verificar a sua eficiência ao cisalhamento. No estudo foi utilizado bambu da espécie *Dendrocalamus Giganteus*.



Figura 1 - Laje sem nós. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 2 - Laje com nós. Fonte: Elaborado pelos autores.

Além do estudo experimental, neste trabalho também foram realizadas simulações teóricas do comportamento, com o objetivo de contrastar com os resultados obtidos dos ensaios.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta do bambu

As varas foram coletadas no bambuzal localizado no interior do campus da Universidade Estadual de Londrina (Figura 3), escolhidas de acordo com suas idades e diâmetros, de forma a garantir uma homogeneidade na coleta.



Figura 3 - Bambuzal da UEL. Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 Execução das lajes mistas

Em função das limitações dos equipamentos do laboratório, definiu-se que as duas lajes teriam 3 m de comprimento, e uma largura próxima de 70 cm. Como o diâmetro externo médio das varas utilizadas para ambas as lajes foi de 13 cm, decidiu-se utilizar 5 varas, resultando em uma largura de 65 cm. A partir da meia cana dos bambus cortados ao meio (6,5 cm de raio externo), foi utilizada uma capa de concreto leve de 6,5 cm, totalizando uma espessura total da laje de 13 cm, coincidindo com diâmetro externo médio dos bambus.

2.2.1 Laje com varas de bambu a meia cana

Para montagem da laje foram escolhidas três varas com diâmetros e espessuras próximas. As varas foram cortadas ao meio na seção transversal com comprimento de três metros, obtendo-se assim seis peças de bambu “meia-cana”.

As seis peças foram dispostas de forma arbitrária, tentando minimizar possíveis folgas entre as varas no sentido longitudinal (Figura 4 e Figura 6). Após a distribuição das varas cortadas na fôrma, foi adicionada uma malha de com taliscas de bambu, com a finalidade de melhorar a distribuição das tensões, e homogeneizar a laje como um todo (Figura 5).



Figura 4 - Laje meia-cana. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 5 - Malha de taliscas. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 6 - Espaçamento entre peças. Fonte: Elaborado pelos autores.

Como pode ser observado na Figura 6, devido à falta de retlineidade natural do bambu, algumas folgas entre as varas longitudinais chegaram a aproximadamente . Para evitar a perda da pasta de concreto durante a concretagem, e a movimentação das peças na forma, os elementos de bambu foram grampeados, com a colocação de uma fita de papel crepado nas junções das peças.

2.2.2 Laje com varas de bambu a meia cana entre nós e seção plena nos nós

Foi mantida a seção transversal natural das varas de bambu da laje numa de extensão de ~ 10 cm na região dos nós (Figura 7). Para isso, após a marcação da posição dos cortes, foi utilizada uma serra circular para efetuar os cortes da seção das varas, de forma a ter as meias canas na região entre nós. Após os cortes com a serra na direção ortogonal às varas, foram utilizados martelo e formão para romper na direção longitudinal à região a ser destacada da peça.

Neste caso, devido à presença da seção completa das varas junto aos nós, não foi possível utilizar a mesma malha da laje anterior, pois as taliscas longitudinais ficariam impedidas de serem colocadas. Assim sendo, foram dispostas taliscas somente na direção da largura da laje ($L=65$ cm), a cada , aproximadamente.

Da mesma maneira que a laje anterior, as varas de bambu foram grampeadas entre si para evitar movimentação das peças na fôrma, e com fita de papel crepado

para evitar a perda de pasta de concreto.



Figura 7 - Bambus com nós inteiros. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 8 - Disposição das taliscas na laje com nós. Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3 Concretagem

Para o concreto foi utilizado agregado leve de argila expandida, seguindo o traço indicado para concreto de de, fornecido pela empresa Cinexpan, que consiste em e relação água-cimento de . O traço escolhido foi ensaiado e verificado.

A concreto foi produzido em betoneira com capacidade de do laboratório de materiais de construção da Universidade Estadual de Londrina.

Durante a produção e colocação do concreto, houve uma dificuldade em se obter uma mistura homogênea, pois a argila expandida ficou suspensa. Por outro lado, também se observou uma separação entre o agregado graúdo e a pasta. Após a concretagem observou-se a suspensão do agregado leve (Figura 9).

Durante a concretagem foi observado que a estanqueidade da laje estava satisfatória, não havendo perda de pasta de cimento entre as varas de bambu.

Após a cura do concreto, foi realizada uma regularização da capa com utilização de argamassa de cimento e areia (Figura 10).



Figura 9 - Laje após concretagem.

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 10 - Laje após regularização da capa.

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.4 Ensaio de Flexão

O ensaio de flexão foi realizado no Laboratório de Estruturas da Universidade Estadual de Londrina. Para o ensaio, utilizou-se um pórtico de reação para de até , acoplado de um macaco hidráulico e uma célula de carga com capacidade de .

O ensaio foi realizado aplicando-se uma carga pontual no centro do vão da laje, distribuída transversalmente por um perfil metálico. Três transdutores de deslocamento (LVDT) foram colocados no centro do vão, sendo um em cada extremidade da laje e um ao centro no macaco hidráulico, como mostrado na Figura 11. O posicionamento dos transdutores pode ser observado na Figura 12.

O ensaio de flexão foi realizado continuamente em velocidade constante até a ruptura da laje, sendo transferidos os dados de carga e deslocamento diretamente para o sistema de aquisição de dados.



Figura 11 – Posições dos LVDT's. Fonte: Elaborado pelos autores.

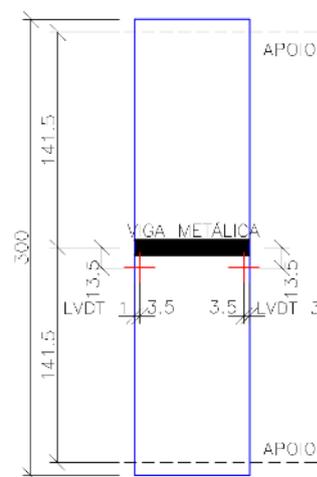


Figura 12 - Posições dos LVDT's 1 e 3. Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao fim do ensaio foram retirados testemunhos para verificar a resistência do concreto utilizado na laje, com diâmetro de e altura de aproximadamente .

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Laje com varas de bambu a meia cana

Conforme pode-se observar na Figura 13, a ruptura da laje ocorreu por compressão da capa de concreto, com um descolamento da parede do bambu do concreto entre os nós, em vários pontos (Figura 15 e Figura 16). O bambu não apresentou ruptura à tração, o que permitiu um comportamento dúctil da laje como um todo. Foi observado também escorregamentos do concreto em relação ao bambu na região dos apoios (Figura 14).



Figura 13 - Ruptura da capa de concreto. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 14 - Deslizamento da massa de concreto no apoio. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 15 - Descolamento da aba do bambu externo. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 16 - Descolamento local do bambu no centro da laje. Fonte: Elaborado pelos autores.

No gráfico da Figura 17, com a relação Carga \times Deslocamento (Δ), pode ser observado o comportamento inicial até foi linear, dando início à fase plástica da laje, suportando uma carga máxima de . Ao final do ensaio a laje teve uma deformação superior ao curso do LVDT (Δ), porém até o fim do carregamento o comportamento foi dúctil, não apresentando uma ruptura brusca.

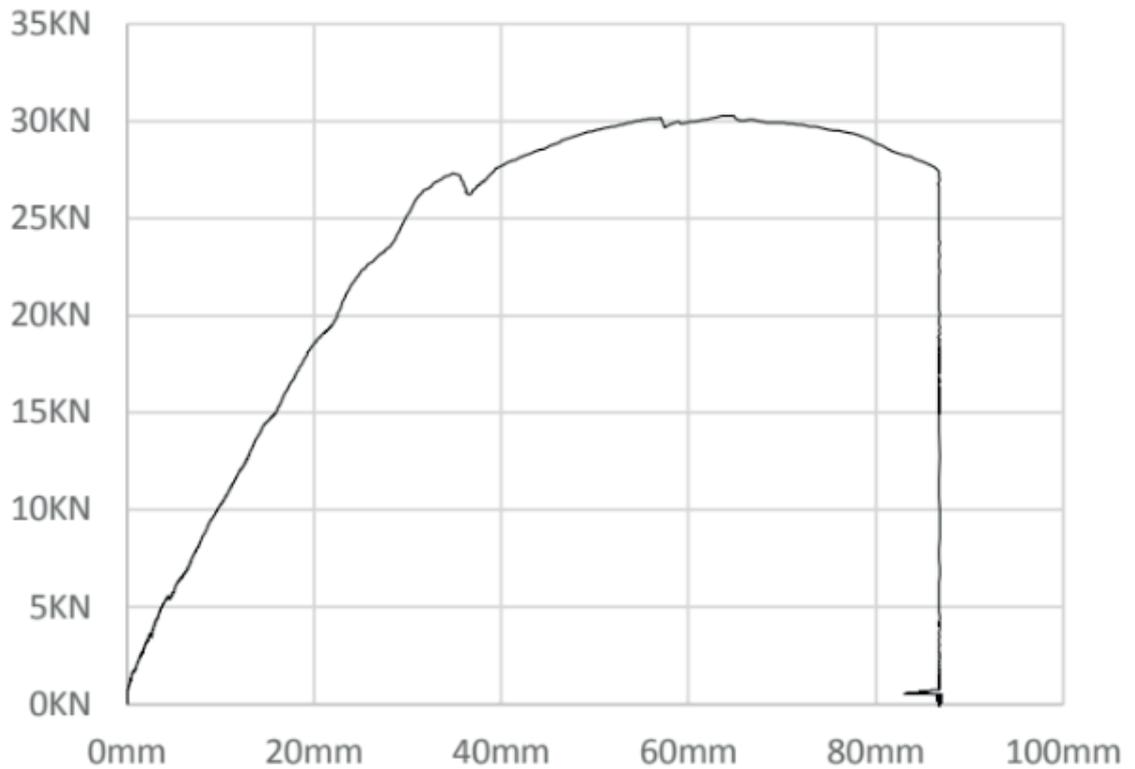


Figura 17 - Diagrama Carga x Deslocamento, laje com varas a meia cana.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 Laje com varas de bambu a meia cana entre nós e seção plena nos nós

No ensaio dessa laje foi observado um ganho na rigidez do conjunto em relação a laje cujas varas de bambu são completamente a meia cada.

A ruptura final ocorreu também na capa de concreto, porém por cisalhamento e compressão Figura 18. Da mesma forma que a laje anterior, houve deslizamento da massa de concreto em relação ao bambu na região dos apoios Figura 21, porém com menor intensidade. Foi observado também o cisalhamento dos nós do bambu, indicando que o mesmo estava trabalhando como conector entre o bambu e a capa de concreto (Figura 19 e 20).



Figura 18 - Ruptura da capa de concreto, laje com nós. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 19 - Ruptura do nó de bambu. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 20 - Ruptura do nó de bambu. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 21 - Deslizamento do concreto nos apoios. Fonte: Elaborado pelos autores.

No gráfico da Figura 22 pode-se observar um comportamento mecânico quase linear da laje até a carga de , a partir do qual se inicia a falha dos mecanismos resistentes da laje. A ruptura foi de forma também de forma dúctil, porém um pouco menos que a laje cujas varas de bambu são em sua totalidade em meia cana. Apresentou grandes deslocamentos após que a carga máxima fosse atingida.

Como no caso da outra laje, o limite final do gráfico da Figura 22 foi limitado pelos medidores de deslocamentos no total .

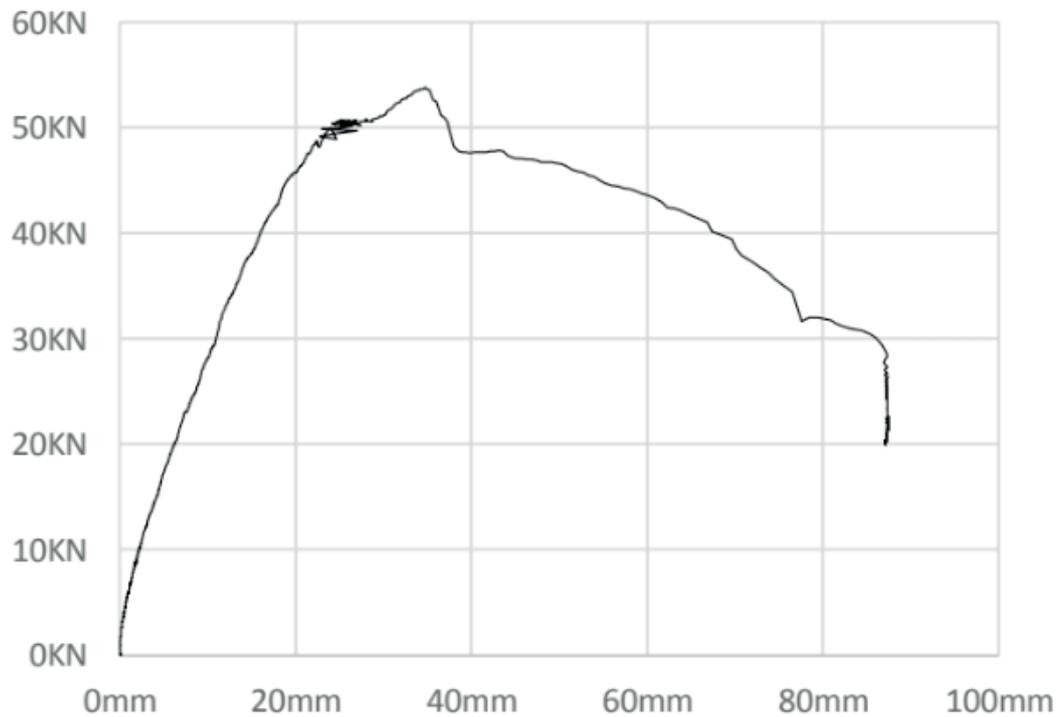


Figura 22 - Diagrama Carga x Deslocamento, laje com varas a meia cana entre nós e seção plena nos nós.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3 Análise teórica das lajes com relação a interface entre o bambu e o concreto

Com o objetivo de contrastar os resultados experimentais obtidos nos ensaios das lajes com uma análise teórica, foi elaborada uma planilha de cálculo para determinar os deslocamentos teóricos da laje segundo duas hipóteses. Na primeira, considerou-se que os materiais estão perfeitamente conectados, ou seja, com perfeita transferência de esforços na ligação concreto-bambu, e na segunda, desconsiderou-se totalmente a interface de ligação, com os dois materiais resistindo às tensões internas separadamente. Em ambos os casos foi considerado que as varas de bambu são a meia cana.

Foram consideradas as dimensões medidas nas lajes executadas e ensaiadas. Para as propriedades mecânicas do bambu foi utilizado o valor de módulo de elasticidade obtido por CARBONARI *et al* (2015) de . Para o concreto, os testemunhos retirados das lajes foram ensaiados à compressão, além da densidade. O módulo de elasticidade do concreto foi estimado de acordo com o EUROCODE 2 (2004) para concretos leves, que corresponde a , com o e densidade (.

Considerando as propriedades físicas, mecânicas e geométricas na planilha de cálculo, foram obtidos os comportamentos mecânicos da laje, cujos diagramas estão apresentados no gráfico da Figura 23.

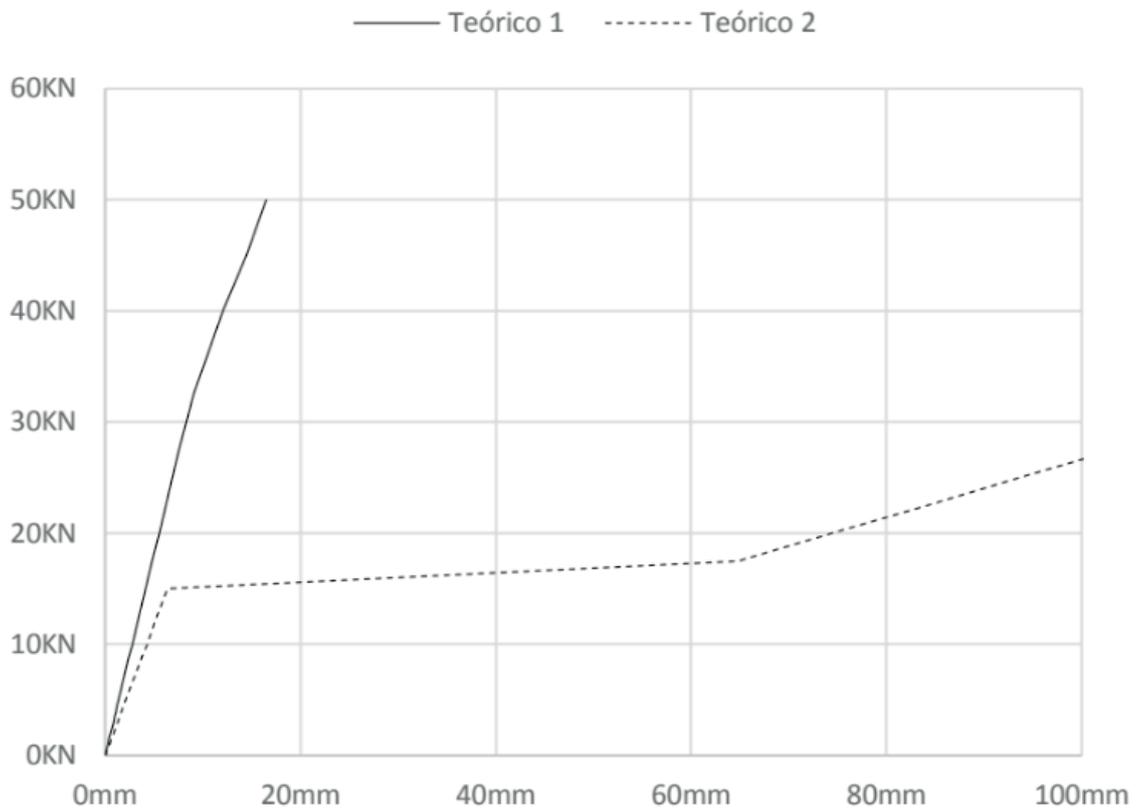


Figura 23 - Curva teórica Carga x Deslocamento. Fonte: Elaborado pelos autores.

Como pode ser observado no gráfico da Figura 23, o diagrama onde os materiais da seção são considerados perfeitamente conectados entre si (Teórico 1), apresentam um comportamento quase linear até a carga última, com uma pequena mudança na angulação pouco acima da carga de , onde o concreto começa a fissurar. No outro diagrama, onde os materiais foram considerados não conectados entre si (Teórico 2), há um primeiro trecho linear até uma carga de ~ , a partir do qual há uma mudança brusca da inércia, da não fissurada para a inércia fissurada, caracterizada pela perda de resistência da capa de concreto.

3.4 Comparativo dos resultados obtidos das lajes ensaiadas

Para que fosse possível efetuar uma comparação dos diagramas carga x deslocamento entre as duas lajes, foi necessário uniformizar as respectivas rigidezes, pelo fato que, após a concretagem, as capas de concreto ficaram diferentes, uma com 4,4 cm, e a outra com 5,8 cm. Após essa consideração, na Figura 24 constam os diagramas carga x deslocamento obtidos teoricamente e experimentalmente das lajes.

Comparando os diagramas experimentais das lajes na Figura 24, fica evidente o melhor comportamento mecânico que apresentou a laje cujas varas de bambu possuem seção plena na região dos nós, em relação a outra laje onde as varas são todas a meia cana.

Observa-se na referida figura que em ambos os diagramas as curvas obtidas nos

ensaios das lajes ficam entre os gráficos teóricos, o que indica que em ambas as lajes os diafragmas do bambu atuam como conectores entre o a parte inferior do bambu e o concreto, sendo mais evidente esta influência na laje com seção plena na região dos nós.

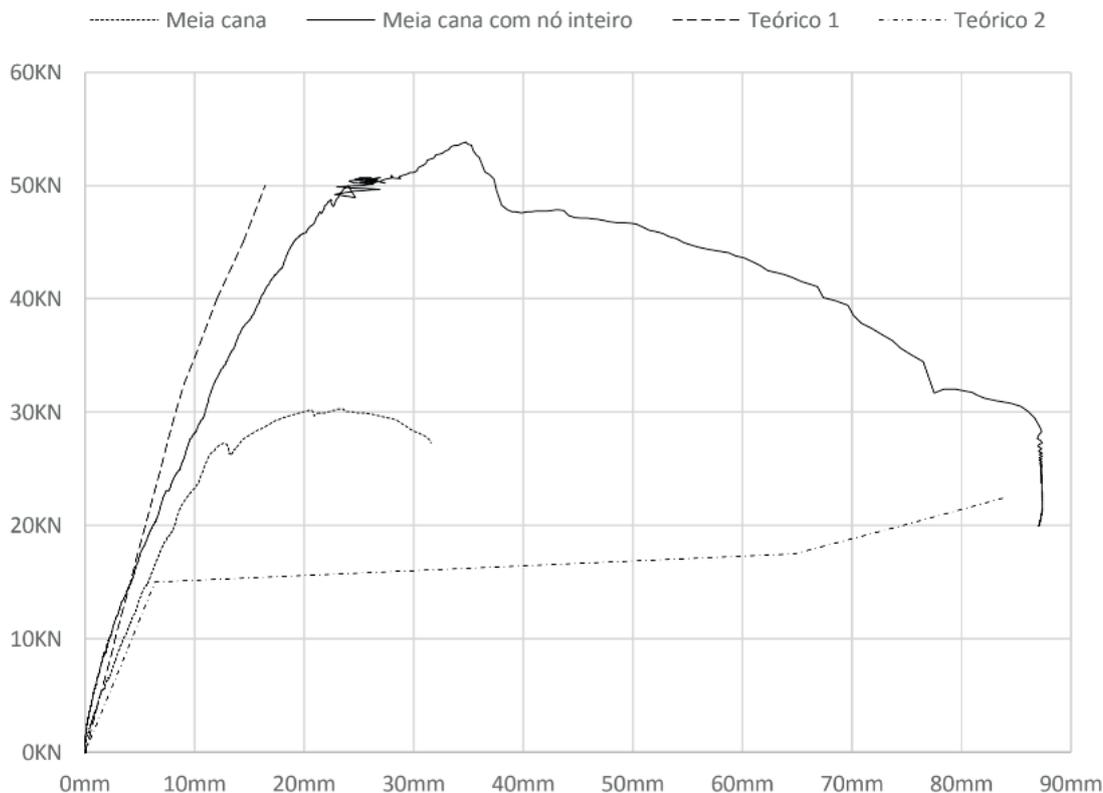


Figura 24 - Comparativo. Fonte: Elaborado pelos autores.

4 | CONCLUSÕES

Durante a fase de concretagem foi observado que o agregado leve ficou em suspensão na laje, o que é indesejável, pois é na capa superior que atuam as máximas de tensões de compressão na flexão.

Observou-se que mantendo a seção plena das varas de bambu na região dos nós, aumenta-se significativamente a resistência da laje mista bambu-concreto, em relação a laje onde todas as varas são em meia cana.

Mesmo com as deficiências na interface bambu-concreto, as lajes apresentaram um comportamento mecânico quase linear entre carga e deslocamento, em seu trecho inicial, e dúctil, de muito interesse para possíveis aplicações práticas.

Apesar de não ser representativo estatisticamente o número de lajes ensaiadas, pode concluir-se que esse tipo de laje pode ter um grande potencial de utilização em residências para vãos comuns, apresentando um baixo peso próprio e um bom comportamento mecânico.

REFERÊNCIAS

CARBONARI, G., SILVA JUNIOR, N. M., PEDROSA, N. H., ABE, C. H., SCHOLTZ, M. F., ACOSTA, C. C. V., CARBONARI, L. T. (2015). Propriedades mecânicas de várias espécies de bambu. In: XV ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. Anais... Curitiba. 2016.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (2004). Eurocode 2: Design of concrete structures. Part. 1-1: General rules and rules for buildings. Brussels. 2004.

FARRELY, D. The Book of Bamboo. Sierra Club Books, São Francisco, 1984, 202p.

GHAVAMI, K.; HOMBEECK, R. V. Application of bamboo as a construction material. Part I-Mechanical properties and water repellent treatment of bamboo Part II- Bamboo reinforced concrete beams. In: Latin American Symposium, Rational Organization of Building applied to Low-cost Housing, 1982, Sao Paulo. Rational Organization of Building Applied to Low-cost Housing. Sao Paulo: IPT, v. 1. p. 49-65, 1981.

GHAVAMI, K. (2005) Bamboo as reinforcement in structural concrete elements. Cement & Concrete Composites 27. p. 637-649, 2005.

NANOMATERIAIS NA REABILITAÇÃO DE PATRIMÓNIO ARQUITETÓNICO

Carlos Manuel Franco
cmfrancopt@gmail.com

RESUMO: Os nanomateriais (NM) apresentam propriedades físico-químicas específicas que lhes conferem características – entre outras, mecânicas, óticas, elétricas e magnéticas únicas e vantajosas para as mais diversas aplicações.

O património edificado nas grandes cidades, confronta-se com problemas ambientais agravados, mormente pela sua contínua exposição aos gases altamente poluentes emitidos pelo intenso e contínuo tráfego de veículos e pela indústria instalada na periferia, refletindo-se negativamente na qualidade do ar, com a consequente degradação das fachadas dos edifícios, provocando uma maior necessidade de obras de manutenção e consequentemente custos mais elevados. A estabilização estrutural, com recurso a materiais compósitos, destacando-se a aplicação de fibras de carbono, de manuseamento substancialmente melhorado - pela sua leveza, flexibilidade e resistência, possibilitando uma intervenção mínima, pouco intrusiva, garantirá maior rapidez de execução, numa redução substancial do número de trabalhadores e equipamento necessário em estaleiro.

Contribuir para o estímulo do uso de materiais

nanoestruturados nas intervenções de reabilitação do Património Arquitetónico, com novas características e novas propriedades, nomeadamente as de autolimpeza, invocando as suas vantagens quando aplicadas no revestimento de superfícies expostas particularmente em ambientes agressivos.

Pretende-se assim sintetizar o conhecimento atual sobre a nanociência, destacando-se o contributo que a nanotecnologia vem conferir - com introdução de materiais nanoestruturados nas intervenções de reabilitação, numa perspetiva de uma intervenção mais sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Nanomateriais; Reabilitação; Património Arquitetónico.

ABSTRACT: The nanomaterials present specific properties physicochemical that confer some unique characteristics like mechanicals, optical, electricals and magnetism valuable for the most different applications.

The built heritage on the biggest cities confront environmental problems aggravated mostly by their continued exposition to highly polluting gases issued by the intense traffic of vehicles and by the industry on the periphery, reflected negatively on the air quality with consequent degradation of the facades of buildings, that prove a greater need for maintenance works and higher costs.

The structural stabilization, with a resource of composite materials, stands out the application of carbon fibers with improve handling by its lightness, flexibility and resistance, allowing a minimal intervention, less intrusive, will ensure faster execution in a substantial reduction of number of workers and needed equipment on site.

Contribute for the stimulating the use of nanostructured materials in the rehabilitation interventions of the architectural heritage, with new characteristics and proprieties as the self-cleaning, invoking its benefits when applied to the coating of exposed surfaces particularly in aggressive environments.

It is intended to be synthesized the current knowledge about nanoscience, highlighting the contribution that the nanotechnology confers by the introduction of nanostructured materials in rehabilitation interventions with a view to a more sustainable intervention.

KEYWORDS: Nanomaterials; Rehabilitation; Heritage Architectural

1 | INTRODUÇÃO

A investigação tem uma vertente direcionada aos nanomateriais já disponíveis no setor da construção, cuja aplicação possa vir a ser considerada conveniente e preferível em intervenções de reabilitação, permitindo ao arquiteto a definição de novas metodologias de atuação menos intrusivas e conseqüentemente, com maior garantia de preservação do património arquitetónico na sua essência. Pretende-se ainda que venha a ser um documento acessível e útil para a divulgação de todo o conhecimento adquirido sobre uma matéria ainda não suficientemente difundida no que diz respeito ao potencial das novas ciências, num contributo para uma maior sensibilização da sociedade civil em geral, dos arquitetos, engenheiros e do mundo académico em especial. Os valores relativos ao consumo de matérias-primas e energia despendida no processo de fabricação de Nanomateriais são mais favoráveis em termos ambientais e de sustentabilidade, comparativamente a processos e materiais convencionais, numa melhoria da eficiência energética e da redução das emissões de CO₂ em edifícios.

A indústria da construção representa um dos maiores setores em toda a Europa, representando 28,1 e 7,5% de empregabilidade, respetivamente na indústria e em toda a economia europeia, faturando anualmente 750 milhões de euros: 25% de toda a produção industrial europeia. Sem de deixar de ter reflexos nefastos ambientais, é responsável por 30% das emissões de carbono, consumindo, por sua vez o parque edificado 42% da energia produzida. A nível mundial a indústria da construção consome aproximadamente 3000 Mt/ano, quase 50% em massa, mais matérias-primas que qualquer outra atividade económica, evidenciando um setor absolutamente insustentável. Para agravamento da situação já de si um pouco fora de controlo, muito do edificado em uso padece de patologias provocadas quer por humidade excessiva, dando origem à formação de bolores, fungos e conseqüente má qualidade do ar, quer por ambientes com valores de humidade relativa abaixo de 40%, situações propícias à

evolução de doenças do foro respiratório (TORGAL, F. & JALADI, S. p.23).

A incorporação de resíduos, não só os resultantes da própria construção civil e demolição (RC&D), como também e sobretudo os resíduos produzidos por outras indústrias, no fabrico de betões (concreto) com características pozolânicas, como cinzas volantes, escórias de alto-forno, sílica de fumo, cinzas de resíduos vegetais, cinzas de resíduos sólidos urbanos, resíduos de vidro, resíduos da indústria automóvel, de plástico, da indústria das rochas ornamentais, entre outros, em conjugação com uma seleção de materiais a utilizar sob a perspetiva de sustentabilidade, com uma análise cuidada do ciclo de vida (ACV), materiais obtidos de fontes renováveis, recicláveis, com baixa energia incorporada, fará da indústria da construção uma atividade sustentável (TORGAL, F. 2010, pp. 20-24).

No Brasil a indústria do açúcar e álcool processaram mais de 600 milhões de toneladas de cana em 2009, produzindo um valor superior 140 milhões de toneladas de bagaço [Fig. 1], possibilitando a destilação para o bagaço da cana através da queima controlada associada à síntese de nanotubos de carbono (CNTs), materiais que possuem inúmeras possibilidades de aplicações tecnológicas, nomeadamente da produção de materiais nanoestruturados (ALVES, J. et al, 2012)

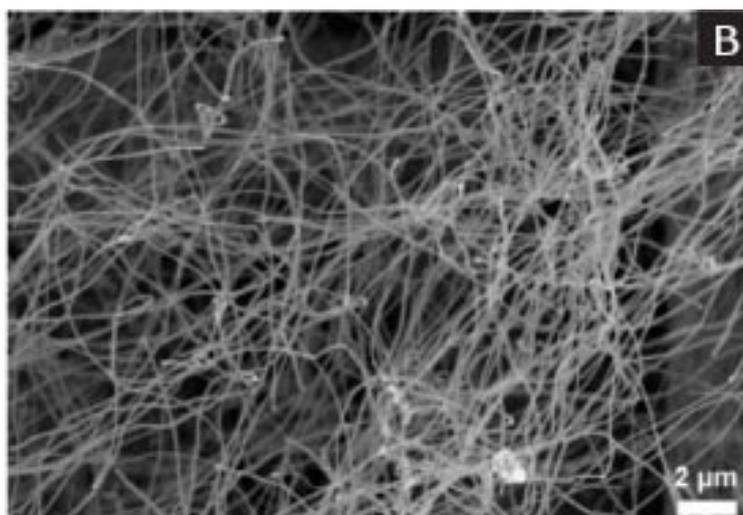


Figura 1: Nanotubos de carbono resultantes da queima do bagaço de cana do açúcar.

Fonte: Alves, J. et al, 2012, in http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672012000300006,
acedido em 19-06-18

A adoção de medidas visando à sustentabilidade ambiental deverá começar na fase de conceção de projeto até a conclusão da obra, reduzindo o impacto tanto na produção de resíduos provenientes da construção, como os encargos com a manutenção do edificado público, visando a observação dos princípios que norteiam a sustentabilidade ambiental. Cabe assim à Administração Pública - a título de exemplo para a sociedade civil, adotar soluções que verifiquem a eficiência energética (GOMES, M. 2014, in *Obras Públicas Sustentáveis, Materiais de Construção Sustentáveis*, Volume 2: pp.523-531). Serão as boas práticas que urge implementar no setor da construção,

que maior impacto terá na prevenção e mitigação das alterações climáticas (TIRONE, L. 2008, p.14).

A informação seletiva sobre nanomateriais disponibilizados no mercado, terá como objetivo a produção de um modelo base, que de uma forma sucinta caracterize as potencialidades disponibilizadas pela Nanociência, proporcionando na área da arquitetura e da construção, em resultado da aplicação de materiais nanoestruturados nas operações de reabilitação em património arquitetónico, uma intervenção mais sustentável.

A metodologia adotada teve como plataforma de trabalho a consulta de bibliografia específica e pesquisas de artigos científicos publicados sobre nanotecnologia e nanomateriais, recorrendo-se ainda a livrarias científicas disponíveis em linha, nomeadamente a *Scientific Electronic Library*, no endereço <http://www.scielo.br>, e aos artigos científicos apresentados no Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, disponibilizados em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/>.

2 | ESTADO DA ARTE

Desde a antiguidade o homem procurou combinar diferentes materiais, tirando vantagens das características de cada um individualmente, potencializando o seu desempenho quando em conjunto – terra associada à palha no fabrico de tijolos para a construção das suas habitações (Mesopotâmia, desde 5.000 a.C.). Em comparação com os atuais compósitos de matriz polimérica, a palha desempenhava funções das fibras de reforços enquanto a terra humedecida teria funções semelhantes à da matriz polimérica (GONÇALVES, M. CLARA & MARGARIDO, F. 2012, p. 576).

Não sendo possível afirmar com exatidão a data em que a humanidade construiu o primeiro utensílio incorporando partículas nanométricas, é, contudo, do conhecimento que no decorrer do século IV a.C., o vidro usado no fabrico do Cálice de Licurgo [Fig. 2], – que descreve a morte do rei com o mesmo nome, contém nanopartículas de ouro e prata, conferindo-lhe a particularidade de mudança de cor apenas com a mudança de posição da origem da luz (NETO, O. & PACHECO M. et al, 2012, p.19).



Figura 2: Cálice de Licurgo.

Fonte: <http://lifarnur.blogspot.pt/2016/04/antiche-nanotecnologie-la-coppa-di.html>, acessado em 05-01-2017

Surpreendentemente quando a luz incide por fora a taça adquire a cor verde e quando iluminada no seu interior apresenta-se em tons avermelhados enquanto o Rei Licurgo assume a cor púrpura. Este fenómeno só foi explicado no ano de 1990, numa análise efetuada por cientistas com recurso a um microscópio atómico de varredura, obtendo-se a resposta para o dicroísmo observado que ocorre devido à presença das nanopartículas na sua composição da sua matriz de vidro: 66,2% de prata; 31,2% de ouro e 2,6% de cobre. A cor vermelha resulta da absorção de luz pelas nanopartículas de ouro (~520nm). A cor púrpura é observada quando a luz é absorvida devido a partículas maiores, sendo que a cor verde é conseguida através do espelhamento de luz por dispersões coloidais de partículas de prata, com dimensões maiores a 40nm. Durante a idade média já se conhecia o efeito da adição de partículas metálicas – incorporação de nanopartículas de ouro e prata de dimensões diferenciadas na matriz de vidro, na fabricação de vitrais coloridos. Na China antiga, além de vitrais, eram igualmente produzidas porcelanas com nanopartículas de ouro com dimensões entre os 20 60nm (LOOS, M. 2014, pp. 16-17).

Nos anos 30 do século XX, Von Hippon foi um dos primeiros a vislumbrar a síntese de dispositivos microscópicos manipulando átomos e moléculas (RÉGIS, E. 1997 in NETO, O. & PACHECO M. et al, 2012, p.19). O termo nanotecnologia foi no entanto apenas criado em 1957 por Norio Taniguchi. Nano, com origem etimológica no grego e significa anão, é um prefixo de unidade de medida na ordem de um bilionésimo de metro ($1/1.000.000.000 = 10^{-9}$) ou 1nm, que corresponde aproximadamente a 10 vezes o tamanho de um átomo individual, sendo o diâmetro do cabelo humano mil vezes maior que um nm, o que torna a sua visualização à vista desarmada impossível. A nanotecnologia é a compreensão e o controle da matéria à escala entre 1 e 100nm - ciência a nano-escala onde se manipula a matéria com atividades que envolvem a

interação dos átomos e moléculas (CRISTINA, I. 2014, pp. 6-16). É, contudo, a partir da palestra proferida pelo físico Richard P. Feynman com o tema “*There’s plenty of room at the bottom*”, num encontro da Sociedade Americana de Física, no Instituto de Tecnologia da Califórnia-CalTech, realizado no ano de 1959, que a literatura em geral considera o início da era da nanotecnologia (TORGAL, F & JALALI, S. 2010, p 402).

A nanomanipulação ganha um novo e substancial impulso com o aparecimento do MEV – Microscópio Eletrônico de Varredura, técnica usada para visualização e caracterização de superfícies (morfológica e estrutural). O MEV é utilizado não só para observação, mas sobretudo para a modificação da superfície da amostra, com recurso à técnica mais utilizada em que a ferramenta de escrita e desenho consiste na aplicação de um feixe de elétrons, possibilitando produzir estruturas da ordem de alguns nanómetros, conhecida como “*litografia por feixe de elétrons*” - LFE. Esta tecnologia LFE provoca uma modificação nas características químicas, permitindo posteriormente remover o material exposto, gerando assim o padrão desejado, abrindo o caminho para a nanomontagem e conseqüentemente para a nanofabricação. Com a integração dos mais diversos tipos de materiais em escala nanométricas surgirão dispositivos capazes de responder às mais complexas solicitações (RÓZ, A. et al, 2015, pp 3-31).

Outra área igualmente de grande importância para o estudo em desenvolvimento - mas que aqui apenas podemos nomear, é sem margem para dúvidas a que diz respeito à Montagem Molecular. Com o desenvolvimentos na robótica modular, podemos ter encontrado a forma de criar “*o material*”.

K. Eric Drexler no seu livro de 1986 “*Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*”, descreve a ideia de uma “montagem” em nanoescala, que seria capaz de construir e copiar-se ou criar outros itens de complexidade arbitrária com controle atômico. Desde então, a nanotecnologia concebeu muitos produtos nano estruturados, de uso diário, com variadas utilizações desde a área de medicina, cosméticos, em tintas, etc.

No entanto a montagem em nanoescala feita pelo homem, conforme Drexler descreveu, até agora só existe na ficção. O seu conceito, a tornar-se real, será certamente questionável sob o ponto de vista ético, considerando-se contudo que as visões de Drexler inspiraram muitos projetos especulativos.

Josh Storrs Hall, autor do livro *Beyond AI: Creating the Conscience of the Machine*, expandiu ainda mais o conceito de robôs autorreplicantes com sua ideia propondo um grande número de minúsculos robôs ligados com os braços juntos para formar uma massa sólida na forma do objeto que se quer que seja.

Ao nível molecular, poderíamos cruzar a fronteira entre física e biologia, numa procura do material adaptável ao reino orgânico.

Se olharmos para as células vivas, encontramos coisas sem dúvida semelhantes ao conceito. Os Ribossomos – estruturas orgânicas, produzem as proteínas das células, poderiam ser chamados como montadores em nanoescala. Através da manipulação

do código, eles podem mudar os resultados desse processo biológico, não só para aplicações no melhoramento das plantas na agricultura ou produzir insulina e vacinas, como também em organismos geneticamente modificados capazes de produzir material de construção.

Nos Estados Unidos a investigação de Materiais Biomoleculares no MIT - *Massachusetts Institute of Technology*, usa organismos simples geneticamente modificados para produzir materiais e dispositivos (MASS, W. et al, 2015. pp. 157-161).

Na atualidade e a nível global constata-se um aumento exponencial de publicação de obras e artigos científicos nesta área de investigação, como as obras referenciadas na bibliografia consultada e os artigos disponibilizados em formato eletrónico, nomeadamente no sítio do *Scientific Electronic Library* [em linha] em <http://www.scielo.br>, ou pela Universidade do Minho, com artigos científicos apresentados no Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, em 3 volumes, [em linha] em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/>.

A adição aos cimentos Portland de nanopartículas e nanotubos vem conferir um significativo aumento da resistência, elasticidade e da durabilidade às argamassas e betões (concreto). Quando adicionadas em materiais de revestimento, as nanopartículas proporcionam propriedades – entre outras, de autolimpeza, de capacidade bactericida e de purificação do ar, através da reação dos semicondutores incorporados.

Isolamentos térmicos de elevado desempenho e de baixa condutibilidade térmica, caixilhos com baixa condutibilidade térmica e vidros com transmitância variável serão um importante contributo com vista à eficiência energética do resultado final, resultante da aplicação das inovações que os nanomateriais já disponíveis, numa seleção apropriada nas intervenções em reabilitação.

As capacidades de autolimpeza dos materiais com propriedades fotocatalíticas, conhecidas desde a década de 60 do século XX, podem-se confirmar pela sua eficácia na obra da Igreja Dives in Misericórdia, Roma [Fig. 3], constatando-se 6 anos após a sua conclusão, apenas ligeiras diferenças de tom entre a cor do betão (concreto) nas suas superfícies interiores e exteriores (TORGAL, F & JALALI, S. 2010, p.416).



Figura 3: Igreja Dives in Misericórdia, Roma.

Fonte: <http://cimentoitambe.com.br/wp-content/uploads/2008/12/igreja-dives-in-misericordia-2.jpg> acessado em 19-06-2018

3 | NANOTUBOS DE CARBONO

Embora se tenha assistido de facto desde há milhares de anos e ao longo da história da evolução tecnológica, a necessidade de uso de materiais compósitos na construção, a tecnologia de incorporação de fibras de reforço numa matriz polimérica, só foi possível atingir a partir do início do século XX, com o desenvolvimento da indústria dos plásticos. A aplicação de FRP - *fiber reinforced polymers*, em reforço de um casco de um barco, em meados dos anos 30 do século XX, marca o início da utilização deste material compósito.

Desde então e na sua fase inicial, os compósitos FRP estiveram associados a indústria militar, tornando-se assim e até à atualidade, os grandes impulsionadores do desenvolvimento de materiais compósitos de alta resistência. Nos anos 50/60 do século XX surge o interesse da indústria da construção civil, tendo sido construídos cerca de 70 edifícios protótipos, de conceção arquitetónica futurista, modular, em que o uso deste material compósito foi essencialmente no revestimento de fachadas (GONÇALVES, M. CLARA & MARGARIDO, F. 2012, pp. 576 - 577).

Os nanotubos de Carbono, descobertos na Rússia no ano de 1952, são redescobertos no Japão nos anos 90 do século XX. Com uma resistência à tração 100 vezes superior à do aço, só o elevado custo ainda persistente no mercado inibe a sua vulgarização em utilizações correntes (TORRALBA, F & JALALI, S. 2010, p 405). Os nanotubos de uma única camada - milhares de vezes mais finos que um fio de cabelo possuem propriedades elásticas e alta resistência mecânica. Exibindo propriedades

mecânicas extraordinárias, chegam a atingir uma resistência máxima de 200GPa (LOOS, M. 2014, p. 79). Além das propriedades mecânicas, os nanotubos possuem excelentes propriedades, entre outras, a da condutividade elétrica e térmica (Ibidem, pp. 80-98).

Os nanotubos de Carbono (CNT), com uma configuração particularmente estável de uma estrutura hexagonal tipo favos de mel, desenvolvem-se ao longo de um tubo com apenas alguns nanômetros de espessura, cinco vezes mais estáveis do que o aço e duas vezes tão duros como um diamante, e apresentam-se numa gama de sistemas de construção leve, compostos com reforço CNT, de potencial óbvio para aplicação na construção. Têm vindo a ser disponibilizados no mercado de materiais para aplicação em obra (SASCHA, P. 2014, pp. 114-121).

Avanços tecnológicos recentes poderão beneficiar a participação do arquiteto no desenvolvimento e aplicação de materiais nanoestruturados: alumínio transparente; Pontos quânticos luminescentes; terceira geração de energia fotovoltaica; elastômeros de cristal líquido, material que combina as propriedades de um elástico com as características dos cristais líquidos, que mudam de forma em resposta a níveis variáveis de luz ou temperatura.

Os nanotubos de carbono é outro nanomaterial de interesse para os arquitetos, com introdução de substanciais melhoramento na resistência à corrosão de ligas; ajudaram a remover as toxinas de perclorato, quando combinadas com nanoargilas, aumentando a resistência ao fogo dos plásticos. Outra das suas capacidades é a de possibilitar a formação de superfícies controláveis que podem alternar entre a superfície super hidrofóbica e a hidrofílica. É do conhecimento que os nanotubos de carbono nos oferecem uma excepcional capacidade de resistência, com a maior relação força/peso de qualquer outro material conhecido, estando atualmente a serem usados para reforçar polímeros, tacos de golfe, pranchas de surf, barcos, entre muitos outros materiais. Além constituírem nanocompósitos mais fortes, os nanotubos de carbono oferecem várias propriedades inovadoras que podem ser transferidas para uma ampla gama de aplicações. Dependendo da sua estrutura podem ser metálicos ou semicondutores.

Apesar de todas as suas extraordinárias vantagens, os arquitetos mantêm-se relutantes à experiência com nanotubos e nanomateriais em geral, sendo uma das causas prováveis a esta situação o preço elevado do mercado. Verifica-se, no entanto, que o seu preço tem vindo a cair ao longo dos últimos anos, devendo a tendência de baixa de preço continuar com o surgimento contínuo de novas técnicas e produtos (SCHROPFER, T. 2011, pp. 139-140).

Resultando da combinação de dois ou mais materiais que, como anteriormente descrito, quando utilizados de forma isolada, não garantem por si só as condições enquanto materiais adequados para a construção, mas quando associados podem vir a constituir um novo material, integrando as melhores propriedades de cada um dos materiais de origem. Os materiais compósitos de matriz polimérica são constituídos

por duas fases:

1. Reforço com fibras, que vem conferir a maior parte da resistência e rigidez no desempenho mecânico.
2. Matriz polimérica, agente aglutinador do compósito, garantindo a distribuição de cargas entre as fibras bem como entre as cargas aplicadas e o próprio material compósito.

Tendo como objetivo a redução de custos, possibilitando ainda o melhoramento de propriedades específicas, bem como do seu processo de fabrico, a matriz polimérica dos materiais FRP, para além da resina, é usual recorrer-se à incorporação de material de enchimento – carga ou filler, e aditivos (Ibidem p.579).

Sob o aspeto da sustentabilidade dos materiais FRP, à semelhança de outros materiais de construção, ainda não se encontra devidamente estudada, carecendo por isso de uma análise exaustiva do seu ciclo de vida. No entanto pode-se referir a título de exemplo que a energia necessária para a produção de compósitos constituídos por poliésteres incorporando fibras de vidro no seu reforço, requerem apenas 1/4 a 1/6 da energia necessária à produção de aço e alumínio. O mesmo não se poderá aplicar aos compósitos com fibras de carbono, uma vez que o seu processo de fabrico envolve um consumo energético muito superior. A grande vantagem em termos de sustentabilidade dos materiais FRP verifica-se na fase de serviço, dado que requerem não só uma menor manutenção como também apresentam uma maior longevidade, mesmo quando expostos em ambientes mais agressivos. Pela sua reduzida condutibilidade térmica, permitem uma poupança energética dos edifícios.

Suscetíveis à ignição, os FRP são combustíveis quando sujeitos a temperaturas entre os 300 e 500°C (Celsius), contudo quando submetidos a temperaturas entre os 100 e 200°C, não se verificam reduções significativas das suas propriedades mecânicas. Apesar destas desvantagens os FRP – ao contrário dos elementos em aço, são bons isolantes do calor, característica deveras importante na redução da propagação de um incêndio entre compartimentos, devendo, contudo se proceder à sua proteção para melhoramento do seu desempenho face ao fogo. Os FRP garantem ainda uma maior estanquicidade, constituindo por isso uma barreira mais eficaz contra chamas, fumo e gases tóxicos (Ibidem pp.597-599).

No que diz respeito de facto a intervenções de Reabilitação de estruturas de edifícios em Portugal, verifica-se um tímido mas gradual recurso à aplicação de Sistema CFRP, *Carbon Fiber Reinforcing Process*. Em forma de tecidos em fibra de carbono uni/bi/quadriddireccional, as lâminas e filamentos de carbono são utilizáveis em reforços e reparação pouco intrusiva de estruturas, resultando numa solução flexível, técnica e economicamente recomendável, numa alternativa às intervenções com recurso às técnicas e aos materiais convencionais, que implicam muitas vezes a deslocação de equipamento pesado para o estaleiro.

4 | REVESTIMENTOS DE SUPERFÍCIES

A nanotecnologia como já se referiu é um tema que, pela sua importância e consequente reconhecimento do seu contributo numa perspetiva de sustentabilidade, é já considerada como uma nova revolução industrial, com fortes motivações socio económicas, sustentadas no elevado número de aplicações resultantes da manipulação controlada da matéria à escala nano, que tem vindo a constituir um impacto industrial evidente em todos os ramos da engenharia com repercussões na sociedade já a curto/ médio prazo (SMALLEY, R. *in Nanotechnology is the builder's final frontier*, LOBO, R. 2009: p. 11).

Com multifuncionalidades, os materiais nanoestruturados, como sejam os sistemas especiais de revestimento que oferecem proteção permanente, assumem especial importância, podendo ser limpos pelo menos 15 vezes, sem qualquer redução na sua eficácia. Com base principalmente em organossilanos funcionais - materiais híbridos constituídos pela combinação dos componentes orgânicos e inorgânicos que, normalmente apresentam propriedades complementares, dando origem a um único material com propriedades diferenciadas daquelas que lhes deram origem (JOSÉ, N. & PRADO, L. 2005, pp. 281-288).

Os silanos são um grupo de substâncias, constituídos por uma estrutura de silício e de hidrogénio. Através do processo conhecido como silanização, unem-se quimicamente às superfícies dos materiais, aumentando a sua funcionalidade. Com as suas propriedades adesivas os organossilanos funcionam como um agente de ligação, aumentando a força das ligações entre os materiais poliméricos e de metais, vidro ou materiais minerais, verificando-se particularmente uma melhoria das propriedades de tração de materiais sob a influência da humidade.

Materiais de ligação como adesivos e selantes para a indústria da construção civil, hidrofóbicos e fáceis de limpar são ótimos quando aplicados em fachadas, garantindo ainda proteção contra a corrosão metálica das superfícies. Revestimentos antigraffiti para proteção de fachadas, vêm reduzir recursos públicos para a sua remoção, de elevados custos, e a título de exemplo só na Alemanha os valores aproximam-se de 500 milhões de euros (SASCH, P. 2014, p. 127).

Os revestimentos autolimpantes são deveras significativos na arquitetura, permitindo alargar o período dos ciclos de limpeza, diminuindo significativamente os custos de manutenção. Materiais com auto cura e de longa duração, antibacterianos, com enzimas funcionais, purificadores de superfícies, revestimento aquecidos, vidros de metal, acústicos, fluidos expandidos e materiais de gradiente funcional, fibras de polímeros e têxteis óticos, materiais de direcionamento da luz, revestimentos antirreflexo, LED e OLED, materiais luminescentes, luz interativa, células eletroquímicas emissoras de luz – LEC, painéis fotovoltaicos orgânicos- OPV e aerogel, acrescentam a longa lista de nanomateriais já disponíveis para aplicação na arquitetura e construção (SASCH, P. 2014, pp. 122 - 185).

A reação fotocatalítica de nanomateriais é a aplicação mais conhecida dos materiais nanoestruturados no setor da Construção Civil. Existem vários semicondutores com capacidades fotocatalíticas, contudo o mais utilizado é o Dióxido de Titânio (TiO₂) devido à sua baixa toxicidade e à sua estabilidade.

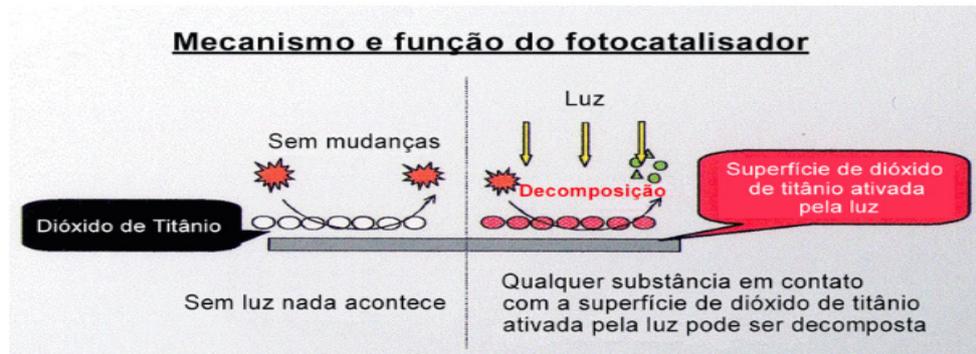


Figura 4: Mecanismo e função do Fotocatalisador.

Fonte: <http://www.fotocatalisador.com/br/fotocatalise.htm>, acessado em 20-06-2016

As nanopartículas de Dióxido de Titânio – TiO₂, adicionadas a outros materiais, devido às suas propriedades de fotocatalise, fenômeno através do qual um composto, por efeito da luz e após ser excitado com energia de fótons, acelera a velocidade de uma reação química sem ser consumido (PARAMÉS, J. & BRITO, J. 2010, p.55-62), e que reagindo com a sujidade ou com outros compostos orgânicos e/ou inorgânicos, provocam a sua dissociação e a sua consequente desintegração, associado ao facto de que o TiO₂ quando sujeito à radiação ultra violeta [Fig. 4], reduz o ângulo de atrito interno da água, tornando a superfície hidrofóbica, conferindo um aumento das propriedades de autolimpeza [Fig. 5], e mantendo a sua superfície limpa durante mais tempo, dispensa assim o consumo de outros recursos energéticos, aumentando a sua sustentabilidade.

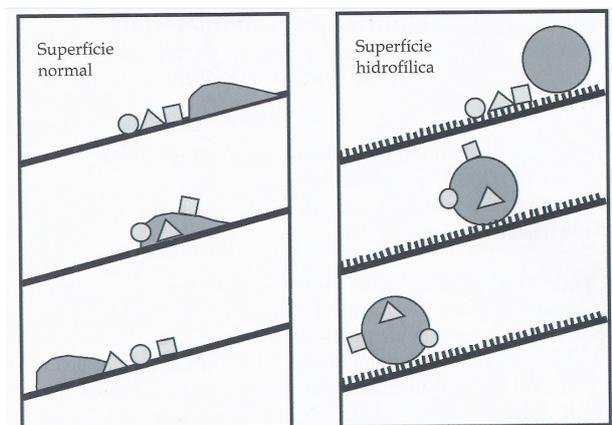


Figura 5: Representação esquemática do efeito de lótus.

Fonte: TORRAL, F. & JALADI, S. p.414

Desde há muito que se conhecem as capacidades hidrofóbicas de superfícies, com alguns exemplos da própria natureza, como acontece com a superfície da flor de lótus, em que a sua capacidade de autolimpeza se deve à composição da sua microestrutura.

A revista Nature publicou no ano de 1972 um artigo onde estão bem patentes no número de citações das potencialidades associadas à fotocatalise, além de um elevado número de artigos científicos de investigações nesta área, assistindo-se entre os anos 1997 e 2007 ao aumento exponencial de artigos científicos sobre esta área de investigação (TORGAL, F. & JALADI, S. p.413).

De importância inquestionável, esta nova tecnologia disponibiliza aplicações várias, sendo as de maior utilidade as que se apresentam em quadro sucinto, como sejam: tratamento de águas; aplicações anti embaciamento; redução da poluição do ar e de autolimpeza.

A adição de TiO_2 em argamassas de gesso - 10% do seu volume, provoca a degradação de vários poluentes atmosféricos, passados poucos minutos de contacto, podendo ser utilizada em revestimentos exteriores e interiores, ficando apenas condicionada a sua eficácia à intensidade de radiação ultra violeta a que esteja sujeita, conseguindo-se reduções de 1/3 na concentração de Compostos Orgânicos Voláteis - COV's (Ibidem, pp. 419-428).

Outra das aplicações de relevante importância é a aplicação de materiais nanoestruturados com propriedades fotocatalíticas para destruição de fungos e bactérias. São os radicais hidroxilos OH os principais responsáveis pela capacidade bactericida na reação fotocatalítica, possuindo uma capacidade de destruição entre 1.000 a 10.000 vezes superior à aplicação de desinfetantes químicos (CHO et al., in Torgal, F. & Jaladi, S. 2010, pp. 428-433).

Com a aplicação de óxidos de estanho (SnO_x), e de índio (InO_x), enquanto materiais condutores e transparentes, conseguem-se obter a otimização dos valores de condutividade elétrica, mantendo-se a transparência no visível, com aplicações várias como monitores de ecrã plano, células solares de películas finas e de desembaciador transparente (PALMEIRA, P. 2011, p.19).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do trabalho ora apresentado permite-nos concluir que, não obstante serem inúmeras as oportunidades comerciais potencializadas pela Nanociência, a produção e aplicação de nanomateriais, apesar de possuírem comprovadas propriedades substancialmente melhoradas em comparação com materiais convencionais, não acompanha a publicação de inúmeros artigos científicos sobre o tema. Contudo é expectável que num curto espaço de tempo esta situação seja radicalmente alterada, não só com a passagem da fase experimental em que muitos materiais se encontram,

como também a vulgarização do uso de materiais Nanoestruturados na indústria da construção civil, cuja adaptação às novas tecnologias urge acontecer.

Divulgar e sensibilizar junto dos arquitetos, engenheiros e demais projetistas para a importância que os materiais compósitos nanoestruturados representam no âmbito da sustentabilidade, para a humanidade e para o meio ambiente, assim como apresentar aos promotores privados e/ou às entidades públicas proprietárias do património arquitetónico, as vantagens económicas que a médio/longo prazo resultantes do uso destes novos materiais, será um contributo para que uma nova tendência se afirme num futuro próximo, ou seja a aplicação alargada de materiais nanoestruturados em obras de reabilitação do edificado, numa intervenção que se quer mínima, pouco intrusiva, garantindo o princípio da reversibilidade, de forma a verificar o estabelecido nas principais cartas internacionais sobre conservação e restauro do Património, surgindo como um princípio basilar das recomendações do ICOMOS.

Com as comparações de resultados de trabalhos publicados que suportam a pesquisa, pretendeu-se o cruzamento de uma informação mais abrangente sobre o tema, visando o apuramento dos conceitos e ideias principais da tese em desenvolvimento, possibilitando uma seleção restringida ao que realmente interessa à investigação mais profunda que se pretende continuar. Sendo um tema em constante evolução, resultando no aumento exponencial a nível global onde surgem novos materiais nanoestruturados com novas potencialidades, na consulta realizada, com recurso a referências recentemente publicadas sobre o assunto, deu-se preferência - e por esta ordem, a artigos científicos, livros, teses, dissertações e conclusões de congresso ou de conferências internacionais.

REFERÊNCIAS

Gonçalves, M. Clara & Margarido, F. (2012). *Ciência e Engenharia de Materiais de Construção*. Lisboa: IST Press.

Loos, Marcio (2014). *Nanociência e nanotecnologia: compósitos termofixos reforçados com nanotubos de carbono*. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda.

Mass, W. et al (2015). *Barba - Live in the Fully Adaptable Environment*. Amsterdam: The Why Factory.

Moore, G. (2010). *Nanotecnologia em embalagens*. S. Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda.

Neto, O. & Pacheco, M. et al (2012). *Nanotecnologia computacional inteligente: concebendo a engenharia em nanotecnologia*. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda

Róz, A. et al (2015). *Técnicas de nanocaracterização: princípios e aplicações*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda.

Sascha, P. (2014). *Material Revolution II – New sustainable and multi-purpose materials design and architecture*. Basel: Birkhäuser.

Schropfer, T. (2011). *Material Design – Informing Architecture by Materiality*. Basel: Birkhäuser.

Schuz, P. (2009). *A encruzilhada da nanotecnologia – Inovação, tecnologia e riscos*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent casa editorial ltda.

Tirone, L. (2008). *Construção Sustentável*. Sintra: Tirone Nunes, SA.

Torgal, F & Jalali, S. (2010). *A sustentabilidade dos Materiais de Construção*. Vila Verde: Universidade do Minho.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Amando, M. et al (2015). *Construção Sustentável – Conceito e Prática*. Casal de

Cambra: Caleidoscópio.

Appleton, J. (2011). *Reabilitação dos Edifícios – Patologias e Tecnologias de Intervenção*. Amadora: Edições Oríon.

Brandi, C. (2006) *Teoria do restauro*. Amadora: Edições Orion.

Borges, I., Gomes, T. & Engelmann, W. (2014). *Responsabilidade civil e nanotecnologias*. S. Paulo: Editora atlas S.A.

Choay, F. (2010). *Alegoria do Património*. Coimbra: Edições 70 Lda.

Choay, F. (2011). *As Questões do Património*. Lisboa: Edições 70 Lda.

Coias, V. (2007). *Reabilitação Estrutural de Edifícios Antigos*. Lisboa: Argumentum/Gecorpa

Cristina, I. et al (2014). *Responsabilidade civil e nanotecnologias*. S. Paulo: Editora Atlas S.A.

Engelsmann, S. et al (2010). *Plastics in architecture and construction*. Basel: Birkhäuser.

Lobo, R. (2009). *Nanotecnologia e Nanofísica* (Conceitos de Nanociência Moderna). Lisboa: Escolar Editora

Lopes, F. & Correia, M. (2004). *Património Arquitectónico e Arqueológico – Cartas,*

Recomendações e Convenções Internacionais. Lisboa: Livros Horizonte

Lima, E. (2014) *Nanotecnologia: biotecnologia e novas ciências*. Rio de Janeiro: Editora Interciência Ltda.

Moore, G. (2010). *Nanotecnologia em embalagens*. S. Paulo: Editora Edgar Blucher Ltda.

Motro, R. et al (2013). *Flexible Composite Materials – In architecture, construction and interiors*. Basel: Birkhäuser.

Moussa, S. (2013). *Nanotecnologia*. S. Paulo: Edição do autor.

Schuz, P. (2009). *A encruzilhada da nanotecnologia – Inovação, tecnologia e riscos*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent casa editorial ltda.

ARTIGOS EM FORMATO ELETRÔNICO

Alves, J. et al (2012) *Síntese de nanotubos de carbono a partir do bagaço da cana-de-açúcar*. [em linha] http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672012000300006, acessado em 30-08-2015.

Azevedo, A. (2014). *A Importância da Cor na Reabilitação Sustentável das Construções*

Materiais de Construção Sustentáveis, Volume 2: pp.733-741). [em linha] <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31159>, acessado em 30-08-2015.

Gomes, M. 2014, in *Obras Públicas Sustentáveis*, Materiais de Construção Sustentáveis, Volume 2: pp.523-531). [em linha] <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31159>, acessado em 30-08-2015.

José, N. & Prado, L. 2005, *Materiais Híbridos Orgânico-Inorgânicos: Preparação e Algumas Aplicações*. Química Nova, Vol. 28, Nº. 2, pp. 281-288. [em linha] em <http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n2/23651.pdf>, acessado em 30-08-2015.

Lucas, S. et al (2014) *Novos materiais de construção com tecnologias avançadas*. Materiais de Construção Sustentáveis, Volume 1: pp.71-77). [em linha] em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31367>, acessado em 30-08-2015.

Matos, B. et al (2014) *A relação entre as técnicas, materiais e conforto ambiental na concepção da arquitetura Luso-Brasileira*. Materiais de Construção Sustentáveis, Volume 1: pp.115-127). [em linha] em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31367>, acessado em 30-08-2015.

Neto, E. et al (2014). *Efeitos da proteção antigraffiti na durabilidade do betão*. Materiais de Construção Sustentáveis, Volume 2: pp.449-459). [em linha] em <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31159>, acessado em 30-08-2015.

Pappalardo, J. et al (2014) *Estudo sobre vigas de betão armado reforçadas com tecidos de fibra*, Materiais de Construção Sustentáveis, Volume 2: pp.709-719). [em linha] <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/31159>, acessado em 30-08-2015.

Paramés, J. &, Jorge de Brito, J. (2010). *Materiais de construção nanotecnológicos de auto-limpeza*, disponível em Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.15, p.55-62, Abril, 2010. [em linha] em http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art6_N15.pdf, acessado em 30-08-2015

Torgal, F. (2010). *Considerações sobre a sustentabilidade dos materiais de construção*. http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/13957/1/CM_Materiais_2010.pdf, acessado em 30-08-2015.

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE TRIAGEM E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS RECICLÁVEIS EM COOPERATIVA NO MUNICÍPIO DE SOROCABA (SP)

Débora Hidalgo Espinetti Rocco

Universidade de Sorocaba, Departamento de Engenharia Ambiental, Sorocaba - SP

Renan Angrizani de Oliveira

Universidade de Sorocaba, Departamento de Engenharia Ambiental, Sorocaba - SP

Vanessa Cezar Simonetti

Universidade de Sorocaba, Departamento de Engenharia Ambiental, Sorocaba - SP

Darllan Collins da Cunha e Silva

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Campus Experimental de Registro, Coordenadoria do Curso de Engenharia de Pesca.

RESUMO: O crescimento exponencial populacional aliado ao desenvolvimento econômico-tecnológico e aos processos de urbanização vem sendo acompanhados por alterações no estilo de vida, nos modos de produção e consumo excessivo, fatores que ocasionam um aumento considerável na geração de resíduos urbanos, sendo necessária a utilização de ferramentas que auxiliem na destinação desses resíduos. Esse montante de resíduos ocasiona um desequilíbrio ambiental, visto que os materiais são produzidos com elementos sintéticos, sendo muitas vezes potencialmente tóxicos e de difícil degradação, além de extremamente prejudiciais aos organismos vivos e ao ambiente. Nesse sentido,

o estudo teve como objetivo o uso de ferramentas de gestão da qualidade com vistas à otimização dos processos utilizados na segregação e coleta dos materiais recicláveis utilizados pela Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Sorocaba (Catares). Para isso, foram aplicadas as ferramentas de qualidade, como o Diagrama de SIPOC; Matriz GUT; Diagrama de Pareto; Diagrama de Causa e Efeito; e o método 5W2H, que auxiliaram na identificação dos principais problemas que inviabilizavam a eficiência e segurança dos processos. Os resultados obtidos permitiram a identificação das falhas no processo e dos riscos associados à saúde e segurança dos cooperados, sendo identificada a necessidade de maior investimento em treinamento e equipamentos de segurança, além da fomentação de campanhas de conscientização e educação ambiental para a população.

PALAVRAS-CHAVE: Materiais Recicláveis, Controle de Falhas, Ferramentas de Gestão, Segurança do Trabalho.

ABSTRACT: The exponential population growth combined with the economic-technological development and the urbanization processes, have been accompanied by changes in lifestyle, in the modes of production and excessive consumption, factors that cause a considerable increase in the urban waste generation, being

necessary the use of tools to assist the disposal of the wastes. This amount of waste causes an environmental imbalance, since the materials are produced with synthetic elements, being often potentially toxic and difficult to be degraded, as well as extremely harmful to living organisms and the environment. In this sense, the objective of this study was to use quality management tools to optimize the processes used in the segregation and collection of recyclable materials used by Sorocaba Cooperative of Collectors of Reusable Material (Catares). For this, was applied the quality tools, such as the SIPOC Diagram; GUTMatrix; Pareto diagram; Cause-and-Effect Diagram; and the 5W2H method, which helped to identify the main problems that impaired process efficiency and safety. The results obtained, allowed the identification of the flaws in the process and of the risks associated with the health and safety of the cooperative, identifying the need for greater investment in training and safety equipment, as well as the promotion of environmental awareness and education campaigns for the population.

KEYWORDS:Recyclable Materials, Failure Control, Management Tools, Work Safety.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e crescimento exponencial populacional, acompanhado dos processos de urbanização e a revolução tecnológica vêm sendo acompanhados por alterações no estilo de vida, nos modos de produção e consumo excessivo, que ocasionam um aumento dos resíduos urbanos, evidenciando um desequilíbrio ambiental, visto ainda, que os resíduos produzidos estão mais complexos e possuem diferentes elementos sintéticos e perigosos aos ecossistemas e à saúde humana (GOUVEIA, 2012; SILVA FUGII; MARINI, 2015).

A preocupação no tocante às questões ambientais ganhou forças no cenário mundial a partir da década de 70 (BARBIERI, 2011). Não obstante, o Brasil fomentou políticas públicas voltadas à proteção ambiental, como o Sistema Nacional de Meio Ambiente, instituído em agosto de 1981 pela Lei Federal nº 6.938, que estabeleceu os objetivos, princípios, diretrizes, instrumentos, atribuições e instituições da política ambiental nacional (BRASIL, 1981).

Nesse sentido, a Constituição Federal de 1988 estabeleceu os instrumentos de comando e controle, como a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento ambiental e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras (BENJAMIN et al., 2007; BRASIL, 1988).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, envolve em seus princípios a não geração, redução, reutilização, tratamento e a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e rejeitos da produção e do consumo. Estabelece as diretrizes, estratégias e metas que integram e demandam ações de educação ambiental e de comunicação social, que sejam capazes de mobilizar e envolver todas as pessoas, incluindo os governantes, as

instituições não governamentais e os seguimentos produtivos (BRASIL, 2010).

O acelerado avançotecnológico e a obsolescência dos equipamentos eletrônicos geram grandes quantidades de resíduos como computadores, celulares, entre outros. Contudo, para a fabricação desses equipamentos eletrônicos são empregados inúmeros elementos, como metais (alumínio, chumbo, ferro, níquel), além de polímeros com uma infinidade de composições (FRANÇA et al., 2017; SILVA et al., 2017).

Ainda, segundo os autores, o descarte indevido desses produtos eletrônicos que contém substâncias tóxicas não biodegradáveis em sua composição, pode impactar severamente o meio ambiente, principalmente ao que tange no aumento crescente desse tipo de resíduo em todo o mundo.

Nesse sentido, a logística reversa promove a gestão dos materiais ao ciclo produtivo e agrega valor ao produto, uma alternativa utilizada para a disposição final dos eletrônicos, que consiste no processo de reaproveitamento de matérias primas de produtos eletrônicos após o fim de vida útil, com finalidade de recuperar os materiais com valor agregado e/ou destinar à disposição adequada, utilizando práticas ambientalmente corretas, reduzindo custos e maximizando o uso destes recursos (ACOSTA et al., 2008; AQUINO; CASTILHO JUNIOR; PIRES, 2009; BRASIL, 2010).

A produção a partir da reciclagem é considerada economicamente mais viável, pois sua produção não é dada a partir de matérias primas-virgens, desta forma, reduzindo a utilização de matéria-prima, energia e recursos hídricos e, portanto, reduzindo os custos de controle ambiental e de disposição final dos rejeitos. Dessa forma, a reciclagem tem agregado valor econômico e social no país, movimentando uma complexa cadeia, onde catadores de materiais recicláveis se apresentam como os primeiros agentes (AQUINO; CASTILHO JUNIOR; PIRES, 2009; FRANÇA et al., 2017; SILVA et al., 2017).

Grande parte dos resíduos gerados pelas atividades humanas possui valor comercial, sendo assim, é necessária a adoção de uma nova postura, visando o entendimento deste valor, como por meio da coleta seletiva. Todavia, a primeira etapa para a implantação de um sistema de coleta seletiva é a realização de trabalho de educação ambiental junto à população, mostrando a importância da reciclagem e orientando-a segregação correta dos materiais (FRANÇA et al., 2017).

Diante do exposto, o estudo teve como objetivo a implementação de ferramentas de gestão da qualidade com vistas à otimização das etapas de coleta e segregação de materiais recicláveis da Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Sorocaba (Catares).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os dados do presente estudo foram coletados em um projeto realizado entre a Universidade de Sorocaba, a Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Sorocaba (Catares) e o Grupo Campari para sistematizar as rotas dos caminhões da reciclagem do município de Sorocaba.

O município de Sorocaba localiza-se no estado de São Paulo, e abrange uma área de 450.382 (km²). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população estimada em 2017, era de 659.871 habitantes. O município possui o 21º maior Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Em relação à renda per capita, em 2015 o ganho médio por morador de Sorocaba era de 3,3 salários mínimos (IBGE, 2018).

A cooperativa em estudo foi a Catares, que funciona num galpão situado na Rua Salvador Stefanelli, 266, no Jardim Zulmira no município de Sorocaba (SP). A cooperativa atende 79 bairros, e emprega 60 cooperados que desempenham um trabalho importante de coleta e aproveitamento de materiais recicláveis. Esses materiais retornam para a indústria, contribuindo para o gerenciamento de resíduos sólidos, redução da quantidade de rejeitos, dessa forma reduzindo a quantidade destinada aos aterros sanitários, contribuindo para a conservação dos recursos naturais, além da inclusão social de pessoas de baixa escolaridade (FRANÇA et al. 2017).

Durante o projeto foram identificados diversos problemas em relação à quantidade de lixo e materiais perigosos misturados ao material reciclável, colocando em risco a saúde e integridade física dos catadores, além de causar prejuízos financeiros aos mesmos.

2.1 Processos operacionais utilizados na cooperativa de reciclagem

A coleta seletiva de materiais recicláveis do município de Sorocaba é realizada por diversas cooperativas que fazem a coleta e separação dos materiais. A Catares atualmente possui aproximadamente 60 cooperados, exercendo as funções de triagem e coleta de materiais recicláveis nas residências e em pontos fixos. A coleta de materiais é realizada por seis caminhões com cinco pessoas, sendo quatro cooperados e um motorista por caminhão, percorrendo cada rota de segunda à sexta, divididas em dez trechos durante o período da manhã e tarde, percorrendo 79 bairros do município.

A cooperativa tem seu trabalho dividido em grupos, sendo uma parte realizada nas ruas e outra no galpão onde está sediada. Dentro do galpão trabalham cerca de quarenta cooperados que são divididos para a segregação do material na esteira, troca dos sacos do tipo *Bag* para reciclagem, prensagem dos materiais segregados, segregação dos materiais eletrônicos, operador de empilhadeira e um responsável administrativo com a função de gerenciar os materiais que são pesados na balança, atender os clientes, analisar as despesas, efetuar e receber devidos pagamentos.

Já na coleta pelos percursos nas ruas, dois cooperados ficam coletando os

materiais porta a porta, onde o conteúdo dos recipientes (sacos amarelos próprios para o armazenamento dos materiais recicláveis) é despejado em outro saco e levado ao caminhão. Outras duas pessoas organizam o material em sacos do tipo *Bagem* cima do caminhão e o motorista é responsável por percorrer todo o percurso. Após a chegada ao galpão, os *Bagss* são retirados com auxílio de uma empilhadeira e são empilhados no fundo da cooperativa, para posteriormente serem segregados, compactados e por fim comercializados.

2.2 Ferramentas de gestão de qualidade

A partir da utilização das ferramentas de qualidade: Diagrama de SIPOC; Matriz GUT; Diagrama de Pareto; Diagrama de Causa e Efeito; e o método 5W2H, foi possível estabelecer as causas dos problemas que influenciam nos processos concernentes à cooperativa, identificando todo o processo dos materiais recicláveis, desde a coleta até a comercialização e assim identificar as causas dos problemas diariamente enfrentados, tanto pelos cooperados, como nos demais níveis organizacionais da cooperativa.

O Diagrama de SIPOC é um fluxograma simplificado com caixas representando subprocessos, seu nome do inglês, representam os cinco elementos do diagrama sendo estes: *Supplier* – fornecedor, *Input* – entrada, *Process* – processo, *Output* – saída, *Customer* – cliente (GERENT; SILVA; PARIS, 2013).

A Matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), pode ser classificada através de notas de 1 a 5, sendo atribuídas as maiores notas aos itens mais críticos e posteriormente, para obtenção do resultado, são multiplicadas as variáveis $G \times U \times T$, obtendo-se ao grau crítico de cada item e estabelecendo uma sequência destes, destacando aqueles mais graves, urgentes e com maior tendência de piorar (DAYCHOUM, 2013).

O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras que ordena a frequência das ocorrências do maior para o menor, a fim de priorizar os problemas, pois permite a visualização dos problemas mais importantes, definindo de maneira geral as fontes dos problemas (JACOBS, 2009).

O Diagrama de causa e efeito, conhecido também por Diagrama de espinha de peixe ou Diagrama de Ishikawa, é uma representação gráfica utilizada na organização de raciocínio e discussões de ideias no processo de resolução de problemas. O método consiste em organizar as causas em grupos e estudar seus efeitos (FORNARI JUNIOR, 2010).

O método 5W2H, consiste em uma série de perguntas direcionadas ao processo produtivo, permitindo identificar as rotinas mais importantes, detectando problemas e apontando soluções (LISBÔA; GODOY, 2012).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o desenvolvimento do projeto, foram observados alguns problemas na cooperativa como a falta de equipamentos e materiais para o manuseio e recolhimento do material reciclável e a falta de conhecimento da população sobre os materiais que são ou não recicláveis, gerando grande prejuízo para a cooperativa com a grande quantidade de lixo misturado ao material reciclável, causando esforços desnecessários, riscos no manuseio e prejuízos financeiros. Sendo assim, para auxiliaras questões levantadas, foi proposta a utilização de ferramentas de gestão.

Para verificação de todo o processo dos materiais recicláveis, das ruas até sua comercialização, foi elaborado o diagrama SIPOC (Quadro 1).

Supplier (Fornecedores)	Input (Entradas)	Process (Processo)	Output (Saídas)	Customer (Clientes)
Diversas empresas	Caminhão	Cliente separa os resíduos recicláveis	Resíduos recicláveis	CAMPARI
População de Sorocaba	Funcionários para coleta de material	Cliente coloca o material reciclável na rua	Resíduos não recicláveis	Prefeitura de Sorocaba
	Rota coleta de material	Caminhão de coleta seletiva pega o material reciclável	Produto para venda	População de Sorocaba
		Caminhão de coleta seletiva leva o material reciclável para o depósito		
		Separação por tipos de material reciclável		
		Processamento do material		
		Comercialização		

Quadro 1. Diagrama de SIPOC da Catares

O Quadro 1 demonstra todas as etapas dos processos da cooperativa. A primeira etapa é composta pelas empresas e a população do município, que são os geradores de material reciclável, responsáveis por disponibilizarem as entradas do processo. Em seguida, são inseridas nas entradas do processo os caminhões, os cooperados e as rotas percorridas. O processo é composto pela separação do material reciclável pelos moradores, pelo recolhimento e transporte até a cooperativa, segregação por tipos de materiais, processamento e comercialização. Na saída do processo resta o material reciclável pronto para a venda e o material não reciclável destinado ao aterro sanitário. No final, os beneficiados desse processo são as empresas, a população e o município.

Após o levantamento dos problemas encontrados que foram observados no projeto e através de relatos dos próprios cooperados, foi utilizada a Matriz GUT para apontar quais as prioridades para tomada de decisão, orientando a organização para

as ações a serem tomadas em prol da melhoria do processo. Foram reunidas sete pessoas que trabalharam diretamente na cooperativa (estagiários), para análise de cada item da matriz e estabelecer a ordem de prioridade dos problemas (Quadro 2).

Situações Indesejáveis	Gravidade	Urgência	Tendência	Total	Prioridade
Falta de <i>Bags</i> e outros equipamentos	5	5	3	75	1°
Segurança dos cooperados	3	4	3	36	2°
Objetos roubados	5	5	1	25	3°
Ausência de refeitório	4	3	1	12	4°
Desavenças entre cooperados	3	3	1	9	5°
Disputa de ego entre cooperados	3	3	1	9	5°

Quadro 2. Aplicação da Matriz GUT nas situações indesejáveis na Cateares

Após a obtenção da Matriz GUT apresentada no Quadro 2, em que o total é obtido pela multiplicação das variáveis Gravidade, Urgência e Tendência, verificou-se que a situação que apresentou o maior prioridade foi a falta de *Bags* para o armazenamento e transporte dos materiais recicláveis, assim como outros equipamentos como sacos amarelos (fornecidos para a população), sacos pretos reforçados (usados pelos cooperados para transporte do material reciclável do saco amarelo até o caminhão), além de fios de amarrilho para fechamento dos *Bags*.

Verificou-se ainda as demais situações com necessidade de intervenção, como sendo sucessivamente a falta de segurança relatada pelos cooperados devido principalmente a não utilização e a falta dos Equipamentos de Proteção Individuais (EPI), a ocorrência de furtos de pertences pessoais dos cooperados, a ausência de um refeitório para a alimentação e com a menor prioridade foram identificadas desavença e disputa de ego entre os cooperados.

Os problemas levantados foram inseridos no Diagramas de Pareto para a ordenação da frequência das ocorrências, apresentados na Figura 1.

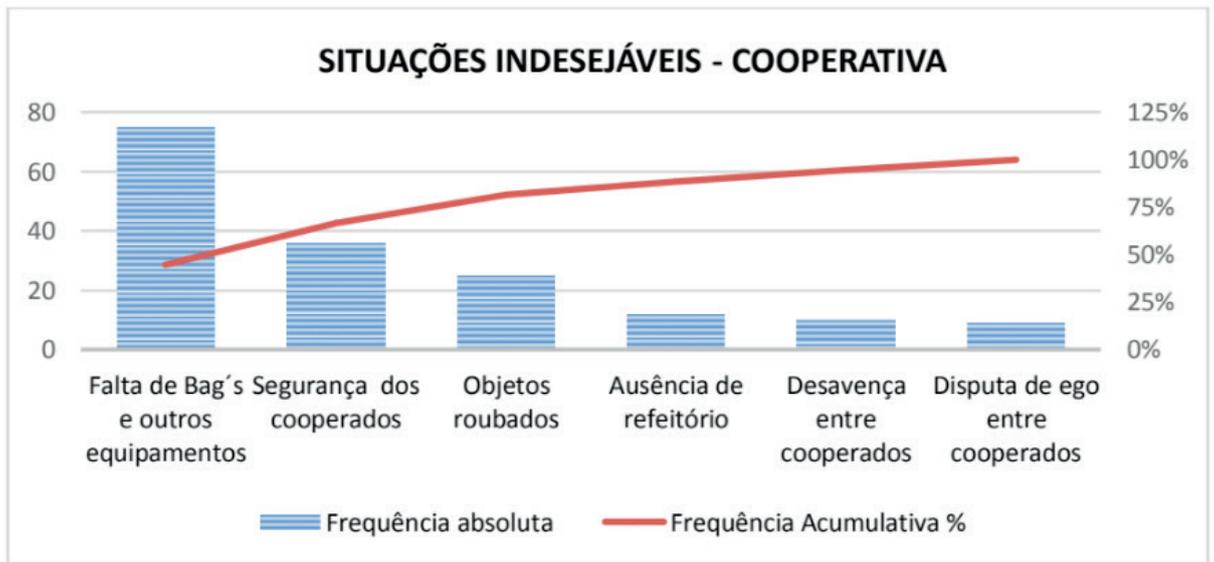


Figura 1. Diagrama de Pareto

A análise dos resultados do Diagrama de Pareto apresentados na Figura 1 para os problemas encontrados na cooperativa identificam as situações indesejáveis, sendo, os principais problemas apontados à falta de *Bags* e outros equipamentos; e a segurança dos cooperados.

Em seguida, foi utilizado o diagrama de Causa e Efeito, identificando a causa fundamental do efeito que ocorre relacionado aos processos em questão e posteriormente encontrar uma possível forma de solução ou mitigação do problema. A Figura 2 demonstra as causas que determinaram o problema da segurança dos cooperados.

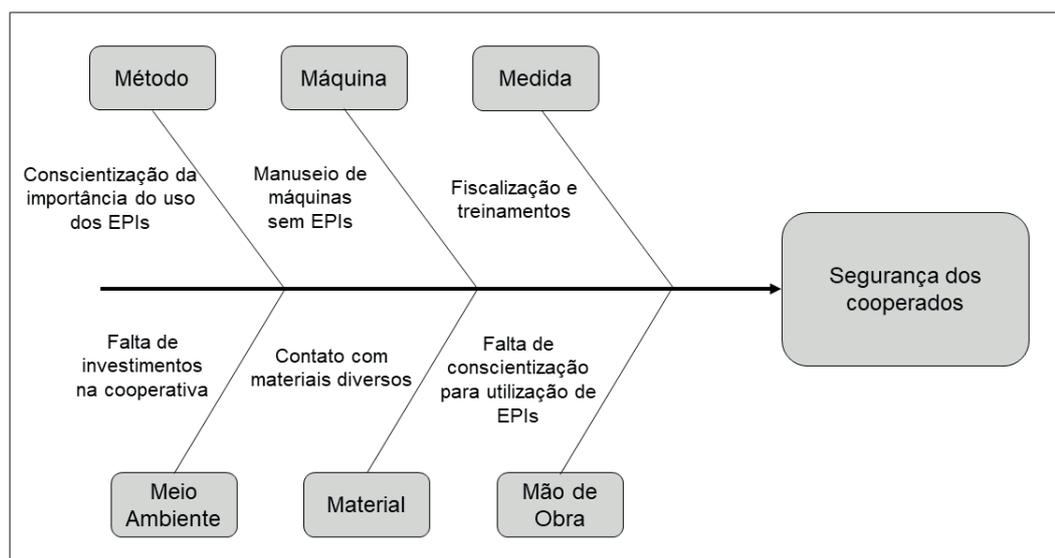


Figura 2. Diagrama de Causa e Efeito referente à segurança dos cooperados

A partir da análise da Figura 2, verifica-se por meio do diagrama de causa e efeito,

que há pouca conscientização e fiscalização quanto à importância do uso dos EPIs e bastante resistência por parte dos cooperados para a utilização, comprometendo a segurança dos mesmos.

A Figura 3 demonstra as causas que determinaram o problema da falta de *Bags* e outros equipamentos.

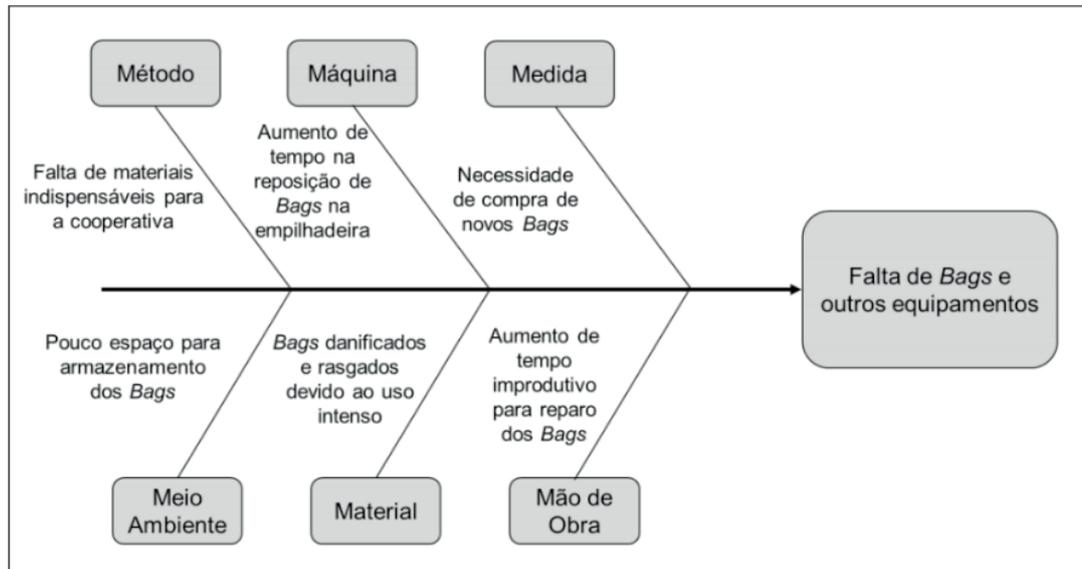


Figura 3. Diagrama de Causa e Efeito referente à falta de materiais e equipamentos

O diagrama de causa e efeito apresentado na Figura 3 para a situação identificada da falta de *Bags* e outros equipamentos, possibilitou verificar que há um aumento de trabalho dos cooperados para a manutenção dos *Bags*, pois são intensamente utilizados para o transporte dos materiais recicláveis dentro e fora da cooperativa, desta forma é comum que sejam danificados.

Posteriormente, desenvolveu-se um plano de ação com o auxílio da ferramenta 5W2H e Diagrama de Causa e Efeito para os principais problemas encontrados. Para desenvolvimento do plano de ação foi escolhida a ferramenta 5W2H, pois o uso desta ferramenta tem demonstrado eficiência na resolução das causas fundamentais e seu desdobramento (DAYCHOUM, 2013).

O método é baseado em sete perguntas para a resolução dos problemas, sendo na pergunta (O que?), apresentados os problemas encontrados dentro da cooperativa como a Segurança dos cooperados e falta de *Bags* e outros equipamentos. Na pergunta (Quem?), são identificadas as pessoas envolvidas nesse processo, que são os cooperados. Já na pergunta (Como?), são apresentadas sugestões para a solução dos problemas como orientações para a utilização dos EPIs de forma adequada, novas parcerias e maiores investimentos das parcerias atuais. Enquanto que na pergunta (Quando?), foi estabelecido o prazo para o cumprimento dessas ações, sendo determinado o prazo final até o mês de janeiro de 2019. Já o que valor que será gasto (Quanto?) dependerá dos esforços da administração. Na pergunta

(Para quê?), são demonstrados os benefícios trazidos como a melhoria da jornada de trabalho, com ênfase na segurança dos cooperados, melhoria no armazenamento e transporte e melhor rendimento operacional dos cooperados. E por último (Onde?) local da realização, Catares.

Pretende-se com esse plano prevenir os riscos aos cooperados e fornecer melhores condições de trabalho, com consequente otimização do processo.

No estudo de Gestão Estratégica da Qualidade de Gerent, Silva e Paris (2013), obtiveram bons resultados, baseado em diversas referências bibliográficas e modelos de excelência em gestão da qualidade, reunindo as principais ferramentas utilizadas nessa estratégia, demonstrando resultados que agregam valor para os negócios empresariais, ressaltando benefícios como redução de custos, despesas e desperdícios.

Loureiro (2003) apresentou resultados na Estratégia para utilização de ferramentas da qualidade no serviço público, utilizando Fluxograma do processo, Matriz GUT e 5W2H, mostrando que as ferramentas de qualidade são eficazes para encontrar e priorizar os problemas encontrados no processo de atendimento aos consumidores no PROCON-SC, definindo um plano de ação e garantindo a melhoria da qualidade no atendimento.

Considerando os resultados obtidos pelos autores, é possível verificar que o uso das ferramentas de qualidade é essencial para determinar as causas dos problemas, os impactos refletidos por eles e a ordem de prioridade para tomada de decisão e suas possíveis soluções. Portanto, as mudanças serão significativas para a melhoria da produtividade na cooperativa.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados obtidos foi bastante relevante, permitindo um controle contínuo do processo, bem como a possibilidade de desenvolver um plano de ação para a melhoria da qualidade dos serviços de coleta e na segregação do material reciclável. Quanto à falta de materiais, como *Bags*, sacos amarelos/pretos e EPIs, cabe ao poder público e iniciativa privada contribuir com maiores investimentos para o funcionamento e melhor gerenciamento dos resíduos sólidos do município.

O estudo demonstrou que os problemas estão diretamente ligados a falta de educação ambiental, uma vez que a quantidade de lixo que chega à cooperativa é causada por falta de orientação da população e falta de treinamento dos próprios cooperados, que acarreta riscos para a segurança dos mesmos, além de causar prejuízos financeiros para a cooperativa.

Nesse sentido, torna-se fundamental a fomentação da educação ambiental, visando despertar a preocupação individual e coletiva no tocante às questões ambientais. Deste modo, é possível despertar a comunidade para a construção de

valores sociais, além de atitudes e ações que contemplem a conservação ambiental.

Diante dos resultados obtidos, constatou-se que é necessário que haja treinamento de segurança e educação ambiental para os cooperados, estabelecendo assim, métodos seguros de trabalho na segregação dos materiais recicláveis, reduzindo o risco de acidentes, e para que possam ser agentes multiplicadores dos usuários da coleta seletiva de materiais recicláveis no município de Sorocaba, para que possam separar adequadamente os materiais, reduzindo o risco aos catadores e evitando a perda de recursos naturais, além de otimizar os recursos da cooperativa.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, B.; WEGNER, D.; PADULA, A. D. Logística reversa como mecanismo para redução do impacto ambiental originado pelo lixo informático. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2008.

AQUINO, I. F.; CASTILHO JUNIOR, A. B.; PIRES, T. S. L. A organização em rede dos catadores de materiais recicláveis na cadeia produtiva reversa de pós-consumo da região da grande Florianópolis: uma alternativa de agregação de valor. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 1, p. 15-24, 2009.

BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BENJAMIN, A. H. V. Direito constitucional ambiental brasileiro. In: CANOTILHO, J. J. G.; LEITE, J. R. M. (Org). **Direito constitucional ambiental brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2007. p. 57-130.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 31 de agosto de 1981.

_____. **Constituição Federal de 1988**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

_____. **Lei nº 12.330, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 3 de agosto de 2010.

DAYCHOUM, M. **40+ 10 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. 5 ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

FORNARI JUNIOR, C. C. M. Aplicação da ferramenta da qualidade (diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para a reutilização dos resíduos sólidos de coco verde. **INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção**, v. 2, n. 9, p. 104-112, 2010.

FRANÇA, J. F.; SILVA, D. C. C.; HASEGAWA, H. L.; OLIVEIRA, R. A. Análise socioeconômica de catadores de materiais recicláveis do município de Sorocaba (SP). **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 550-565, 2017.

GERENT, G. F.; SILVA, J. A.; PARIS, W. S. Gestão estratégica da qualidade. **Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR**, v. 1, p. 1-11, 2013.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo

sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1503 - 1510, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Sorocaba (SP)** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/panorama>> Acesso em: 15 de maio de 2018.

JACOBS, F. Robert; CHASE, Richard B. **Administração da Produção e de Operações: o essencial**. Tradução Teresa Cristina Félix de Souza. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LISBÔA, M. G. P.; GODOY, L. P. Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a joia. **IberoamericanJournalofEngineering**, v.4, n.7, p. 32-47, 2012.

LOUREIRO, G. M. **Estratégia para utilização de ferramentas da qualidade no serviço público: uma proposta de melhoria no processo de atendimento aos consumidores no PROCON - SC**. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/85865>>. Acesso em: 27 set. 2017.

SILVA, C. L.; FUGII, G. M.; MARINI, M. J. Gestão da Cadeia de Reciclagem em Rede: um estudo do projeto eco cidadão no município de Curitiba. **Desenvolvimento Regional em Debate**. v. 5, n. 1, p. 20-37, 2015.

SILVA, D. C. C.; OLIVEIRA, V. N.; DOMINATO, V. D.; VENANZI, D. Aplicação de técnicas de análise espacial para otimização das rotas de coleta de material reciclável no município de Sorocaba - SP. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, p. 1812-1828, 2017.

PERSPECTIVA DA MODA E SUSTENTABILIDADE: ESTUDO DE CASOS

Régis Puppim

Universidade do Minho, Departamento de
Engenharia Têxtil
Guimarães – Portugal

Danielle Paganini Beduschi

Universidade do Minho, Departamento de
Engenharia Têxtil
Guimarães – Portugal

RESUMO: Com a crescente demanda de projetos e investigações sobre as contribuições da sustentabilidade para um novo panorama da Moda, apresentamos esta investigação, que discute uma proposta de epistemologia para a *Eco Fashion*, elencando possíveis subáreas de estudos; 1) relativo às matérias-primas; 2) relativo aos processos; 3) relativo à transparências dos processos e dos produtos; 4) relativo ao consumo; e 5) relativo ao final do ciclo do produto. Apresentando, em cada um dos tópicos enumerados, marcas, projetos e designers que trabalham colaborando em cada perspectiva. Por fim, o estudo levanta o atual cenário de investigações sobre sustentabilidade e moda e aponta rumos para novas pesquisas. A metodologia de pesquisa aplicada se trata de *cases* (estudo de múltiplos casos).

PALAVRAS-CHAVE: *Eco Fashion*; Moda e Sustentabilidade; Design, Projeto e

Sustentabilidade.

ABSTRACT: Within the increasing demand on projects and researches over sustainability contributions to a new Fashion panorama, we present this paper, which discusses an Eco Fashion epistemology proposition, listing possible subareas of studies; 1) related to the raw materials; 2) related to the processes; 3) related to the processes and products candor; 4) related to consumption; and 5) related to the product end of cycle. Presenting, in each topic, brands, projects and designers that work collaborating into each perspective. Lastly, the study reviews the current investigation scenario about sustainability and fashion and indicates directions for new researches. The applied research methodology is cases / multiple cases study.

KEYWORDS: Eco Fashion; Fashion and Sustainability; Design, Project and Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

Como premissa inicial deste estudo, levantamos a importância e relevância que investigações e projetos envolvendo Moda e Sustentabilidade vêm adquirindo, sobretudo nos últimos dez anos. Essa constatação pode ser

confirmada com o surgimento de Grupos de Pesquisas nas universidades brasileiras que possuem cursos superiores em Design de Moda e afins, e pela crescente presença de artigos científicos apresentados tanto nos principais congressos nacionais (como o Colóquio de Moda, desde 2005 e o Encontro Nacional de Pesquisa em Moda – ENPModa – desde 2011), quanto nos internacionais (como o Congresso Internacional de Moda e Design – CIMODE – e o Autex *World Textile Conference*), como ressaltado por Puppim et al (2018).

A consolidação de pesquisas que envolvam Moda, Design e Sustentabilidade, por vezes, isenta-se da compreensão e distinção destes termos. Uma vez apontado por Lipovetsky (2009), que a Moda se trata de um sistema que, ininterruptamente, estimula e inventa o “novo”, numa sociedade onde a novidade se torna obsoleta com, cada vez mais, tempos curtos, especialmente para a Moda. Neste contexto, onde um dos principais panoramas da Sustentabilidade é o Consumo, como dizer que uma (ou várias) “Moda Sustentável” existe?

A perspectiva aqui explorada compreende que dificilmente existiria o termo supracitado, e, se, por ventura, dada a sua existência, provavelmente estaria num futuro não tão próximo, visto a relutância constante dos grandes distribuidores de produtos de vestuário, e Moda, em geral, em se interessarem e investirem nas premissas da Sustentabilidade para seus produtos, e também serviços, numa totalidade, em consonância com Lee (2009).

Deste modo, abraçamos o proposto por Brown (2010), *Eco Fashion*, ou, em tradução livre, Eco Moda, no qual entende-se a colaboração dos estudos e propostos na Sustentabilidade e na Ecologia, como medida cooperativa aos projetos em Design de Moda. Ressaltamos que outros termos não deixam de ter sua relevância, como Moda e Sustentabilidade, ou Sustentabilidade na Moda, apenas fazemos este recorte como meio de facilitar a desenvoltura deste estudo, compreendendo que o conceito, proposto nele, atende bem a este estudo.

2 | PERSPECTIVAS DE ÁREAS/SUBÁREAS DE PESQUISA EM ECO FASHION

Duas frentes de estudos e pesquisas trazem à tona as possíveis subdivisões da *Eco Fashion*: 1) Pesquisas e investigações de publicações científicas; e 2) Pesquisas e projetos encontrados no mercado de moda brasileiro e os apresentados nos congressos nacionais e internacionais supracitados.

Neste sentido, apresentamos na conjugação dos termos “Moda” e “Sustentabilidade” um apanhado de relevantes autores que dissertam sobre a temática, sintetizando uma possível abordagem de seus capítulos e suas teorias, aglutinando em grandes eixos (ou subdivisões) que norteiam nossa recomendação, aqui apresentada. Foram levantados e analisados Brown (2010), Berlim (2012), Fletcher (2011), Thompson e Thompson

(2013), Gwilt (2014), Salcedo (2014), Styles (2014) e Schulte (2015). Ressaltamos que essa escolha se deu pela diferente abordagem pragmática escolhida pelos autores, se tratando, em boa parte, dos mais citados e referenciados em publicações científicas do setor.

Feita a releitura e apreciação destes autores, conseguimos observar convergências de abordagens da *Eco Fashion*, como escopos padrões. Por este ângulo, sintetizamos as distintas propostas nos eixos: Matéria-prima; Processos; Consumo; Final de Ciclo de Vida do Produto; e Transparência. A seguir, diagramamos a Tabela 1, de modo a tornar mais inteligível esta percepção, sugerindo critérios por pauta recorrente nas leituras.

Autor(es) / Eixos	Matéria-Prima	Processos	Consumo	Final de ciclo	Transpa-rência
Lee (2009)	Capítulos 3 e 6	Capítulo 1	Capítulo 10	Capítulo 2	Capítulos 4, 7 e 9
Brown (2010)		“Slow Design”	“Reuse” “New Models”	“Reuse, Redesign & Recycle”	“Fair trade”
Fletcher (2011)	“Cap. 1 - Materiais”	“Cap. 2 - Processos”	“Cap. 4 – Cuidados com o Consumidor” “Cap. 7 – Vida útil otimizada” “Cap. 9 – Serviços e Compartilhamentos”	“Cap. 5 – Descarte”	“Cap. 14 – Engajamento”
Berlim (2012)	Capítulo 3	Capítulo 1.1	Capítulos 1.2 e 1.3	Capítulo 3.4	Capítulo 1.4
Thompson & Thompson (2013)	“Part 1 – Materials”	“Part 2 – Processes”		“Part 3 – Life Cycle”	
Gwilt (2014)		“Cap. 4 – Produção”	“Cap. 6 – Uso”	“Cap. 7 – Fim da vida”	
Salcedo (2014)	“Cap. 4 – Matérias-primas”	“Cap. 5 – Os processos de manufatura”	“Durabilidade da peça” “Papel do usuário” “Vida útil do produto”	“Reciclagem” “Gestão de Resíduos” “Design sem resíduos” “Cap. 7 – Gestão do fim da vida útil”	“Bem-estar social”
Styles (2014)	“Textiles”	“Slow Fashion”	“Retail revolution”	“Recycling”	
Schulte (2015)		Capítulo 1.4	Capítulo 1.5		Capítulo 2.1

Tabela 1: Correspondências de conceito

Na primeira coluna, elencamos os autores citados, as colunas seguintes são preenchidas por sugestões destes (em conceitos ou capítulos apresentados) para as subáreas, sugeridas por nós, enquanto que nas demais colunas, listamos as propostas de ramificações – áreas de relações – para Moda e Sustentabilidade. Quando em branco, representamos que o autor não abordou a temática de forma direta.

Fonte: Adaptada de Puppim et. al. (2018)

Assim, deduzimos que a proposição de cinco ramificações para estudos em Moda e Sustentabilidade – sendo elas, as apresentadas na primeira fileira da tabela 1 – harmonizam-se com muitos dos conceitos e propostas de divisões dos autores levantados (os explícitos e, mesmo, outros não apresentados aqui). O quê, de fato, evidencia a eficácia e a eficiência das cinco sugestões nossas, uma vez que ela é possível de ser replicada aos estudos acerca de Moda e Sustentabilidade, propondo uma categorização.

Destaca-se que, em geral, os autores tecem, ainda, subsídios às questões teóricas e críticas da Sustentabilidade na Moda, que não foi delimitada como uma proposta de ramificação, por se tratar de uma fundamentação basilar para se investigar em Moda e Sustentabilidade. Outro aspecto relevante é que mesmo os autores que não adotam temáticas ou conceitos sobre um e outro item da proposta de ramificação, formalmente, não deixa, de fato, de ao menos referenciar a valia, a colaborar para a consolidação desta sugestão.

Assim, diante das perspectivas apontadas, verificamos a probabilidade de agruparmos as intencionalidades da *Eco Fashion* em cinco subgrupos:

1. Relativo à matéria-prima – Como proposições de matérias primas orgânicas ou que, minimamente, afetam o meio ambiente;
2. Relativo aos processos – Como proposições de técnica e métodos que visam minimizar a produção de resíduos ao longo da cadeia produtiva;
3. Relativo à transparência dos processos e dos produtos – Como proposições de selos de certificações que garantam a idoneidade das ações dos colaboradores de uma empresa e seus produtos;
4. Relativo ao consumo – Como proposições de consumo consciente, guarda-roupas coletivos ou produção por demanda;
5. Relativo ao final do ciclo do produto – Como proposições de reciclagens, reuso ou *upcycling*, *redesign* e outros.

2.1 Relativo à Matéria-prima

Um dos grandes objetos de estudos para uma *Eco Fashion*, e intimamente ligado à tecnologia, são as proposições de matéria-prima destinadas ao vestuário. Quanto à matéria-prima podemos verificar pesquisas e empreitadas no sentido de utilizar fibras que tendam ao mínimo de afetação e interferência no meio ambiente, tangente ao consumo de água, de energia e, também, baixa (ou nula) geração de resíduos na preparação. Assim, apresentamos ideias relevantes (mas não únicas) desenvolvidas ou estudadas nesta alçada.

2.1.1 O Casulo Feliz

Fundada no Paraná em 1988, a empresa produz tecidos de seda (100% e misturas com outras fibras), com enfoque da sustentabilidade no ciclo de vida do bicho-da-seda, em discordância com o processo fabril da seda tradicional.

Segundo Pezzolo (2007), para obtenção das fibras de seda, espera-se o bicho-da-seda iniciar o processo de transformação em casulo, cerca de um mês após seu nascimento e alimentação constante de folhas de amoreiras. Nesta fase, recebem o nome de crisálida, durando cerca de 20 dias, é necessário sacrificar o inseto antes de seu amadurecimento, para que não se rompa os filamentos do casulo, que são contínuos e dão as características mais valiosas de um tecido de seda, como o brilho e a maciez do toque.

Por outro lado, o trabalho desenvolvido em *O Casulo Feliz* utiliza os restos de casulos após o amadurecimento do bicho-da-seda, isto é, sem necessidade do sacrifício dele. Também chamada por alguns autores de Seda Silvestre. O resultado não tem o mesmo aspecto estético-plástico, de brilho, por exemplo, mas mantém as propriedades de absorção de água e de respiração da pele. Mesmo assim são tecidos que geram resultados interessantes, compostos apenas de seda ou de sua mistura com outras fibras, como sisal, algodão e poliéster (PET).

Além disso, a empresa desenvolve a capacitação e contratação de pessoas de áreas carentes de Maringá, cidade onde está instalada, promovendo, além das questões ambientais já citadas, sustentabilidade social, em sua região. Os produtos em tecidos e fios da empresa podem ser vistos em <http://www.ocasulofeliz.com.br/siteModa/empresa>.

2.1.2 Natural Cotton Color

Institucionalizada em meados de 2003, a *Natural Cotton Color* é uma empresa que trabalha na Paraíba, com tecidos e produtos de vestuário, decoração e acessórios feitos exclusivamente de algodão orgânico produzido no estado. Através de uma parceria com a EMBRAPA local, foi possível o desenvolvimento de plantas de algodão que, cultivados de forma orgânica, excluem a necessidade de tingimento das fibras, fios ou tecidos, pois o melhoramento genético desenvolvido torna capaz uma gama (mesmo que singela) de distintos tons e cores para o produto.

No proposto por Thompson (2013), comparativamente o algodão tradicional e o orgânico utilizam a mesma quantidade média de energia, entretanto, no uso da água, enquanto o tradicional utiliza mais de 3500 litros de água para cada um quilograma de produção, o orgânico (majoritariamente sendo irrigado por chuvas) utiliza menos de 1000 litros. Além disso, a coloração estando presente nas próprias fibras retiradas da planta dispensam a significativa quantidade de água e corantes/pigmentos a serem utilizadas no processo de tingimento. Destacando, por fim, a ausência de agrotóxicos de origem sintética, que torna, consideravelmente, melhor as condições de trabalho

dos lavradores locais, retirando o risco de contaminação química ou biológica.

A proposta da empresa é de total valorização da cultura regional da Paraíba, uma vez que se utiliza de mão de obra local, com técnicas artesanais que passam de gerações em diante, agregando potencial comercial ao produto. Os produtos da empresa podem ser apreciados em <http://www.naturalcottoncolor.com.br/index.php>.

2.1.3 *Piñatex*

Com a produção da matéria-prima nas Filipinas, dos beneficiamentos na Espanha e escritório comercial na Inglaterra, a marca *Piñatex* produz um novo material têxtil, por vezes similar ao couro sintético, a partir das folhas do abacaxizeiro, após a colheita do fruto.

A partir de inúmeras inovações tecnológicas o material têxtil é amplamente requisitado, uma vez que grandes marcas como *Puma* e *Trussardi* já apresentaram produtos feitos desta matéria-prima. Porém, sua comercialização ainda é restrita a designers e empresas já estabelecidos e renomados, conforme informações do próprio site da empresa. Para o público em geral, apenas amostras do material podem ser adquiridas atualmente.

Além responsabilidade social associada ao uso de uma matéria-prima que era descartada em grandes quantidades, após as colheitas dos abacaxis, fazem uso da economia circular em sua produção, assim, ameniza e repensa os impactos ambiental e social, além de deixar transparente que trabalham no desenvolvimento do material têxtil apenas pessoas da comunidade local, diretamente ligadas à cadeia do produto. Os produtos têxteis da empresa podem ser encontrados em <https://www.ananas-anam.com/sales-sampling/>.

2.2 Relativo aos Processos

Outro aspecto de destaque para os estudos em Moda e Sustentabilidade é em relação as técnicas e métodos para confecção do vestuário, no que se refere às possibilidades potenciais em favor da sustentabilidade ao longo da cadeia de processos produtivos do vestuário. Onde, observamos os métodos que visam eficiência das atividades e geração mínima de rejeitos/resíduos. Com isso, apontamos proposições destacadas no mercado que retratam este viés.

2.2.1 *Audaces – Moldes/Encaixe*

Já na sessão de processos produtivos do vestuário, selecionamos a *Audaces*, como referência, com seus produtos e serviços amplamente utilizados pelas empresas nacionais e pelas instituições de educação de nível técnico e superior. Seu produto de maior destaque é o *Audaces Vestuário*, com diversos softwares, que sublinhamos aqui, o *Moldes* e o *Encaixe*.

Como ferramenta tecnológica em método CAD, o software Moldes possibilita a construção de modelagens plana de vestuário, a partir de traçado de pontos, retas, curvas, como principais ferramentas, além da inserção automática de pences, margens de costura, bainhas, marcações no molde, e, em especial, do processo de gradação, que tem eficiência de tempo de execução significativo em relação ao seu processo manualmente feito.

Com o resultado da modelagem pronta, do Moldes, e suas devidas gradações (à escolha do modelista ou da grade habitual que a empresa utiliza), podemos utilizar o software Encaixe, para executar o processo de mesmo nome, com eficiência, em relação ao processo manual, de: tempo; precisão de posicionamento, respeitando o sentido do fio no molde; e utilização da área do tecido. Este último, em especial, chama atenção dos empresários e designers, uma vez que otimiza o uso do tecido, e, por consequência, diminui a produção de resíduos têxteis. Os produtos-serviços computacionais da empresa podem ser averiguados em <http://www.audaces.com/ produtos/vestuario/>.

2.2.2 Hess Natur

Ainda no que se refere a processos, salientamos uma das linhas de produção da marca alemã *Hess Natur*. Referenciamo-nos a linha de produção intitulada *zero waste*, onde os produtos de vestuário apresentam concepção da Modelagem *Zero Waste*, que consiste em desenhar moldes que visem aproveitamento máximo da área de tecido que utilizam, minimizando resíduos.

Apontamos, aqui, que não há consenso entre os autores sobre o/a precursor/a deste método de Modelagem, porém, claramente, as perspectivas da proposta estão de encontro com o proposto em Manzini e Vezzoli (2011). O método tende a apresentar peças de vestuário com abrandamento das formas curvas, e valorização dos ângulos retos, para melhor uso da largura do tecido, e procura utilizar os retalhos deixados pelo molde, como partes a ainda comporem parte da peça, como recortes, fechamentos, golas, dentre outros.

Apesar de parecer de alta complexidade o desenvolvimento desta modelagem, a linha da marca alemã consiste em saias, blusas, camisetas, sobretudos, calças, etc. Além das experiências com o método, a empresa foi fundada há quase 50 anos e é destaque no envolvimento com responsabilidade social e corporativa e ações de sustentabilidade, num âmbito geral.

Há ainda de se pronunciar as diversas práticas da Modelagem *Zero Waste*, por designers e estúdios brasileiros, mas ainda não há expressamente institucionalizado este método em marcas de grande circulação nacional. A linha de produtos da empresa

alemã pode ser verificada em <https://www.hessnatur.com/de/search?text=zero+waste>.

2.3 Relativo à transparência dos processos e produtos

Uma grande questão, já levantada anteriormente por Veiga (2010), é justamente da averiguação da efetividade do termo “sustentabilidade” nos processos e nos produtos disponíveis no mercado. Isto é, muitas marcas e designers veem na atribuição do termo “sustentável” ao seu produto à associação de valores intangíveis que tornariam seu produto e marca melhores qualificados, sobretudo com a crescente demanda de clientes interessados em produtos que tenham esse valor intrínseco, como relatado por Puppim (2016).

Mas será que todos os produtos e marcas que se apresentam como “sustentáveis” efetivamente perpassam por matérias-primas e/ou processos produtivos e/ou sugestão do tipo de consumo e/ou possibilitam a reciclagem e o reuso, com/para e em favor da sustentabilidade, seja de âmbito ambiental, social, econômico ou, o mais recente atribuído, cultural? Acreditamos que nem todos. Por vezes, aparentemente, por desconhecimento dos meios de produção e métodos de aplicabilidade, noutras, como atributo de chamariz para o potencial cliente preocupado com as questões ambientais. Esta segunda perspectiva nomeia-se como *Green Wash*, como já destacara Manzini e Vezzoli (2011).

Como meio de proteção ao consumidor, entidades internacionais se põem como avalistas, por meio de certificações de selos específicos, que atestam a idoneidade dos produtos e das empresas, em referência à distintos valores da sustentabilidade que são empregados. Deste modo, apresentamos selos de certificação internacionais relevantes (mas não únicos) neste segmento.

2.3.1 Fair Trade

Baseando-se na premissa do preço do produto com idoneidade e representando a composição de seus valores financeiros, do tempo gasto pelo trabalhador e sua remuneração, às taxas e impostos governamentais, foi que, em 1988, a agência de desenvolvimento holandesa *Solidaridad* lançou o selo *Fair Trade*, como proteção aos produtores locais e que não imputam “valores agregados/intangíveis”, as vezes controversos, em produtos de origem natural.

Para poder requerer o selo, uma primeira etapa verifica as condições de trabalho e o valor pago aos colaboradores relativamente à hora de trabalho. Na sequência são analisadas as matérias-primas, quanto fornecedores, origem, preço, entre outros, privilegiando materiais que sejam amigos do meio ambiente. Em seguida, avaliado as taxas e impostos governamentais onde o produto é fabricado. Por fim, gera-se uma tabela, onde o preço final do produto é exposto constando a referência monetária de cada item (matéria-prima, tempo gasto e pago ao funcionário, embalagens, gastos de energia/água/esgoto, taxas e impostos locais, lucro – este, sempre não abusivo – do

empresário).

Portanto para se obter o selo *Fair trade*, tratado na língua portuguesa como “Comércio Justo”, critérios rigorosos são estabelecidos e, quando concedido o selo ao produto, frequentemente são feitas inspeções para ratificar a qualidade da empresa, dos processos e do produto. Assim, por se tratar de um selo legitimamente importante, empresas e produtos que o conquistam apresentam-no em suas embalagens. No Brasil, a representação do selo está sob responsabilidade da Associação Brasileira de Comércio Justo. A certificadora internacional pode ser acessada em <https://www.fairtrade.net/>.

2.3.2 *Global Organic Textile Standards (GOTS)*

Quatro organizações de diferentes nacionalidades (Japão, Reino Unido, Estados Unidos e Alemanha) formam uma *stakeholder* internacional, que objetiva certificar, em expertise, fabricantes da cadeia têxtil, valorizando empresas que trabalhem com agricultura orgânica, responsabilidade social e ambiental.

Há três âmbitos de certificação: 1) Processamento mecânico têxtil, operações de manufatura e seus produtos; 2) Processamentos à água, acabamentos e seus produtos; e 3) Operações de negociação e produtos referentes. Assim, as empresas candidatam-se a um ponto ou mais, conforme os elementos de inspeção, resumidamente: revisão da contabilidade; avaliação dos sistemas armazenamentos/processamentos; avaliação do sistema separação/identificação, notando riscos à integridade orgânica; inspeção de insumos químicos e acessórios usados; inspeção e avaliação de águas residuais e desempenho; averiguação de critérios sócio trabalhistas dos colaboradores; e verificação dos parâmetros de saúde, higiene e segurança do trabalho.

Deste modo a GOTS é uma certificadora que além de tomar vistas sobre os aspectos de processamentos da cadeia de fibras têxteis orgânicas, exige, ainda, o cumprimento de critérios para o bem estar social dos agentes envolvidos no sistema. A entidade pode ser visitada em <http://www.global-standard.org/>.

2.3.3 *International Organization for Standardization (ISO)*

Fundada em meados de 1947, em Genebra (Suíça), a Organização Internacional de Normalização (em português), propõe, aprova e dissemina normas técnicas internacionais para diversas áreas. Pois, no início da década de 1990, organizações e autoridades ligadas ao meio ambiente propuseram o estabelecimento de normas técnicas que referenciassem a questão ambiental, propondo a padronização de processos de empresas que utilizassem recursos naturais e/ou pudessem, de certo modo, afetar o meio ambiente, por intermédio das atividades desenvolvidas.

Isto, como já levantado por Veiga (2010), dado o momento histórico em que as pesquisas científicas sobre os impactos ambientais são crescentes e entram em pauta. Instaura-se, assim, a ISO 14000. As sub normas desta ISO, tratam de

normais empresariais relativas a/ao: sistema de gestão ambiental; auditoria na área de meio ambiente; rotulagem ambiental; desempenho ambiental; análise do ciclo de vida; definições e conceitos; integração dos aspectos ambientais no projeto e o desenvolvimento de produtos; comunicação ambiental; e mudanças climáticas.

Formam-se, hoje, mais de 60 normas ISO, da séries 14000, que verificam e atestam as qualidades, em referência ambiental, das empresas. A organização pode ser alcançada em <https://www.iso.org/home.html>.

2.4 Relativo ao consumo

Outra preocupação constante dos estudos para uma *Eco Fashion*, corresponde ao consumo consciente, o qual analisa a maneira como os produtos são oferecidos no mercado (guarda-roupas coletivos ou produção por demanda) e como são consumidos/ utilizados pelos usuários. O cenário atual, em que o compartilhamento de forma geral está tão presente, permitiu o surgimento de iniciativas que envolvem trocas de produtos e formas alternativas de aluguel de vestuário, bem mais atrativas ao consumidor, que também passa a ser “fornecedor” das peças em determinados casos.

Também é necessário salientar as iniciativas que englobam os brechós. Onde é possível encontrar peças de vestuário em segunda mão, mas em bom estado de conservação. Há muitos anos instituída na Europa (Lee, 2009), este tipo de iniciativa permite que, com certa procura, usuários acessem roupas de grandes grifes por preços mais acessíveis, compreendendo que estes não são exatamente novos e que, na maioria das vezes, não estão adequados às tendências vigentes. Entretanto, pode existir uma considerável controvérsia em se tratando desta modalidade de venda, uma vez que o produto em questão já pagou todos os impostos, taxas e precificação, como mão de obra, matéria-prima, entre outros. E, mesmo assim, alguns brechós dispõem de produtos com preços elevados, e a pergunta que paira é: Afinal, tendo já sido pago os valores comerciais do produto, por que ele ainda está com custo significativo? Os valores agregados/intangíveis devem ser embutidos novamente nesta etapa?

Neste âmbito percebemos que as iniciativas apresentadas são mais recentes, isso se deve ao fato de que, falar de consumo consciente, envolve questões como produzir e consumir menos, além de ofertar produtos que estejam em sintonia com o tema ambiental, o que vem contra a ideia já enraizada de consumo de moda, conforme destacado por Kazazian (2005). As empresas apontadas demonstram esta preocupação e proporcionam um consumo mais consciente aos seus consumidores.

2.4.1 *Insecta Shoes*

Segundo Jordão, Broega e Martins (2016) a *Insecta Shoes* teve seu início em 2014 quando as proprietária de um brechó online, e uma designer de calçados, se uniram para desenvolver um produto que solucionasse uma dificuldade da empresa: o excesso de roupas de tamanho grande que não tinha saída. O produto desenvolvido

foi um sapato que tinha o cabedal feito a partir dos tecidos das roupas que estavam no estoque da loja e obteve vendas surpreendentes, estimulando as sócias a criarem a empresa *Insecta Shoes*.

Hoje a marca se distingue no mercado com a venda de sapatos e acessórios ecológicos, cujos valores são ser: vegano, unissex, ecológico, feito no Brasil, igualdade de gênero e ter comércio justo. Para tanto a *Insecta* além de não fazer uso de matéria-prima de origem animal, utiliza o máximo possível de matérias-primas recicladas, como plástico reciclado para o contraforte, sola de borracha triturada feita com o excedente da indústria calçadista e reciclada, couraça de plástico reciclado, palminha em formato de colmeia 100% reciclada com o excedente têxtil de sua própria produção, além da reutilização de roupas usadas de brechó, bando de tecido ou retorno de roupas usadas de clientes (em uma campanha contínua de coleta, em troca de uma *eco-bag*, a fim de conscientizar o consumidor sobre a reutilização dos materiais após o uso).

Além do conceito de reaproveitamento de materiais, a empresa também se preocupa com os colaboradores do processo de confecção, tanto das matérias primas, como das peças finalizadas, tendo uma rede de fornecedores que preza pela produção sustentável. Desta forma, com seus valores e atos, a empresa incentiva o consumo consciente e o empreendedorismo sustentável. A linha de produtos da empresa pode ser reverenciada em <https://www.insectashoes.com/shoes>.

2.4.2 Revoada

Ao visitar o site da empresa e ler as informações ali fornecidas, fica claro a escolha do nome da marca *Revoada*, pois se autodenominam com “um coletivo de pássaros voando juntos, somos um bando”, utilizando o ato de voar como uma alusão à iniciativa de construir uma empresa que opta por processos produtivos alternativos, fornecendo ao mercado uma produção por demanda, a fim de evitar o desperdício de matéria-prima e reduzir a produção desnecessárias de produtos.

Além de inovar no processo produtivo de acessórios, a maior parte de sua matéria-prima deriva de resíduos, eles reutilizam câmaras de ar de pneus e náilon de guarda-chuvas descartados, aumentando o impacto ambiental positivo da marca e estimulando o consumo consciente. Segundo dados da própria empresa, entre 2013 e 2016 eles reutilizaram oito toneladas de câmaras de pneu e dez mil unidades de náilon de guarda-chuva.

Outra maneira que a empresa encontrou de gerar impacto ambiental, social cultural e financeiro positivos foi oferecendo consultoria para organizações que pretendem seguir um caminho similar, este projeto é intitulado “Projeto Ação-Reinvenção” e visa a troca de informações entre empresas e indústrias a fim de repensar a geração de resíduos, e reinventar produtos, processos produtivos e relações de consumo. Destacamos que não há produção contínua na marca, mas levantamento de demanda, onde clientes se

cadastram na plataforma assinalando que tipo de produto(s) lhe interessa, e, quando certo volume de pedidos é atingido, inicia-se o processo de produção. Caracterizando o processo por lotes.

A empresa se utiliza do Design Vital para realizar seu propósito de ajudar a reduzir a quantidade de lixo gerado no planeta, por meio do pensamento focado na produção e consumos consciente. Ela também faz parte da rede mundial *Yunus Social Business* que possui o mesmo propósito. As opções de produtos e serviços da iniciativa podem ser vislumbradas em <http://revoada.com.br/produtos/>.

2.4.3 My Open Closet (MYOC)

A *My Open Closet*, segundo dados fornecidos no próprio site da marca, é uma empresa que surgiu da oportunidade de negócio vislumbrada pela sua fundadora, Loreta Barreto, em 2015, ao perceber que em seu guarda-roupas existiam diversas peças que haviam sido usadas uma única vez para eventos formais e casamentos e estavam há tempos sem terem uso. Para solucionar este problema a fundadora iniciou sua empreitada com uma página no *Instagram*, visto o sucesso da página, Loreta aprofundou sua pesquisa sobre economia compartilhada e profissionalizou o seu negócio, surgindo assim o site.

Alógica do negócio atual consiste em fornecer meios para que as pessoas possam compartilhar suas roupas com outras, por meio de um aluguel, em que quem oferece a peça pode mantê-la em casa até que seja alugada, ou enviar para o showroom da empresa MYOC em São Paulo. Desta forma, a gama de produtos disponível se amplia e tanto os fornecedores de roupa quanto os consumidores fazem parte do negócio, gerando a economia compartilhada e evitando compras desnecessárias, além de ampliar a vida útil das peças.

De acordo com publicação realizada no site *BeBrasil* da APEX (Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos), sabe-se que o negócio que envolve alugueis de vestidos não é novo, entretanto, o diferencial da empresa está em conectar pessoas e resolver suas necessidades. Este tipo de iniciativa vem ao encontro do consumo consciente e da economia compartilhada, aumentando seu impacto ambiental, social e econômico positivos, pois além de compartilhar produtos aumentando sua vida útil, as donas das peças faturam em torno de 5% a 8% do valor pago pelas peças em cada locação. Os produtos disponíveis podem ser achados em <http://myopencloset.com.br/quem-somos/>.

2.5 Relativo ao final do ciclo do produto

No que tange o aspecto de análise de ciclo de vida do produto, como já respaldado em Manzini e Vezzoli (2011), um dos pilares mais fragilizados e que deveria obter mais atenção, dado sua relevância no processo e na possibilidade de efetiva denominação de “sustentável”, é o final do ciclo do produto.

Assim como o *Green Wash*, este âmbito da sustentabilidade dos produtos e projetos para Moda/Design de Moda, também tem suas potenciais sofismas. Neste sentido, é possível de ser verificado no mercado e em publicações de redes sociais, empresas, profissionais (por vezes, ditos designers) e produtos postos como “sustentáveis” e/ou “ecológicos” e/ou “reciclados”.

Ora, como aspecto basilar de um produto que possuam design, entende-se que há necessidade (não somente, mas também) do aspecto estético no produto, como já observado por Niemeyer (2007). Existem produtos que se jactam com esse rótulo e, aparentemente, pretendem-se vender apenas por estar “reciclando” um produto/material que estava classificado como resíduo. Obstante do aspecto estético-visual, o produto perderá seu poder de vendagem e não terá, efetivamente, o adjetivo “sustentável”, uma vez que torna resíduos em produtos rejeitados, gastando-se tempo e dinheiro (mesmo que mínimos).

No âmbito do Design, especificamente o de Moda, Brown (2010) enfatiza os “R”s para esta área são denominativamente três: 1) Reuso – caracterizado pela volta ao uso cotidiano de vestimentas que já estão encalhadas no guarda-roupas pessoais, por meio de remodelações e customização; 2) *Redesign* – descrito pela utilização tecidos e/ou retalhos, considerados já resíduos têxteis, servindo de matéria-prima para novos produtos de vestuário; e 3) Reciclagem – identificado como o uso de materiais têxteis (ou não) destinados para outros usos (que não Moda), tornando-se matéria-prima para produtos vestíveis e acessórios. Neste sentido, apresentamos projetos, produtos e marcas que visam estes três aspectos, de reinserção de materiais em fim de ciclo de vida (os “R”s), gerando novos produtos que contemplem os princípios do Design.

2.5.1 *Campo Grande a Tiracolo*

Através de um convênio com os *Correios* de Mato Grosso do Sul, a marca *Campo Grande a Tiracolo* desenvolve bolsas, sacolas, malas e mochilas, com o material oriundo de malotes que já não cumpriam sua função para carregar cartas e encomendas, seja por avarias ou desgaste natural pelo tempo de uso. A marca também desenvolveu coleções destes acessórios supracitados com retalhos de tapeçaria e lonita de algodão, além de dispor, ainda, de itens fabricados em material plástico de banners.

As bolsas são confeccionadas utilizando partes dos malotes, como suporte principal ou mesmo detalhes, majoritariamente contendo as cores amarelo, azul, verde e vermelho (proveniente dos malotes), combinadas à retalhos de material de semelhante tecitura, com costuras aparentes e desenhos/estampas feitas a partir dos recortes em tecidos, que caracterizam a qual coleção a peça pertence. O destaque do produto é que as marcas de desgaste e manchas dos malotes (comumente encontrados, devido ao uso laboral do mesmo) não são encobertas ou disfarçadas nas bolsas, ficando, visualmente como parte do legado histórico pelo qual o material transcendeu.

Com mérito comparativo, Puppim (2012), enaltecia que no estado de Minas Gerais, cerca de uma tonelada de malotes eram incinerados anualmente, por falta de outra qualquer destinação do material. O que significa que a iniciativa sul-mato-grossense traz perspectivas comerciais e de reinserção da matéria-prima em acessórios de moda. A marca pode ser acessada em <https://www.campograndeatiracolo.com/>.

2.5.2 Freitag

Num paralelo internacional e de maior consolidação, a marca suíça *Freitag* iniciou suas atividades nos anos 1990, com a utilização de lonas de caminhões e de câmaras de pneumáticos utilizadas em transportes de cargas para confeccionar bolsas, sacolas e mochilas. Atualmente a marca trabalha com outros tipos de acessórios, que vão de carteiras, cases para laptops, estojos, agendas a chaveiros, e o mais novo produto desenvolvido, tecido exclusivo, batizado de *F-Abric*, feito de combinações de linho, cânhamo e modal, sendo que este ainda não está disponível para comercialização.

No tocante as bolsas e outros acessórios, a empreitada se torna legítima e exemplificadora do sentido de Reciclagem, apontado por Brown (2010), por desenvolver um produto conciso, reproduzível e esteticamente interessante, culminando num apelo comercial, e, por consequência, se efetivando um produto de design, buscado hoje por consumidores de várias distintas nações.

De fato, tal qual as lonas de malotes, as utilizadas em transportes de cargas possuem um tempo de vida útil que não deteriora o material e a tecitura por total, mas, em geral, de forma localizada. O que torna, o material, um grande problema ao meio ambiente, se analisado o período para sua total decomposição, portanto a reutilização dele para confecção de novos produtos, como no caso, pode servir de exemplos para desenvolvimento de outros projetos. A corporação pode ser examinada em <https://www.freitag.ch/en>.

2.5.3 Banco de Tecido

Originário da cidade de São Paulo, mas com filiais em Curitiba e Florianópolis, o *Banco de Tecido* é uma organização que recebe, vende e intercambia tecidos que, geralmente, seriam jogados fora. Isto é, estoques antigos, metragens insuficientes para novas produções, material que não vendeu como o esperado, enfim, peças encalhadas que virariam rejeito.

A proposta é que, assegurada a origem legal, os tecidos possam ser reinseridos na rede colaborativa proposta pela marca. Neste sentido, o banco certifica-se de seus possíveis compradores a produção pretendida e seu histórico, em 2016 com mais de 100 clientes, dentre eles a já dita *Insecta Shoes*.

O processo da marca inicia-se quando tecidos são levados até uma das lojas, onde estes são pesados, higienizados e organizados no sistema. Os tecidos elegíveis são selecionados para pertencerem ao estoque e ficarem disponíveis para venda ou

escambo, e os retalhos e/ou não elegíveis são doados, por exemplo, à associações que utilizam deste material para inserção social de pessoas em situação de vulnerabilidade. Por fim, o responsável por levar o tecido recebe créditos pela quantia que levou, podendo escolher e levar outros tecidos, a utilizar em novos projetos e/ou produtos.

Já para quem está disposto a apenas adquirir tecidos do banco, a precificação padrão é de R\$50,00 (cinquenta reais) ao quilo, demonstrando que a finalidade da empresa não é enriquecimento de seus idealizadores, mas sim, propor iniciativas e estimular os designers a enxergarem novas possibilidades, estando de encontro com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Caracterizando-se, portanto, no âmbito dos “R”s (BROWN, 2010), como uma iniciativa de *Redesign*. A organização pode ser admirada em <http://bancodetecido.com.br/>.

2.5.4 Oficina do Braz

Com a missão de institucionalizar propostas de customizações de peças de roupas que, de fato, voltem a ser usadas (com consultoria de especialistas). Por meio de modificações e atualizações de formas, modelagens, acabamentos, cores e aplicações, o apresentador e comunicador Caio Braz desenvolveu uma série intitulada “Oficina do Braz”, voltada para Moda Masculina.

A série é composta por sete episódios, disponíveis em plataforma digital, sendo eles, propostas de: regada; descoloração de jaqueta jeans; bermuda jeans desfiada; moletom; técnica de tingimento *tie dye*; calça jeans rasgada; e tênis colorido com spray. Em todos os episódios a proposta é de não aquisição de novo produto de vestuário, mas a de tornar uma peça que não esteja em uso, novamente usável, contemplando características de tendências mais atuais.

Como material de apoio, são sugeridos objetos do cotidiano (tesouras, linhas e canetas), ou de fácil aquisição, como spray de tinta, água sanitária e corante em pó, ou seja, nada muito específico. O que torna a iniciativa, uma boa proposta de prática do Reuso (BROWN, 2010). A série pode ser assistida em <https://www.youtube.com/playlist?list=PLeJni8loGZb8pS8goUbvDqScv4xMa0FeC>.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E APONTAMENTOS PARA PESQUISAS E PROJETOS

Com esta investigação apresentamos propostas, projetos, marcas, designers e instituições que exemplificam desde iniciativas emergentes a, até mesmo consolidações, que perspectivam empreitadas nacionais, de diferentes estados do Brasil, de outras nacionalidades e até transnacionais (englobando entidades e órgãos de diferentes nações). Os exemplos mostram que os âmbitos propostos, no panorama da *Eco Fashion*, se consolidam.

Entretanto, também, por vezes, algumas marcas expostas desenvolvem seus trabalhos em mais de um dos eixos. Como é o caso da *Insecta Shoes*, quem além do segmento de “Consumo”, poderia estar inclusa no segmento de “Matéria-prima”, ou ainda, de “Fim de Ciclo”. Assim, a instrumentação, aqui sugerida, serve como uma base de apontamentos de vertentes da *Eco Fashion*, e não uma inquestionável e definitiva demarcação de quais devem ser consideradas as verdadeiras e irreparáveis subáreas.

Relativamente à pesquisa, investigação e publicações científicas, nosso levantamento visualiza que existe um volume considerável de iniciativas nos subgrupos: matéria-prima, processos, consumo e ao fim do ciclo de vida do produto. Quanto à transparência de processos e produtos poucas obras são encontradas, o que demonstra para os interessados neste tipo de investigação, um campo a ser explorado. Outra perspectiva são as investigações e proposições de novos materiais, a partir da reciclagem de materiais de final de ciclo, dado uma baixa proposta de reciclagem de materiais não-têxteis, como o couro, comparativamente aos têxteis, para o qual já existe uma apreciável produção científica.

REFERÊNCIAS

APEX BRASIL. Startup brasileira permite aluguel de vestidos de luxo. BeBrasil 2017. Disponível em <<http://www.bebrasil.com.br/pt/noticia/startup-brasileira-permite-aluguel-de-vestidos-de-luxo>>. Consulta em: 27 Nov. 2017.

BERLIM, Lilyan. **Moda e Sustentabilidade**: Uma reflexão necessária. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2012.

BROWN, Sass. **Eco Fashion**. London: Laurence King Publishin Ltd, 2010.

FLETCHER, Kate; GROSE, Lynda. **Moda & Sustentabilidade**: design para mudança. São Paulo: Senac São Paulo, 2011.

GWILT, Alison. **Moda Sustentável**: um guia prático. São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2014.

JORDÃO, Carina; BROEGA, Ana Cristina; MARTINS, Suzana Barreto. O empreendedorismo sustentável e a geração de valor no reuso de tecidos do setor têxtil: Estudo de caso do banco de tecido de reuso de São Paulo. In: **Colóquio de Moda**, 12º, 2016, J. Pessoa. Anais. 2016. Disponível em: < <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/43399/1/CO-08-O-EMPREENDEDORISMO-SUSTENTAVEL.pdf>> Consulta em: 27 Nov. 2017.

KAZAZIAN, Thierry. **Design e desenvolvimento sustentável**: haverá a idade das coisas leves. São Paulo: Editora Senac, 2005.

LEE, Matilda. **Eco Chic**: o guia da moda ética para a consumidora consciente. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

LIPOVETSKY, Gilles. **O império do efêmero**: a moda e seu destino nas sociedades modernas. Edição de bolso. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlos. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**: Os requisitos

ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Ed. EDUSP, 2011.

NIEMEYER, Lucy. **Design no Brasil: Origem e Instalações**. Rio de Janeiro: 2AB, 2007.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. 3ª Ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.

PUPPIM, Régis. Sobre indústria de Moda e Sustentabilidade: Por quê, para quê e para quem? *In: Colóquio de Moda*, 12º, 2016, João Pessoa. Anais. 2016. Disponível em: <http://www.coloquiomoda.com.br/anais/anais/edicoes/12-Coloquio-de-Moda_2016/COMUNICACAO-ORAL/CO-08-Sustentabilidade/CO-08_Sobre-Ind%C3%BAstria-de-Moda-e-Sustentabilidade-Por-que-Para-que-e-Para-quem.pdf> Consulta em: 22 Nov. 2017.

____. Experiência de Sustentabilidade na Moda. *In: Colóquio de Moda*, 8º, 2012, Rio de Janeiro. Anais. 2012. Disponível em: <http://www.coloquiomoda.com.br/anais_ant/anais/8-Coloquio-de-Moda_2012/GT11/COMUNICACAO-ORAL/103214_Experiencias_de_Sustentabilidade_na_Moda.pdf> Consulta em: 23 Nov. 2017.

PUPPIM, Régis; JORDÃO, Carina E.; ARRUDA, Luisa M.; BEDUSCHI, Danielle P.; BROEGA, Ana Cristina. Valências na Moda e Sustentabilidade: Apontamento de lacunas. *In: Congresso Internacional de Design e Moda/CIMODE*, 4º, 2018, Madrid. Anais. 2018.

SALCEDO, Elena. **Moda ética para um futuro sustentável**. São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2014.

SCHULTE, Neide K. **Reflexões sobre moda ética**. Florianópolis: Editora UDESC, 2015.

STYLES, Ruth. **Ecologist guide to Fashion**. London: Thames & Hudson Publishing, 2014.

THOMPSON, Rob. **The Manufacturing guides: Sustainable materials, processes and production**. London: Thames & Hudson, 2013.

VEIGA, José Eli da. **Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor**. São Paulo: Senac São Paulo, 2010.

PROJETO RESIDENCIAL SUSTENTÁVEL FEITO COM A SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND POR CINZAS DE CASCA DE PINUS CARIBAEA CARIBAEA

Letícia de Souza Santos

Centro Universitário Ctólico Salesiano Auxilium
Valparaíso - SP

Ariadine Fernandes Colpy Bruno

Universidade Estadual de São Paulo
Araçatuba - SP

RESUMO: A construção civil no Brasil se apresenta como o segundo maior setor econômico, é possível encontrar momentos em que houve baixa em sua procura, mas nunca houve sua paralisação total. Porém, este é o setor que mais polui e degrada o meio ambiente, desde a produção de seus materiais até mesmo durante o processo de construção. Cerca de 35% de todos os materiais extraídos da natureza anualmente são usados pela construção civil, além dos recursos naturais utilizados, mais de 50% de toda energia produzida no Brasil é usada por este. Objetivou-se então projetar uma residência sustentável e de arquitetura bioclimática, produzida com substituição parcial do cimento Portland por cinzas residuais de cascas de *Pinus caribaea caribaea*, desde a fundação até o seu acabamento, fazendo com que houvesse uma diminuição do uso do cimento Portland. Chegou a conclusão com comprovação bibliográfica que seria sim viável a substituição parcial do cimento Portland que ao utilizá-la no projeto residencial o custo final

da obra seria menor, dando a possibilidade de investir ainda mais em tecnologias que contribuam com a sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Substituição parcial; residência sustentável; cinzas de a casca de *Pinus caribaea caribaea*

ABSTRACT: Civil construction in Brazil presents itself as the second largest economic sector, it is possible to find moments when there was a low in its search, pollutes and degrades the environment, from the production of its materials even during the construction process. About 35% of all materials extracted from nature annually are used by civil construction, in addition to the natural resources used, more than 50% of all energy produced in Brazil is used by this. It was then designed to design a sustainable residence and bioclimatic architecture, produced with partial substitution of the Portland cement by residual ash from the barks of *Pinus caribaea caribaea*, from the foundation to its finish, making there was a decrease in the use of Portland cement. It came to the conclusion with bibliographic proof that it would be feasible to partially replace the Portland cement with residual ash from *Pinus caribaea caribaea* shells, becoming evident that by using it in the residential project the final cost of the work would be less, Giving the possibility to invest even more in technologies that contribute with sustainability.

KEYWORDS: Partial substitution; sustainable residence; ash of bark of pinus pine pine;

1 | INTRODUÇÃO

O Para FERNANDEZ “se a construção consome algo como metade dos recursos não renováveis do mundo – em combustíveis, metais, etc. – se deve analisar ou discutir o modo como a arquitetura se acamoda a essa situação”. Pois as cidades nunca abrigaram tantas pessoas e essa intensa urbanização acarreta no aumento do consumo de seus recursos naturais, como água e energia, e o aumento da poluição gerada. Observando a quantidade de residências consideradas sustentáveis, notou-se que há uma pequena quantidade dessas, pois as pessoas leigas têm em mente que uma residência de arquitetura ecológica não pode ser atraente do ponto de vista estético, ledor engano pois a mesma pode ser atraente e ecológica além de ser globalmente necessária e correta socialmente.

Pra alcançar uma residência ecológica devem ser aplicadas técnicas sustentáveis desde do desenvolvimento do projeto, pois assim podem ser feitos estudos detalhados de como se portará a construção e de como serão tratados os resíduos gerados por ela, de modo a não afetar (ou reduzir drasticamente este efeito) o ambiente que circunda o imóvel; levando-se em consideração o uso de materiais certificados que professem as mesmas crenças em relação à diminuição dos impactos ambientais e das emissões de gases poluentes.

2 | SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND PELAS CINZAS RESIDUAIS DAS CASCAS DE PINUS CARIBAEA CARIBAEA

A produção do cimento tem sido apontada como geradora de impactos tanto ambientais, como sociais. Impactos relacionados com as comunidades no entorno das fábricas são corriqueiros, e alguns deles causam conflitos com os habitantes do entorno, tanto por gerarem problemas no meio natural como por questões relacionadas à saúde humana, tais como: contaminação no ar, água ou no solo. Atualmente, nem todas as fábricas de cimento são problemáticas, já que parte delas cada vez mais vem se comportando de forma a atender legislações, buscando uma maior responsabilidade sócio-ambiental. Entretanto, ainda há casos de impactos a população que vivem nas proximidades de algumas plantas industriais, mais recentemente, com a questão do aquecimento global e das mudanças climáticas em foco, o setor passou a ser visado por emitir gases de efeito-estufa, causando impactos e escla mundial (IPCC, *apud* MC, 2006).

A indústria do cimento é responsável por aproximadamente 3% das emissões

mundiais de gases de efeito estufa e por aproximadamente 5% das emissões de CO₂ (CSI, 2002).

A figura 1 mostra que a queima de combustíveis fósseis contabiliza cerca de 54%, o desmatamento por queimadas 9% e outras emissões de gases efeito estufa 14,8%. Nas emissões específicas da indústria do cimento, aproximadamente 50% referem-se ao processo produtivo, cerca de 5% ao transporte, 5% ao uso da eletricidade e outros 40% ao processo de clínquerização (WBCSD, 2002).

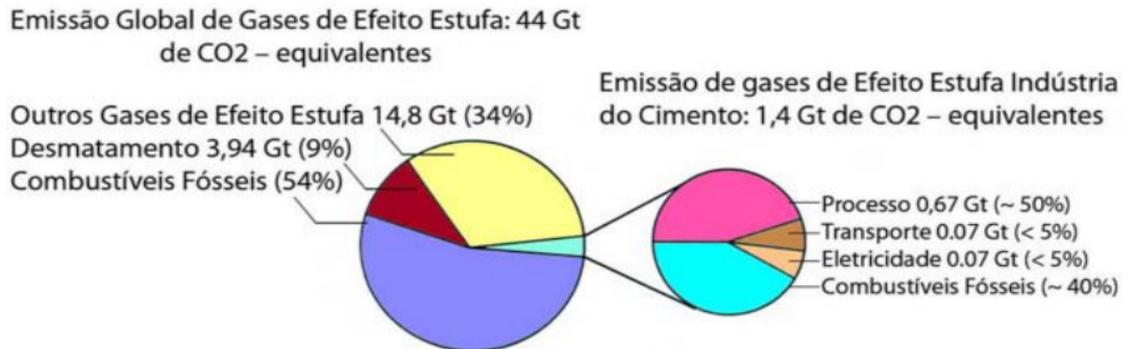


Figura 1 : Emissão de gases de efeito estufa da indústria de cimento, 2000. Fonte: Adaptado WBCSD, do artigo Sustentabilidade em Debate – Brasília, v.3, n.1, p.75-96, jan/jun 2012

Além do macro impacto à emissão de CO₂ e ao conseqüente aquecimento global, os impactos gerados pelo processo produtivo do cimento ocorrem em todas as fases, desde a extração, passando pela produção, até a sua disposição final.

A exposição dos trabalhadores a material particulado na indústria de produção de cimento é potencialmente uma das mais preocupantes em função do fato de trabalharem com material sólido, expondo o trabalhador a riscos. Relatório técnico sobre as indústrias cimenteiras de Cantagalo (Rio de Janeiro), realizado pela equipe do Centro de Estudos da Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana destaca que :

[...] os trabalhos estão constantemente expostos, a vários fatores de riscos à saúde, tais como, a alta concentração de partículas em suspensão; falta de equipamentos de proteção, segurança e comunicação. Os resultados das avaliações técnicas realizadas na fábrica de Cantagalo demonstram que a empresa possui um parque tecnológico obsoleto e poluidor, com altos níveis de contaminação individual que se reflete em casos de pneumoconioses, dermatites de contato e irritações diversas das vias aéreas superiores, altos índices de incidentes críticos e acidentes leves. (Maury; Blumenschein, *et al*, 2022, p.81).

Armazenamento e Frete

- Poeira
- Ruídos
- combustíveis

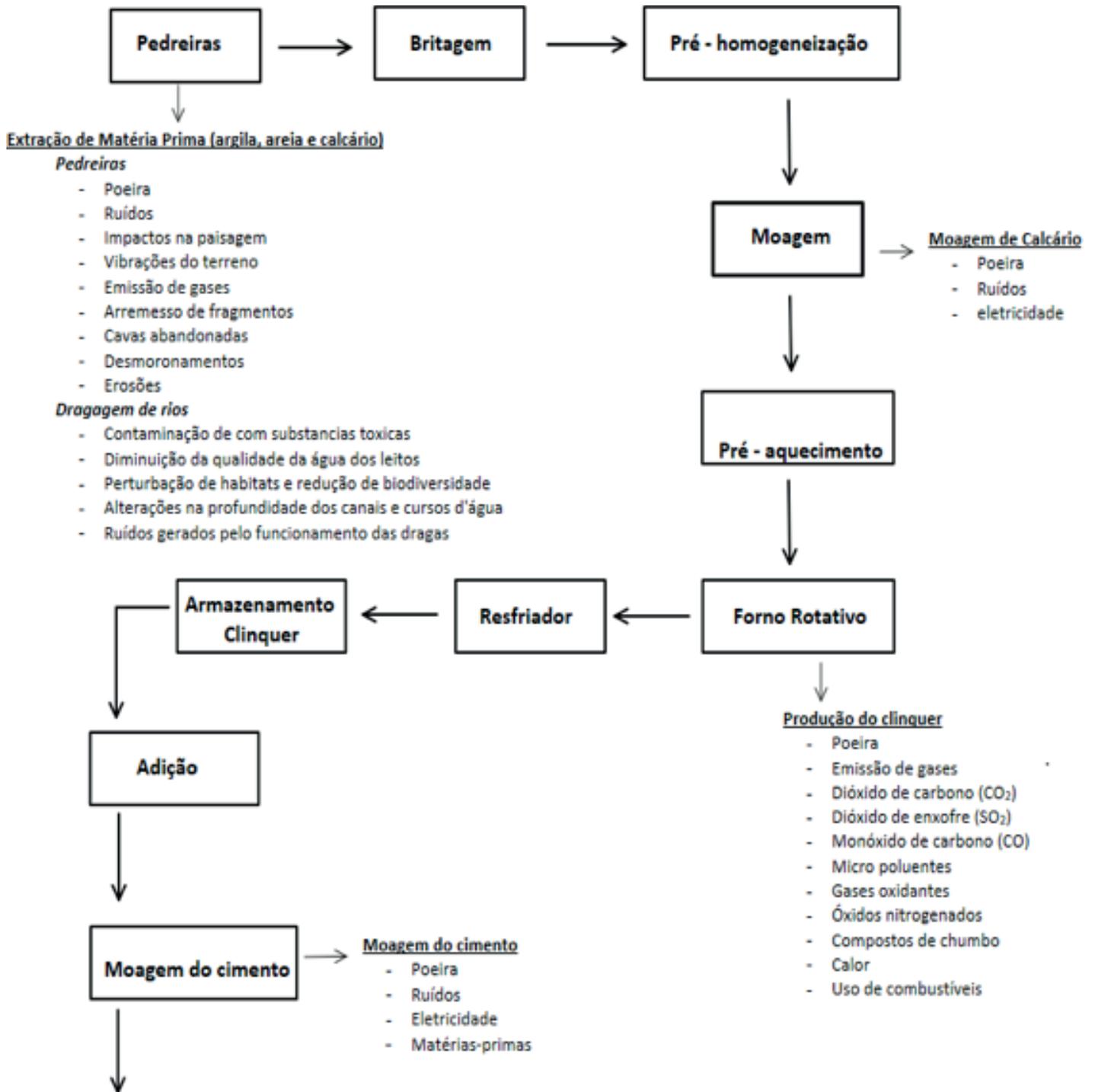


Figura 2: Ilustra os vários aspectos e impactos ambientais e a saúde humana causados no processo produtivo do cimento.

Diante disto se tornou emergencial a busca de novas tecnologias a fim de colaborar para a diminuição do consumo do mesmo.

Tornando viáveis resíduos da queima das cascas de *Pinus caribaea caribaea* segundo a norma:

As cinzas provenientes de atividades agroindustriais tem potencialidade para serem empregadas como adição mineral em substituição parcial do cimento Portland em argamassa e concretos segundo a Norma NBR 12653 (2014) versão corrigida 2015.

O setor de fabricação de MDF é o que mais cresce nos últimos anos, este é o mais requerido pelas marcenarias e fabricas de moveis, pois é de fácil manuseio e traz consigo diversas possibilidades de cores e texturas, fazendo com que haja maiores possibilidades de criação.

Porém notou-se que durante processo industrial para fabricação de MDF utiliza-se como combustível a queima da casca de madeira *Pinus caribaea caribaea*.

Após a queima, é gerado um resíduo, cinzas, de granulometria fina, sendo classificada como resíduo de classe II A – não inerte (BARDINI, 2008). Esta, na maior parte das vezes, por não ter uso adequado é descartada de forma incorreta pelas indústrias, preferindo a consequência financeira a longo prazo, como a multa, ao invés de ter gastos fazendo o descarte correto.

Essas cinzas seriam utilizadas para substituir o cimento Portland, para que houvesse uma diminuição da produção do cimento, em consequência a poluição gerada; as cinzas residuais da fabricação do MDF não seriam mais descartadas de forma que incorreta, pois teriam uso.

3 | PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto foi desenvolvido no intuito de alcançar uma residencia ecológica, no qual seria utilizada a argamassa com substituição parcial do cimento Portland, por cinzas residuais das cascas de *Pinus caribaea caribaea*. Foi utilizada como base a casa localizada em Leon Springs, no Texas, Estados Unidos, representada na figura 3 e 4, esta é prova de que é possível usar recursos sustentáveis sem deixar de lado conforto e beleza. Esta recebeu a certificação LEED (Leadership in Energy Environmental Design). A preocupação com o meio ambiente esteve presente desde o início. Outro item importante inserido no projeto foi da utilização racional da água, reutilizando a água da chuva para regar plantas e jardins, lavar áreas externas e nas descargas sanitárias. Desta forma, a economia de água pode chegar até 30% em relação a uma construção normal. A execução ficou por conta dos profissionais do escritório Lake Flato Architects, do mesmo estado.



Figura 3: Residência localizada em Leon Springs, no Texas, Estados Unidos, proejtada pelo escritório *Lake Flato Architects*. Fonte: site oficial do escritório *Lake Flato Architects*.



Figura 4: Garagem de residência, com telhado coberto de placas solares. Fonte: site oficial do escritório *Lake Flato Architects*.

Ao projetar buscou-se alcançar uma residência não muito diferente das habituais, que fosse adequada e confortável, pois o objetivo é mostrar para as pessoas leigas que uma residencia ecológica pode ser sim atraente, ao ponto de vista estético, e, não fora do comum como imaginam. No projeto foi aplicada a arquitetura bioclimática, como pode ser visto na figura 5.

Corte AA

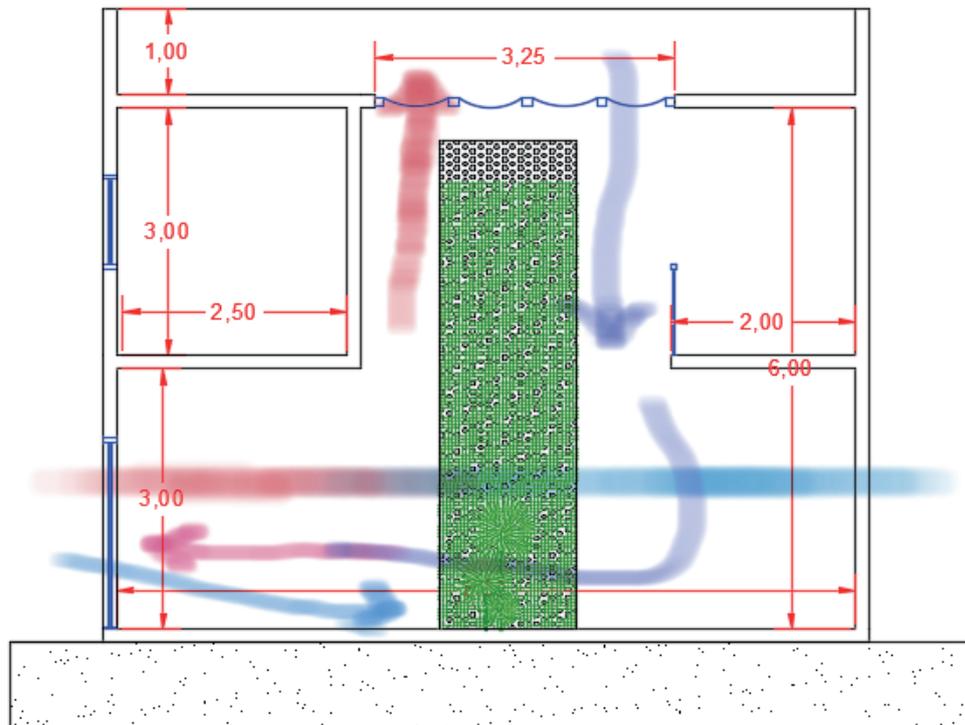


Figura 5: Corte AA – Arquitetura Bioclimática. Fonte: elaborado pelo pesquisador, através do software CAD.

No qual se fez necessária a criação de um ambiente fictício com as características do clima da região Sudeste. Com isso foi possível ter uma melhor disposição dos cômodos e com a geometria da residencia representando na figura 6 e 7, levando em consideração a incidência de luz solar; especialmente ao posicionamento das janelas, aberturas utilizando telhado retrátil e brises para que em conjunto exerçam um impacto no desempenho térmico do edifício, por terem um papel determinante no uso das estratégias de ventilação natural, evitando o uso de climatizadores em determinados ambientes; aproveitando também a iluminação natural fazendo com que diminua o uso da iluminação artificial e para instalação de painéis solares; de forma que a casa seja eficiente energeticamente.

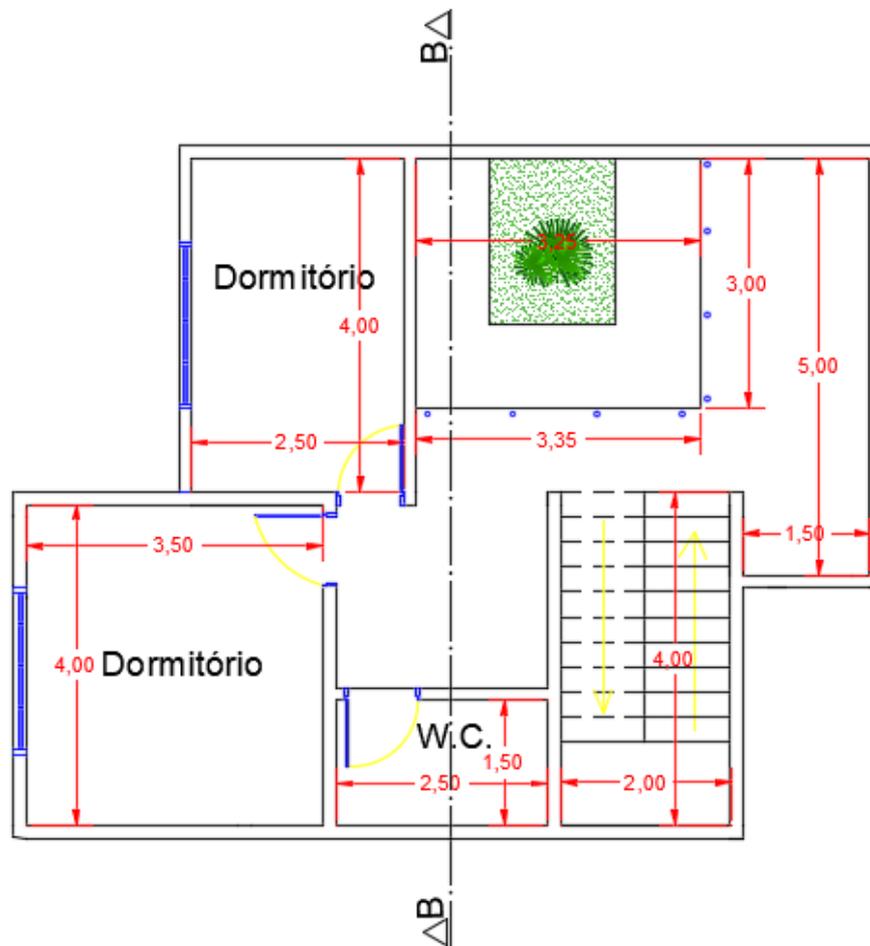


Figura 7: Planta Baixa – Térreo. Fonte: elaborado pesquisador, através do software CAD.

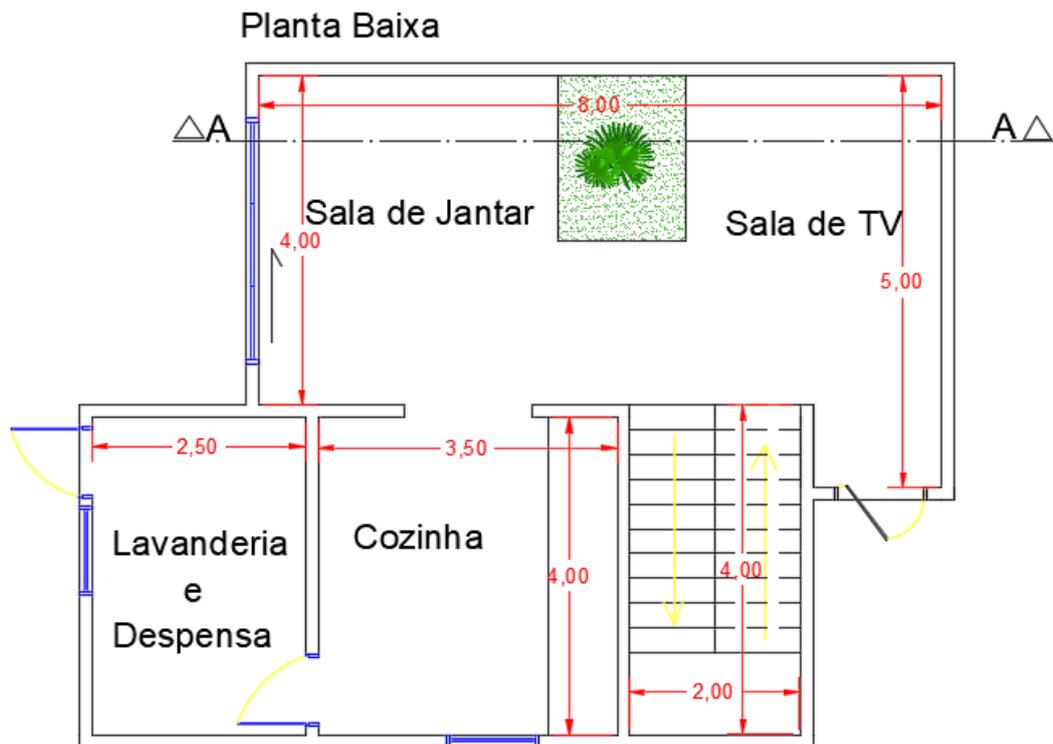


Figura 8: Planta baixa – Interior da residência. Fonte: elaborado pelo aluno, através do software



Figura 9: Interior da residência. Fonte: elaborado pelo pesquisador, através do software Sketchup



Figura 10: Fachada. Fonte: elaborado pelo pesquisador, através do software Sketchup

Outro cuidado foi com o uso dos materiais que seriam utilizados, a exemplo das telhas de galvalume foram utilizadas para fazer cobertura da casa por serem duráveis e feitas de material reciclado e reciclável, que refletem a radiação solar e reduzem o arrefecimento da casa, uso de madeira manufaturada, blocos de concreto e principalmente o uso de concreto e argamassa com substituição parcial do cimento Portland, este seria utilizado desde a produção do alicerce até o acabamento, como exemplo o piso que seria de cimento queimado. As figuras 8 e 9 ilustram como seria a residência finalizada.

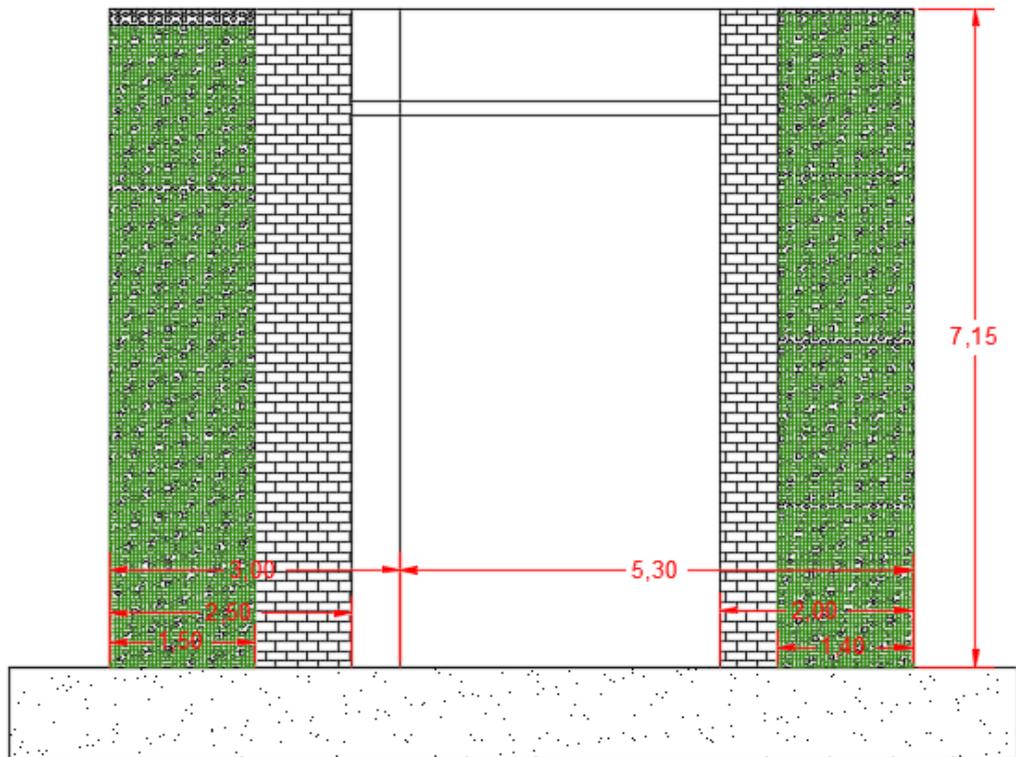


Figura 11: Fachada com brises e plantas (jardim vertical). Fonte: elaborado pelo pesquisador, através do software CAD.

Os blocos colocados de forma revezada na fachada, representada na figura 9, foram colocados como forma de acabamento estético, mas, principalmente em função da arquitetura bioclimática, estes possibilitam a entrada de luz e de ventilação. Foram agregados a estas, placas de ferro, no qual seriam colocadas plantas de espécie pequena, como a trepadeira por exemplo, além de ser algo esteticamente agradável agregaria na questão do resfriamento da casa, pois este faz com que haja entrada de luz, porém, em menor quantidade e traz mais privacidade aos moradores, representado na figura 10.

Para alcançar um projeto sustentável ao todo, foi pensado em um destino correto dos resíduos gerados na própria obra. Para isso, foi preconizado que os entulhos oriundos da construção podem ser usados como aterros, na fabricação de tijolos e o restante pode ser reciclado de várias outras formas e aplicado de maneiras diferentes, reduzindo os custos e a necessidade de descarte desses resíduos nos aterros sanitários.

A residência em si faz com que o usuário se adapte de forma que a sustentabilidade esteja em seu cotidiano.

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a substituição parcial das cinzas residuais de *Pinus caribaea caribaea* poderá assegurar um comportamento favorável otimizando as características mais relevantes da argamassa. Estudos apontaram o aumento significativo de sua resistência. E em razão referente as pesquisas, manifesta em diferentes combinações com cinzas de distintos extratos um desempenho proveitoso e benéfico na construção civil. Em relação aos projetos residenciais foram obtidos os resultados esperados a argamassa feita com substituição parcial do cimento Portland, trouxe a oportunidade de agregar mecanismos sustentáveis as residências, sem trazer um valor exorbitante para compra e adequação das mesmas.

Fazendo o uso da substituição parcial do cimento Portland, diminuiríamos a produção deste e dos impactos ambientais, porém, em relação as fabricas estas não seriam prejudicas, pois, o cimento Portland é de extrema importância na construção civil, de forma que não pode ser descartado. Portanto o uso das cinzas residuais das cascas de *Pinus Caribaea Caribaea* para substituição parcial do cimento Portland traria benefícios para ambos, indústrias e meio ambiente.

REFERENCIA

AGNOL D. L.; GATTERMANN S. S. L.; CASA S. G. M. **Sustentabilidade na arquitetura brasileira.** Escola de Arquitetura e Urbanismo, IMED. Passo Fundo, R.S. 2013.

BARDINI, V. S. S. (2008). **Estudo de viabilidade técnica de utilização de cinzas da queima de casca de Pinus em obras de pavimentação asfáltica.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2008.

CAPELLO, G. **Cimento ecológico: produto tem nível de CO₂ reduzido em sua formula, causando menos impactos no meio ambiente.** Arquitetura & Construção, São Paulo, fv. 2008. Disponível em: http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/casa/conteudo_270173.shtml. Acesso em: 07 nov. 2017

GLUITZ, Adriana C.; MARAFÃO, Daiana. **Utilização da cinza da madeira de eucalipto na substituição parcial do cimento Portland em argamassa.** 2013. 52 F. Trabalho de conclusão de curso em Bacharelado em Química Industrial – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

GONÇALVES S. C. J.; DUARTE S. H. D. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiencias de pesquisa.** Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência energética. Universidade de São Paulo. Porto Alegre, v.6, n. 4, p. 51 – 81 out. / dez. 2006.

MAURY B. M.; BLUMENSCHNIG N. R. **Produção de cimento: impactos á saúde e ao meio ambiente.** Sustentabilidade em Debate – Brasília, v.3, n. 1, p. 75 – 96, jan./jun. 2012.

Materiais sustentáveis – Conheça os materiais verdes para sua construção. <http://www.ecologiaurbana.com.br/residencia-sustentavel/materiais-sustentaveis-conheca-os-materiais-verdes-para-sua-construcao/>. Acesso em 10 set. 2017

RELEITURA DAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: A APLICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NESTE CENÁRIO

Daniel Henrique da Silva Torres

estudante de Arquitetura e Urbanismo, Centro
Universitário Tiradentes - UNIT
danielhtorres45@gmail.com

Eduarda Carolina Viegas Rodriguez

estudante de Arquitetura e Urbanismo, Centro
Universitário Tiradentes - UNIT
eduardarodriguez12@gmail.com

Maria Clara Catão Barbosa

estudante de Arquitetura e Urbanismo, Centro
Universitário Tiradentes - UNIT
mclaracatao@outlook.com

Ronald Eluann Fidelis Araújo

estudante de Arquitetura e Urbanismo, Centro
Universitário Tiradentes - UNIT
ronnald.araujo@hotmail.com

Sammea Ribeiro Granja Damasceno Costa

Professora Adjunto I, Centro Universitário
Tiradentes – UNIT AL
sammea.ribeiro@souunit.com.br

RESUMO: As políticas públicas da habitação social são de suma importância na perspectiva mundial, tendo em vista que a moradia é um direito universal. No Brasil, o termo HIS (Habitação de Interesse Social) é sinônimo de inferioridade, descaso e repetição, no qual são deixados de lado fatores cruciais, como: conforto, personalidade e qualidade de vida. A sustentabilidade na construção civil brasileira

praticamente não existe quando se tratam de HIS, em um âmbito geral, é o setor responsável pelo maior consumo de energia, impacto ambiental e utilização de recursos naturais, além de o maior gerador de resíduos. Sendo assim, com o objetivo de integrar procedimentos sustentáveis a técnicas construtivas e solucionar os problemas existentes neste tipo de construção, a partir do conceito aldeia, foi elaborado o Residencial Potiguar, para a cidade de Maceió-AL, com a utilização de estratégias, como as de conforto, simuladas no software *Flow Design*.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; Habitação de Interesse Social; Aldeia.

ABSTRACT: The public policies of social housing are of paramount importance from a global perspective, since housing is a universal right. In Brazil, the term HIS which stands for (Housing of Social Interest) is synonymous with inferiority, neglect and repetition, in which factors are left aside such as: comfort, personality and quality of life. Sustainability in Brazilian civil construction practically does not exist when it comes to HIS, in a general scope, it is the sector responsible for the highest consumption of energy, environmental impact and use of natural resources, as well as the largest waste generator. Therefore, with the objective of integrating sustainable procedures with the

construction techniques and solving the problems existing in this type of construction, from the village concept, was elaborated the Residential Potiguar, for the city of Maceió-AL, Brazil, using strategies, such as comfort, simulated in Flow Design Software.

KEYWORDS: Sustainability; Housing of Social Interest; village.

1 | INTRODUÇÃO

As políticas públicas de habitação social são de suma importância na perspectiva mundial, tendo em vista que a moradia é um direito universal de todo homem, expresso na Declaração Universal dos Direitos Humanos da ONU de 1948. Além do mais, este segmento da construção civil é indispensável por seguir o princípio de isonomia da Constituição Federal Brasileira, de 1988, inspirado em Aristóteles, filósofo grego que dizia que o Estado tem o dever de “desigualar os desiguais”, ou seja, dar oportunidade aos seus cidadãos que não tem condições de ter uma moradia digna, em detrimento ao poderio econômico. Entretanto, isso não acontece na realidade atual, pois a mesma é tratada como mercadoria e não como um direito, estando sujeita a especulação imobiliária.

As transformações políticas, sociais e econômicas, no Brasil, vêm afetando diretamente a forma em que a habitação de interesse social está sendo construída. O setor da construção civil adota um modelo de projeto de HIS, visando a maior quantidade de moradias num só terreno com o menor custo possível, em detrimento a qualidade de vida das pessoas que ali irão viver. Logo, se torna fácil encontrar projetos nos quais não houveram estudos de qualidade ambiental destas edificações, onde sua implantação atém-se apenas no maior aproveitamento espacial do terreno. O mesmo acontece com obras que são entregues faltando equipamentos básicos, com pouca segurança, sem coleta de lixo, vegetação, e com acabamentos e materiais de baixa qualidade.

Este trabalho tem o objetivo de explicitar uma Habitação de Interesse Social (HIS), tendo como foco o seu modo de funcionamento. Derivado da disciplina “Práticas de Arquitetura e Urbanismo II”, do 4º período de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes (UNIT-AL). Nele, esta problemática é abordada sob a ótica de três aspectos: um breve histórico da Habitação de Interesse Social no Brasil; a Sustentabilidade na Construção Civil e, por último, a concepção conceitual do projeto elaborado.

2 | O HISTÓRICO DA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL

Na história do Brasil, a habitação para a classe baixa começou com as senzalas que serviam de moradia para os escravos, havendo um grande vão que tinha a função de dormitório. Com o passar do tempo, surgiram os cortiços, localizados nas vilas operárias, que eram pequenos quartos, insalubres, destinados à classe mais pobre, os quais eram os novos assalariados. No entanto, a HIS se tornou de fato uma política a partir da Revolução de 1930, onde o estado passou a promover a construção de habitações com a criação das IAPS (Instituto de Aposentadorias e Pensões), que eram responsáveis pela sua construção, porém, os indivíduos de baixa renda ainda eram excluídos. (Wерна *et al.*, 2001)

A Linha esquemática da trajetória da HIS no Brasil (figura 1), explicita a criação, em 1946, da Fundação da Casa Popular, mas este programa se enfraqueceu no pós-Segunda Guerra Mundial. Já em 1964, com a ditadura militar no país, surge o BNH (Banco Nacional de Habitação), com a finalidade de financiar a produção de habitação para o público de baixa renda através do Sistema Financeiro de Habitação (SFH). Com isso houve a construção de conjuntos habitacionais, financiamento de materiais, urbanização e lotes, principalmente com o programa de erradicação das favelas, tendo por objetivo conter o crescimento desordenado das cidades, que criara naquela época um déficit habitacional gigantesco que assombra o contexto dos dias atuais, como pode ser visto, trata-se de uma linha temporal dos programas de provisão de HIS no Brasil.

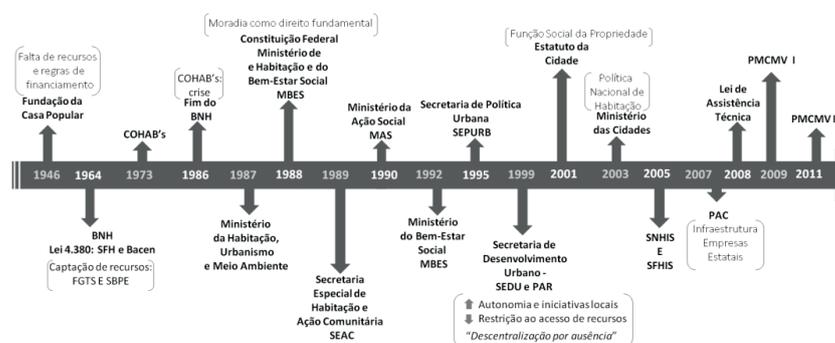


Figura 1: Linha do tempo esquemática da trajetória da habitação social no Brasil.

Fonte: ZAMBRANO, L. M. A. et al, 2015, adaptado por CAMACHO, 2016.

No ano de 1986, o Banco Nacional de Habitação é fechado e sua responsabilidade é concedida à Caixa Econômica Federal, estagnou-se o setor, que é retomado no governo de Fernando Henrique Cardoso (FHC) com o movimento pró-moradia em seu segundo mandato (1999 à 2002), por meio da criação do PAR (Programa de Arrendamento Residencial). No governo foram destinados mais recursos para maior capacidade à produção de HIS, sendo o Ministério das Cidades o órgão responsável por todo o gerenciamento. (Wерна *et al.*, 2001).

No ano de 2009, foi criado o programa Minha Casa Minha Vida como uma

forma declarada de enfrentamento da chamada crise dos *subprimes* americanos que recentemente tinha provocado a quebra de bancos e impactado a economia financeirizada mundial, tudo isso por conta da crise imobiliária que começara em 2008 (AMORE *et al.*, 2015).

O contexto da crise econômica, junto com o enfraquecimento do Ministério das Cidades no seu papel de formulador e condutor da política urbana, levou o governo acolher a proposta do setor da construção civil, apostando no potencial econômico da produção de habitação em massa. Prometia-se construir 1 milhão de casas, num primeiro momento sem prazo definido, investindo 34 bilhões de reais oriundos do orçamento da União e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), além de recursos para financiamento da infraestrutura e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), para financiamento da cadeia produtiva. (AMORE *et al.*, 2015).

Os conjuntos do PMCMV são distribuídos em 4 faixas e utilizam como critério para a seleção de futuros seus moradores, juntamente com os seus benefícios de financiamento, a renda bruta da família. Estas faixas estão divididas da seguinte maneira: faixa 1 - famílias com renda bruta de até R\$ 1.800,00, faixa 1,5 - famílias com renda de até R\$ 2.600,00, faixa 2 - famílias com renda de até R\$ 4.000,00 e faixa 3 - famílias com renda de até R\$ 9.000,00. (AGÊNCIA CAIXA DE NOTÍCIAS, 2017).

Segundo dados da Fundação João Pinheiro (2016):

Em 2013, o déficit habitacional estimado correspondia a 5,846 milhões de domicílios, dos quais 5,010 milhões, ou 85,7%, estão localizados nas áreas urbanas. Já em 2014, observa-se aumento do número de domicílios de déficit habitacional, gerando um total de 6,068 milhões de unidades.

Em virtude dos fatos apresentados, entende-se que as medidas para diminuir o déficit de um total de mais de 6 milhões de moradias foram ineficazes. Partindo do pressuposto de que a produção industrial de habitações, de forma padronizada, não é compatível com o modo de vida de cada família, tornando-a uma mercadoria reproduzida ao longo das cidades sem qualquer preocupação com a funcionalidade, forma e conforto.

3 | SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A sustentabilidade está diretamente ligada à educação para o aprendizado de gerações futuras, ao consumo consciente, seja qual for, e aos limites do ambiente e interdependência do homem sobre ele. Nos dias atuais, este termo é visto em quase todos os ramos de desenvolvimento de uma sociedade, inclusive dentro da construção civil, o que está se tornando cada dia mais frequente, e é considerada por muitos um selo de excelência. Segundo Motta e Aguilar (2009), “as estratégias de busca

do desenvolvimento sustentável devem atuar em três dimensões da sustentabilidade: ambiental, sociocultural e econômica”. Este modelo de desenvolvimento começou a ser pensado quando se notou uma divergência entre a finalidade dos recursos naturais e o crescimento exponencial da população mundial, sendo assim um problema de escala global e, hoje, uma mudança necessária para a sobrevivência e perfeito funcionamento de todo o ecossistema.

Uma comunidade sustentável vai além de energia renovável e reutilização de água da chuva, ela engloba fatores como os mostrados na figura 2, fatores estes responsáveis pela vivência e pelo pleno funcionamento desta comunidade, devendo ser próspera, justa, ativa, inclusiva, segura, administrada, conectiva e servida, bem projetada e construída.

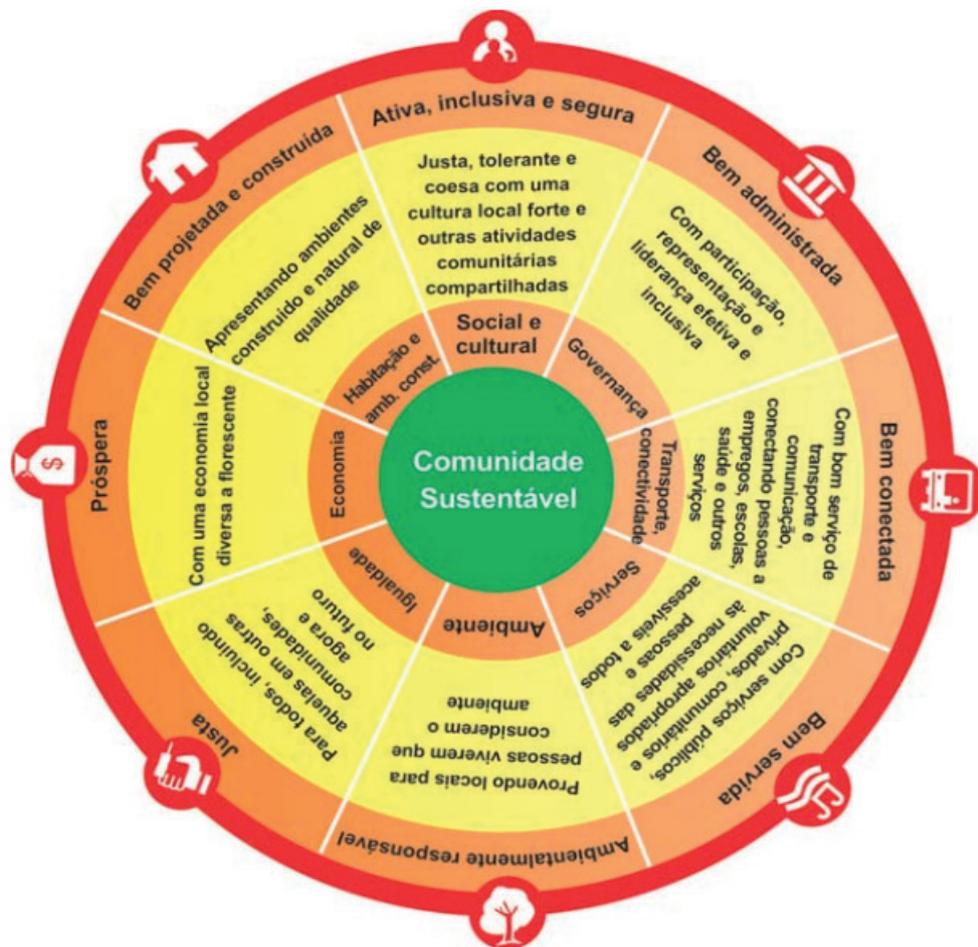


Figura 2: Disco Egan para comunidades sustentáveis.

Fonte: EGAN, 2004, modificado por CAIXA, 2010.

De acordo com (CAIXA, 2010) o desenvolvimento sustentável pressupõe as seguintes ações: a desmaterialização da economia e da construção, construir mais usando menos materiais, e a substituição das matérias primas pelos resíduos.

A construção civil, em um âmbito geral, é o setor que causa maior impacto no meio ambiente, ela é responsável pelo maior consumo de energia, maior utilização de recursos naturais, e também é onde mais se gera lixo, com infinitos anos para decomposição e pouquíssima relação com dois pontos cruciais para um comportamento

sustentável, o descarte adequado e a reutilização. O setor é ainda responsável pelo consumo de cerca de 40% a 50% da energia mundial total produzida, que vai desde a etapa de produção e extração da matéria-prima até a de ocupação do edifício. (CSILLAG, 2007).

Com a necessidade da implementação de medidas que visem a sustentabilidade e todos os seus parâmetros, no Residencial Potiguar em Maceió/Al no bairro da Serraria, foram implantadas soluções projetuais, que visam: o conforto térmico, gestão da água, eficiência energética, coleta seletiva, equipamentos de lazer, além do dimensionamento das edificações com total acessibilidade.

4 | PROPOSTA DE HIS PARA MACEIÓ/AL

O conceito de “aldeia” foi o conceito norteador da proposta arquitetônica. As aldeias são um estágio antes da formação da cidade e se caracterizavam por se auto sustentarem, por meio da agricultura de subsistência, também por ter um número limitado de habitantes tendo em vista o seu gerenciamento, além da grande sensação de pertencimento ao lugar que cada habitante apresentava. No Brasil, o termo aldeia é associado às povoações indígenas, no qual não apresentam classes sociais, onde cada indivíduo tem o seu papel a fim de manter a aldeia em harmonia. Há uma divisão de trabalho onde os homens caçam, e as mulheres cuidam da agricultura e das crianças, portanto, ao se analisar a aldeia, são observados fatores que proporcionam uma boa qualidade de vida, não se restringindo apenas na construção, mas como no espírito de comunidade que eles possuem. (TODA MATÉRIA, 2017)

No partido arquitetônico foi aproveitada a ideia de comunidade, a interação com a natureza, o sistema de ventilação da oca, a forma radial das aldeias onde no centro são realizados os rituais e a convivência social, a divisão de tarefas, a forte identidade cultural e os materiais presentes em abundância na região. Assim, se verificam através da disposição dos espaços que facilitam a interação dos moradores, estando uma casa de frente para a outra. A forma radial foi trazida com o objetivo de criar uma área de convivência central, além disso, realizou-se um corte na parte mais alta da parede servindo tanto de saída como de entrada da ventilação natural, em alusão a grande abertura presente na parte superior da oca.

Na forte identidade cultural foi explorado o aproveitamento do tijolo ecológico, material de baixo custo e sustentável, já que é produzido a partir do bagaço da cana-de-açúcar, abundante na região. Da mesma forma, o método de bordar alagoano denominado “filé”, que fora o único método de expressão das mulheres até o século XX, se encontra representado no projeto através dos cobogós, elementos vazados que fazem alusão aos recortes dos bordados. Por último, a taipa, também popularmente conhecida como “pau a pique”, em detalhes internos, valorizando um ponto que é sinônimo de inferioridade atualmente no cenário da construção civil, por ser utilizado

a tempos por pessoas de baixa renda, principalmente em zonas rurais. Traduzindo elementos da aldeia para o residencial, que, além de fazer casas únicas, proporciona aos usuários a construção de um elo entre si e com lar, trazendo assim a sensação de pertencimento ao espaço ocupado.

A proposta de HIS para Maceió - Alagoas é resultado de um trabalho para a disciplina de “Práticas de Arquitetura e Urbanismo II”, do curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Tiradentes (UNIT/AL), onde durante toda a disciplina foi estudada a problemática da Habitação de Interesse Social, tanto em escala mundial como regional no Brasil. Assim, foi elaborado este projeto arquitetônico, tendo por requisitos obrigatórios: duas casas com um único pavimento, tamanho máximo de 62m² e que respeitassem as diretrizes do “Código de Urbanismo e Edificações da cidade de Maceió”, seguindo as recomendações para o bairro proposto (Figura 3).



Figura 3: Maquete eletrônica do residencial Potiguar.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para se obter um melhor desempenho térmico no projeto, foram utilizadas estratégias como o sistema de vedação que, através das esquadrias de modelo veneziana e “sheds” presentes nas partes altas das paredes voltadas para os ventos NE e SE (dominantes na região), visíveis na figura 4, além de promover constante entrada e saída de ar, remetem aos filetes encontrados nas ocas para esta mesma função. Além disso, a utilização do jardim vertical cria uma manta natural protetora dos raios solares que incidem diretamente nas paredes voltadas para a orientação oeste. O pé direito mais alto, juntamente com as aberturas citadas anteriormente e as paredes de cobogós, se auxiliam para que haja uma intensa renovação do ar.



CORTE A A'

CORTE B B'

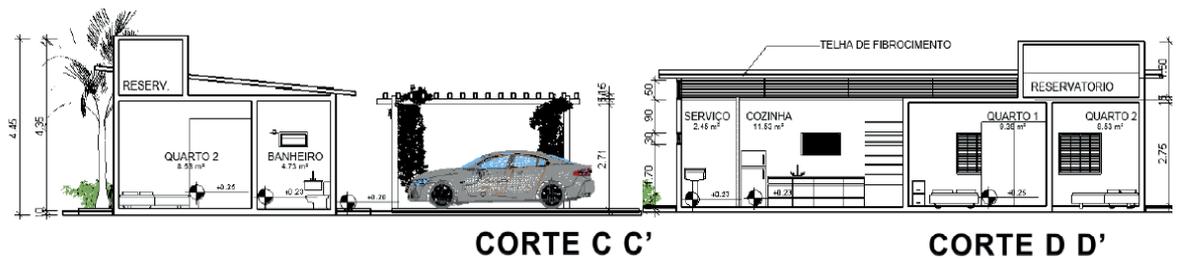


Figura 4: Cortes das residências do Residencial Potiguar.

Fonte: desenvolvido pelos autores.

A tinta mineral natural a base de terra crua, utilizada nas paredes, não agride ao meio ambiente e nem a saúde das pessoas, sua durabilidade é de 6 a 10 anos, necessitando assim de retoques depois de muito tempo. O complemento de cores claras que auxiliam na reflectância dos raios solares, que está diretamente relacionada ao controle de temperaturas internas agradáveis da edificação.

As figuras 5 e 6 mostram a trajetória dos ventos dominantes na cidade de Maceió na implantação do residencial. O vento sudeste presente na maior parte do ano, sendo uma brisa, e o vento nordeste que desempenha o seu papel no verão. A imagem do software *Flow Design* expõe o excelente aproveitamento da ventilação natural em todos os ambientes das habitações, tudo isso partindo do pressuposto da posição da edificação em relação ao sol e aos ventos, destacando a edificação em nível projetual.

Conforme exposto na figura 6, a medida de projeto adotada para a ventilação se mostra eficiente, onde todos os ambientes das residências recebem o resfriamento natural, tanto por meio de suas aberturas, como do “shed”, que foi direcionado para os ventos nordeste e sudeste, e também a presença do cobogó fez acontecer a ventilação cruzada. Nenhuma das duas edificações fazem barreira para a passagem dos ventos, no qual suas aberturas favorecem sua permeabilidade em todos os ambientes.

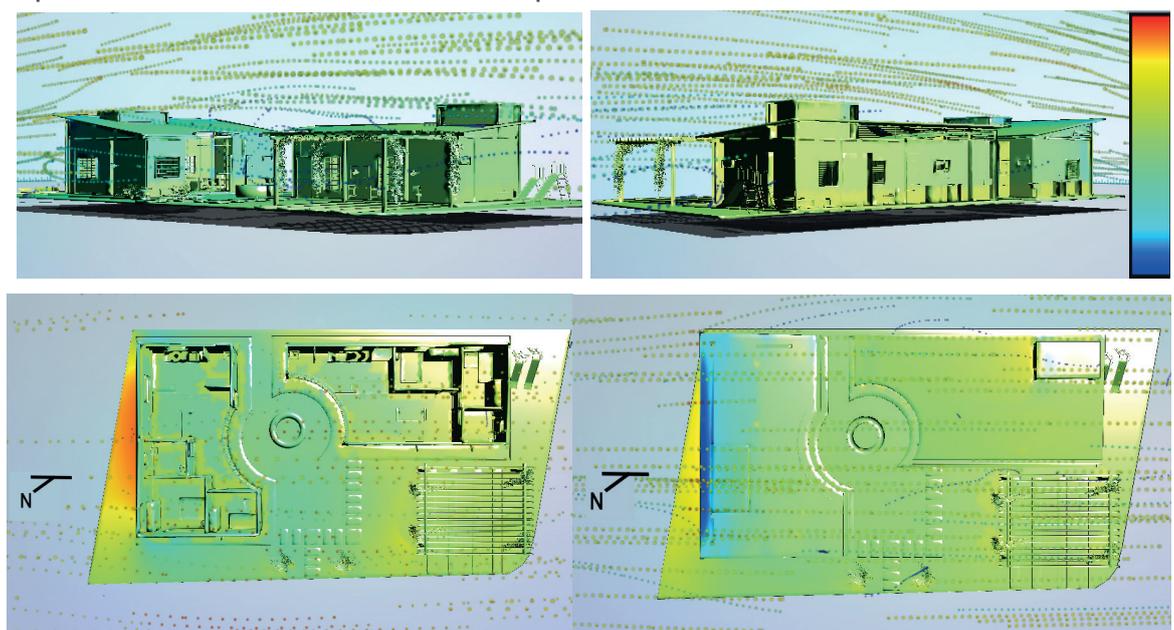


Figura 5: simulação da ventilação natural na orientação NE, utilizando o *software flow design*.

Fonte: desenvolvido pelos autores

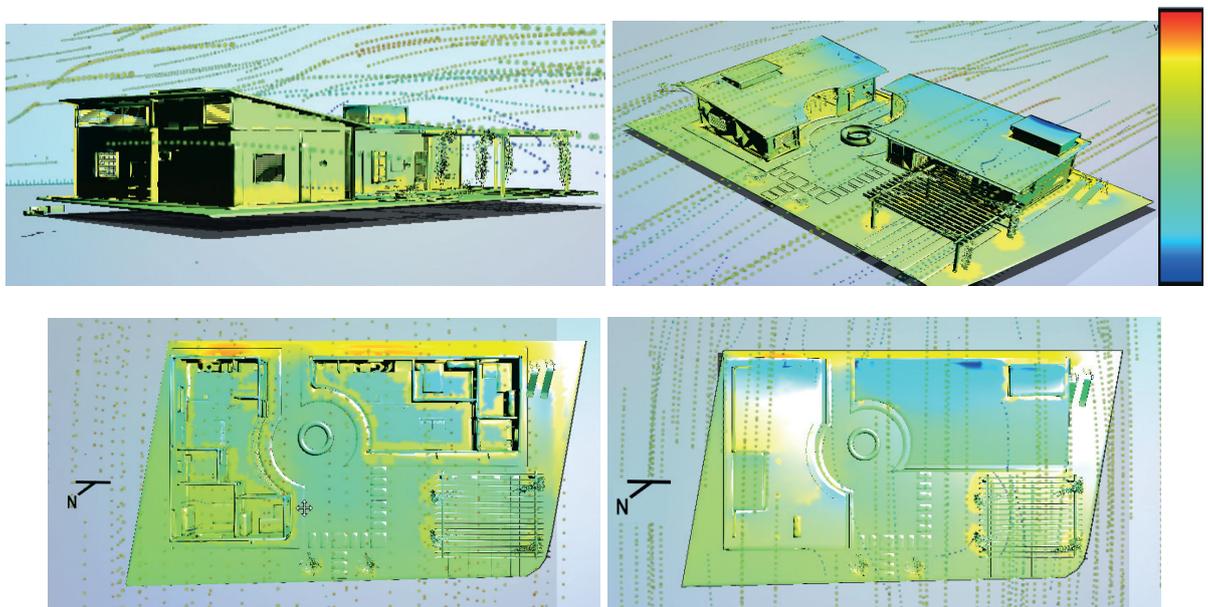


Figura 6: simulação do vento SE, utilizando o *software Flow Design*.

Fonte: desenvolvido pelos autores.

Como estratégia para a eficiência energética foi utilizada a geração de energia por fonte renovável, a partir da captação de energia solar por meio de placas fotovoltaicas, onde as mesmas foram postas nos telhados das residências. Assim, foi possível tirar proveito de sua inclinação para o posicionamento dos painéis solares em relação ao deslocamento solar.

Sempre pensando em minimizar os impactos causados ao meio ambiente, aplicou-se o método seletivo de coleta de lixo, onde o condomínio dispõe de lixeiras seletivas para os diferentes tipos de resíduos. A coleta seletiva também é pensada no âmbito social, pois facilita a separação do lixo para o trabalho desempenhado pelos catadores e conseqüentemente seu reaproveitamento na produção industrial.

Com o objetivo de aproximar ainda mais os usuários foram criados locais de convívio comum espalhados pelo residencial, incluindo um redário, o ambiente de conexão entre as residências, com uma árvore central, ambos confortáveis e para as crianças foi pensado em um playground com espaço suficiente para uma diversão segura. Para a gestão da água foi utilizado o sistema de reaproveitamento de água da chuva, captando esta água a partir das calhas e levando ao filtro e reservatório para serem utilizadas em atividades como irrigação da horta e jardim, descargas dos banheiros, lavagens, etc.

O residencial inteiro foi pensado e projetado para que seja acessível. Quartos, banheiros, salas e cozinhas totalmente adaptados, com espaços para circulação que possibilitam manobras de 180° e 360°, além da disposição do *layout* dos cômodos e das aberturas serem pensadas não apenas na acessibilidade, mas na questão da ventilação natural e da radiação solar, apresentados na figura 7, sendo o conforto um dos princípios dessa nova proposta arquitetônica.



Figura 7: Modelo de implantação, planta baixa e perspectiva do Residencial Potiguar.

Fonte: desenvolvido pelos autores.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida mostrou que existem ferramentas suficientes para o projeto de HIS no Brasil, especificamente em Maceió/AL, que não impedem a qualidade ambiental, funcional e estética da proposta, elevando o nível das habitações destinadas a esta parcela da população. Além do mais, mostra que é possível explorar as recomendações bioclimáticas de cada região, somando a isso uma arquitetura vernacular que reflete a cultura existente e o baixo custo, resultando disso um local que pode ser chamado de lar, sendo flexível às particularidades de cada morador.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CAIXA DE NOTÍCIAS. **Minha Casa Minha Vida 2017: Entenda o que muda no programa**, 2017. Disponível em: <<http://www20.caixa.gov.br/Paginas/Noticias/Noticia/Default.aspx?newsID=4550>>. Acessado em 10 de Mar de 2018.

AGUILAR, Maria Teresa P; MOTTA, Silvio R. F; *SUSTENTABILIDADE E PROCESSOS DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES. A Gestão & Tecnologia de Projetos*. Universidade de São Paulo, Vol.4, nº1, maio de 2009.

AMORE, Caio Santo; SHIMBO, Lúcia Zanin; RUFINO, Maria Beatriz Cruz. **Minha casa... e a cidade? Avaliação do programa minha casa minha vida em seis estados brasileiros**. 1. ed. - Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Selo Casa Azul**. Boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

CAMACHO, Nádya de Oliveira. **A utilização da Lei 11.888/2008 - Lei de Assistência Técnica Pública e Gratuita - no Programa Minha Casa Minha Vida: limites e possibilidades na pós-ocupação das unidades habitacionais.** Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

CSILLAG, Diana. **Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos.** Dissertação (mestrado) Escola politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia e Construção Civil, São Paulo, 2007.

Fundação João Pinheiro. **Centro de Estatística e Informações Déficit habitacional no Brasil 2013-2014** / Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informações – Belo Horizonte, 2016.

ONU. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**, 1948. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/img/2014/09/DUDH.pdf>>. Acessado em 04 de Mar de 2018.

The Egan Review: **skills for sustainable communities**. London: Office of the Deputy Prime Minister (ODPM), April, 2004.

TODA MATÉRIA. **Cultura Indígena**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/cultura-indigena/>>. Acessado em 10 de Out de 2017.

Wерна, Edmundo; Abiko, Alex Kenya; Coelho, Leandro de Oliveira; Simas, Rubenio; Keivani, Ramin; Hamburger, Diana Sarita; Almeida, Marco A. P. de. **Pluralismo na habitação** (baseado nos resultados do Projeto “O novo papel do Estado na oferta de habitação: parceria entre agentes públicos e não-públicos”: convênio 63.96.0737.00 – Finep) / Edmundo Werna et al. – São Paulo : Annablume, 2001.

ZAMBRANO, L. M. A. et al. **Relatório Final do GT Planejamento Urbano e Políticas Intersectoriais, 2015**. Programa de Extensão Universitária PROEXT 2014 - MEC/SEsu: Escritório-Escola itinerante do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFJF: avaliação e assessoria técnica em empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida em Juiz de Fora - MG (2014-2015).

RELEVÂNCIA DO TEMA SUSTENTABILIDADE ENTRE OS TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO DE BACHARELADO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - UFSC

Gabrielli Ciasca Veloso

Universidade Federal de Santa Catarina,
Araranguá – Santa Catarina

Jandir Bassani

Universidade Federal de Santa Catarina,
Araranguá – Santa Catarina

Andréa Cristina Trierweiler

Universidade Federal de Santa Catarina,
Araranguá – Santa Catarina

Paulo César Leite Esteves

Universidade Federal de Santa Catarina,
Araranguá – Santa Catarina

Solange Maria da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina,
Araranguá – Santa Catarina

RESUMO: Este trabalho propõe a exploração, análise e representação dos Trabalhos de Conclusão de Curso para a obtenção do grau de Bacharel no curso de Tecnologias da Informação e Comunicação, da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Araranguá, submetidos ao repositório da universidade. E tem como objetivo minerar estes TCCs, entre 2012 a 2015, através de técnicas de extração de conhecimento, usando ferramentas de representação do conhecimento, tornando os dados legíveis e passíveis de inferências, através da extração de diferentes termos nos TCCs, como: professor (a) ou orientador (a), palavras-

chave, resumo, ano. Com a submissão às técnicas de extração e representação de dados foi possível analisar e classificar os trabalhos em 05 dimensões de sustentabilidade cultural, espacial/geográfica, ecológica, econômica, social e temporal. A busca identificou 83 TCCs, 28 apresentaram palavras-chave com referência à sustentabilidade. Como resultado, pode-se observar os diferentes pontos relevantes dos TCCs, bem como o caráter interdisciplinar intrínseco ao curso.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; Extração de conhecimento; Representação de conhecimento.

ABSTRACT: The present study proposes the exploration, analysis and representation of the term paper, in Portuguese language the TCCs, presented as a requirement to obtain a bachelor's degree in the Information and Communication Technologies, Federal University of Santa Catarina, Campus Araranguá. TCCs submitted to the University's repository in the period 2012 and 2015. Through the extraction of different items available in the TCCs as: teacher, keywords, abstract and year, and submission to the techniques of extraction and representation of data, it was possible to analyze and classify the works into 5 dimensions of cultural, spatial / geographical, ecological, economic, social and temporal sustainability. The search identified 83

TCCs, of which 28 presented key words with relevance to sustainability. At the end of this research one can observe the different relevant points of the production of the TCCs, as well as the interdisciplinary character intrinsic to the course.

KEYWORDS: Sustainability; Extraction of knowledge; Knowledge representation.

1 | INTRODUÇÃO

Uma vez que não seria possível dissociar o ser humano do meio ambiente em que vive, o tema sustentabilidade está em voga, seja como forma de alavancar o status de uma empresa, ou mesmo, pelo necessário debate que de fato, busca tratar do tema para além de premissas rasas e que acabam por perpetuar a cultura de exploração do meio ambiente.

Segundo Marx (1968, p. 516): “O ser humano vive da natureza significa que a natureza é seu corpo, com o qual ele precisa estar em processo contínuo para não morrer. Que a vida física e espiritual do ser humano está associada à natureza não tem outro sentido do que afirmar que a natureza está associada a si mesma, pois o ser humano é parte da natureza”.

De acordo com Andrioli (2015), a interação entre o ser humano e a natureza é definida pelas relações de produção vigentes na sociedade. Dessa forma, a fim de compreender a complexidade da destruição ambiental é necessário perceber condições históricas e sociais. No modo de produção capitalista tudo tende a ser transformado em mercadoria, sendo assim, o principal aspecto pretendido é a capacidade de pagamento que produtos, serviços e meios de produção podem gerar e proporcionar.

Dessa forma, em uma tentativa de dar continuidade a este sistema de desenvolvimento econômico, surge a expressão sustentabilidade, que se associa ao novo paradigma “tecnocientífico” do desenvolvimento, e expressa a ideia daquilo que tem continuidade ao longo do tempo (FAYYAD e PIATETSKY-SHAPIRO, 1996). Seguindo os pressupostos da sustentabilidade, as instituições devem estar alinhadas com meio ambiente, pois ele é o ponto de partida para a sua composição, e é no contexto externo a ela que ocorrem as mudanças ambientais que ditam a interrupção ou continuidade da vida das organizações, desde que seja adaptável e flexível (TACHIZAWA, 2006).

Para tanto, a seguir, será apresentada uma breve revisão de literatura sobre a temática da sustentabilidade.

2 | BREVE REVISÃO DA LITERATURA

As noções de qualidade de vida e de sustentabilidade envolvem singularidade. Assim, em plano específico, pode-se referir dimensões de sustentabilidade, dentre

as quais se destacam a cultural, a espacial-geográfica, a ecológica, a econômica, a social e a temporal (FAYYAD e PIATETSKY-SHAPIRO, 1996). A tabela 1 apresenta as dimensões adaptadas.

Dimensões	Componentes	Objetivo
Sustentabilidade Social	Geração de empregos, que proporcionam melhora da condição de vida do indivíduo, qualificação profissional. Produção de bens dirigida às necessidades básicas sociais.	Redução das desigualdades sociais.
Sustentabilidade Econômica	Investimentos permanentes, públicos e privados. Manejo eficiente dos recursos Absorção, pela empresa, dos custos ambientais.	Aumento da produção e da riqueza social sem dependência externa.
Sustentabilidade Ecológica	Produzir respeitando o ciclo ecológico e dos ecossistemas. Prudência no uso dos recursos naturais não renováveis. Prioridade a produção de biomassa e a industrialização de insumos naturais renováveis. Redução da intensidade energética e aumento da conservação de energia. Tecnologia e processos produtivos de baixo índice de resíduos. Cuidados ambientais.	Melhoria da qualidade do meio ambiente e preservação das fontes de recursos energéticos e naturais para as próximas gerações.
Sustentabilidade Espacial/ Geográfica	Desconcentração espacial (de atividade; de população). Desconcentração/democratização do poder local e regional. Relação cidade/campo equilibrada.	Evitar excesso de aglomeração.
Sustentabilidade Cultural	Solução adaptadas a cada ecossistema. Respeito à formação cultural comunitária.	Evitar conflitos culturais com potencial agressivo.
Sustentabilidade Temporal	A complexidade do sistema pode ser mais bem apreendida a partir da representação gráfica de medidas vetoriais. O negócio pode ser mantido ao longo do tempo, sem restrições ou escassez de consumo e matéria-prima.	Oferecer uma visão mais clara e objetiva do todo.

Tabela 1: referente às 6 dimensões da sustentabilidade

Fonte: adaptado de Fialho; Montibeller; Macedo (2007).

De acordo com Boff (2012), “(...) devemos começar a elaborar um modo sustentável de vida em todos os âmbitos, seja na natureza, seja na cultura. Não se trata de salvar nossa sociedade de bem-estar e de abundância, mas simplesmente

de salvar nossa civilização e a vida humana junto com as demais formas de vida.” Ou seja, trata-se de uma reflexão mais ampla, não apenas em função de uma visão restrita e antropocêntrica dos problemas ambientais, mas em função de um benefício maior, a sobrevivência de todas as espécies e a sustentabilidade do planeta.

Assim, sendo a universidade um agente formador, cujas ações refletem sobre toda sociedade, direta ou indiretamente, como preceptora de profissionais que terão papel fundamental em diferentes espaços de atuação, o tema sustentabilidade deve ser assunto de discussão, entendimento e execuções neste ambiente acadêmico.

Partindo deste pressuposto, este trabalho propõe uma análise nos TCCs - Trabalho de Conclusão de Curso, publicados no repositório institucional da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina pelo curso de bacharelado em Tecnologias da Informação e Comunicação, no período de 2012 a 2015, a fim de apontar quais pesquisas tiveram relevância sobre temas com ênfase em sustentabilidade. Para tanto, esta pesquisa se destinará a busca e mineração de dados nas publicações de TCCs, que tratem do tema sustentabilidade ou termos que remetem à área.

O curso de TIC, da UFSC, foi constituído a partir do programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais de 2009, do Governo Federal, o REUNI, onde então, se origina o *campus* Araranguá. Este *campus* representa uma unidade da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), situada no extremo sul catarinense, que tem como missão “Gerar, socializar e aplicar conhecimentos oferecendo ensino, pesquisa e extensão, inovando na formação de cidadãos e contribuindo para o desenvolvimento sustentável regional” (CONSELHO DE CAMPUS, 2010).

Segundo Breitman (2006), a maior parte das informações está disponível de maneira fracamente estruturada. Do ponto de vista de gerência do conhecimento, as maiores limitações desses sistemas são: busca da informação, extração de dados, manutenção e mineração de dados. E o objetivo da *web* semântica é permitir sistemas de gerência de conhecimento muito mais avançados. Nesta pesquisa foram encontradas 83 publicações, entre o período de análise, que, com base em técnicas de extração de conhecimento, usando ferramentas de representação do conhecimento, foram aplicadas, a fim de torná-las dados legíveis e passíveis de inferências.

3 | MÉTODO DE REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO

Com o advento da internet, cada vez mais se produz e se armazena exponencial quantidade de dados, em diferentes tipos e formatos. No entanto, a busca por informações disponíveis neste “mar de dados” acaba por ficar oculta sem um método que os extraia e os represente, a fim de possibilitar a construção de informações e conhecimento derivados destes dados iniciais. É sob este cenário que surge este ambiente tão vasto quanto desestruturado, necessitado de métodos e ferramentas de

representação de dados.

De acordo com Fayyad e Piatetsky-Shapiro (1996), o método mais comum para transformação dos dados puros em informação, que expressam uma ideia, acontece através de processamento manual do conjunto total dessas informações por especialistas que, desta forma, são capacitados para produzir relatórios que deverão ser submetidos à análise. No entanto, esse processo puramente manual, pode se tornar inviável, uma vez que se conta com quantidade demasiada de dados.

O primeiro passo para se trabalhar dados de forma a extrair informação relevante, é conhecer o seu tipo, a fim de definir qual o método ou os métodos que melhor se encaixam neste processo. Uma categorização tradicional é classificar os dados quanto ao tipo de representação que oferecem, ou seja, aqueles que representam valores numéricos, são ditos quantitativos e os que representam valores nominais e ordinais são os qualitativos. Sendo assim, é possível definir uma forma de visualizar esses dados (CAMILO e SILVA, 2009).

A extração dos dados, de modo geral é um processo dispendioso e cansativo, pois requer interação humana, mas é uma das principais etapas do processo como um todo, pois é neste momento que se definem os itens que serão considerados para se chegar ao objetivo estabelecido. Existem diferentes formas de se extrair dados, como bases anotadas, vocabulários controlados, recursos semânticos, tais como: thesaurus, dicionários léxicos como WordNet, ontologias, métodos estatísticos e aprendizado de máquina. Neste trabalho, definiu-se a ontologia como método, por se tratar de uma técnica capaz de estruturar informações esparsas. Pois, conforme Matias-Pereira (2014), “as ontologias servem como ferramenta para organização, reuso e disseminação de conhecimento já especificado, facilitando a construção de novos agentes”.

Uma vez que a presente pesquisa tem como base uma análise exploratória dos dados, o método de visualização da informação foi adotado a fim de explorar, na habilidade nata dos seres humanos, de busca por padrões e tendências ao analisar um conjunto de dados, que segundo Few (2009):

Visualização da Informação é ideal para análise exploratória de dados. Nossos olhos são naturalmente atraídos por tendências, padrões e exceções que seria difícil ou impossível de achar utilizando abordagens tradicionais, tais como tabelas ou textos. Durante a exploração dos dados, até mesmo os melhores estatísticos muitas vezes colocam os seus cálculos de lado por um momento e deixam os seus olhos conduzirem a busca.

4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A busca pelos termos que se referem à sustentabilidade ocorreu de forma manual, através da tabulação dos dados extraídos dos TCCs, para composição desta

estrutura. Os dados coletados são os seguintes: ano das publicações, palavras-chave e resumo.

Esta etapa da pesquisa se configura como uma pesquisa documental, pois segundo Matias-Pereira (2014), a fase documental caracteriza-se por ser elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico. Através da extração e combinação dessas, poderão ser estimados quais e quantos são os trabalhos que possuem termos voltados à sustentabilidade, qual dimensão da sustentabilidade a pesquisa está direcionada, quais foram os anos em que ocorreram e a tendência de aumento de pesquisa sobre o tema e ainda, dentre o período estipulado para este trabalho, qual foi o ano mais relevante desta temática.

Esta segunda etapa do trabalho está classificada como uma pesquisa quantitativa, ou seja, desenvolve-se sobre o enfoque de que tudo pode ser mensurado numericamente, pode ser traduzido em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las (MATIAS-PEREIRA, 2014).

Após a compilação dos dados da segunda etapa, como resultado, obtém-se uma nuvem de termos a partir dos resumos de TCCs, cujas palavras-chave tenham relevância com o tema sugerido. O objetivo da nuvem é mensurar qual a relevância dos termos e palavras buscadas dentro de textos e documentos.

Como método de representação do conhecimento, por se tratar de um conjunto relativamente grande de dados, a modelagem em grafos foi a técnica escolhida, por ser um modelo que permite ampla visualização dos dados, que estão sendo manipulados.

Outro método aplicado nesta pesquisa foi de recuperação de informação através da visualização da frequência das palavras, esta técnica foi utilizada através da nuvem de palavras, elaborada pelos autores deste artigo.

Enfim, o processo seguinte, prima por estabelecer as correlações entre os dados coletados. Este processo tem como objetivo estabelecer a relação entre dois ou mais elementos, a esta relação dá-se o nome de grau de relacionamento. Através dos grafos, tabelas e nuvens de palavras é possível estabelecer diversas correlações entre diferentes elementos extraídos dos TCC, que serão detalhados no decorrer da leitura.

Recorreu-se também, à nuvem de termos, que permite extrair do texto sua essência, através da identificação das palavras mais utilizadas, considerando o conteúdo observado, além de ser uma forma criativa e didática para apresentação de informações. Para composição da nuvem de termos extraídos dos resumos referentes aos TCCs, que apresentam palavras-chave que remetem à sustentabilidade, foi utilizada a ferramenta online “Tagul”, por ser de fácil utilização, e permitir personalizar a configuração sobre a extração das palavras.

5 | RESULTADOS

Assiste-se à era da informação e do conhecimento, em que os dados estão a um

click de quem os deseja; porém, qual é a qualidade desses dados, onde eles estão disponíveis? Ferramentas como “Google”, “Bing” são facilitadores na busca, ou ainda, bases de dados voltadas exclusivamente para disponibilização de conteúdo científico, como a “Scielo”. A busca nessas bases, traz uma gama de documentos que nem sempre estão afinados com a linha de pesquisa desejada, mesmo em casos que os construtos foram bem definidos, necessitando de uma “peneira” para filtrar o conteúdo desejado, por meio da leitura individual de cada documento retornado, o que pode demandar muito tempo. Assim, ferramentas mais sofisticadas com uso de semântica, podem auxiliar em busca mais refinada de documentos.

Neste artigo foram aplicadas algumas ferramentas de apoio ao reconhecimento e busca de informações desejadas. Porém, no decorrer desta pesquisa, alguns problemas de busca tiveram que ser resolvidos manualmente, ou seja, através de leitura, pois a base de dados consultada não possuía nenhuma ferramenta de busca que otimizasse os resultados. No total, foram avaliados os 83 TCCs publicados no repositório institucional da UFSC, os quais se referiam ao curso de TIC, entre os anos de 2012 e 2015, com a finalidade de identificar qual a relevância do tema sustentabilidade entre essas publicações. Dentre os TCCs apresentados, 28 possuíam palavras-chave com referência à alguma das dimensões de sustentabilidade utilizadas para esta pesquisa, como se observa na figura 1.

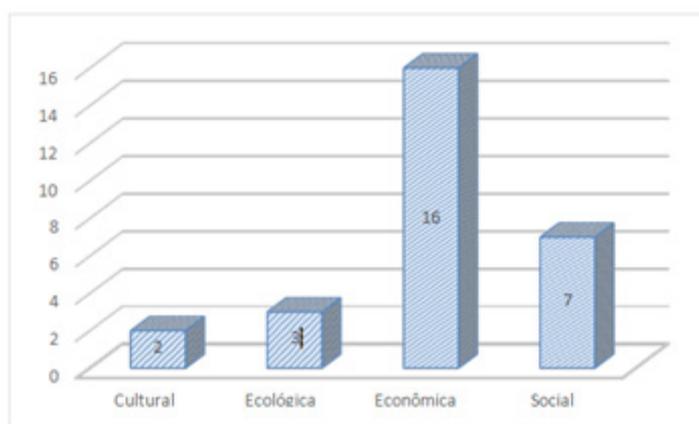


Figura 1: Representação em Número Bruto das Dimensões de Sustentabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

A figura 1 representa quantas vezes (em números brutos), os TCCs usaram palavras-chave que remetiam a uma das dimensões. As dimensões de sustentabilidade espacial/geográfica e temporal não tiveram palavras-chave que remetesse aos seus objetivos.

A figura 2 representa a divisão das 28 publicações, de forma percentual, a fim de fornecer outra forma de visualização, que evidencia e destaca a dimensão da sustentabilidade econômica, como sendo a mais referenciada, bem como os seus objetivos.

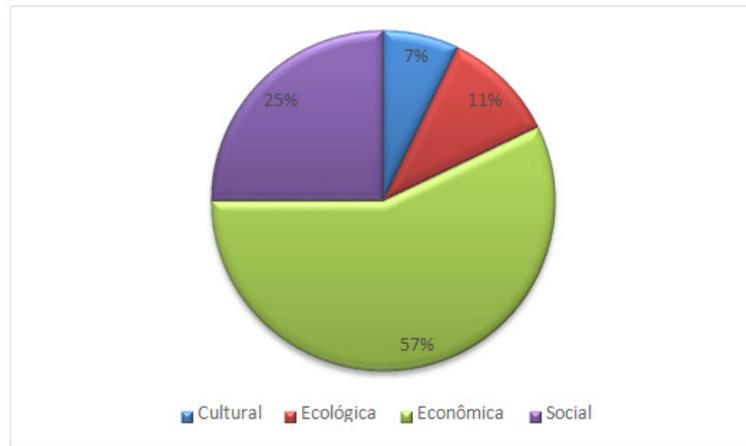


Figura 2: Representação Porcentual da Classificação por Dimensões de Sustentabilidade.

Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando a figura 3, que representa o número de referência anual de cada dimensão, é possível afirmar que o tema sustentabilidade está em voga. Ou seja, o número de pesquisas sobre o tema ou com referência ao mesmo vem aumentando. Esta afirmação parte da linha de tendência apresentada no gráfico 3, que representa a evolução das publicações entre os anos de 2013 e 2015.

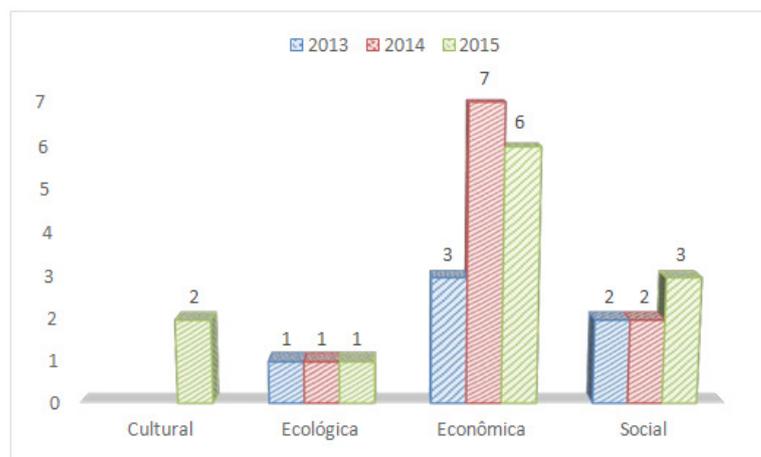


Figura 3: Representação por ano de publicação.

Fonte: Dados da pesquisa.

A figura 4 representa uma nuvem de termos extraída a partir dos resumos dos TCCs, dos quais apresentam palavras-chave com referência ao tema sustentabilidade. A nuvem possibilita identificar os termos ou palavras mais utilizadas no desenvolvimento dos textos, sendo assim, é possível identificar tendências e ideias.

sustentabilidade e assuntos correlatos abordados nos Trabalhos de Conclusão de Curso, do bacharelado em TIC, da UFSC, por meio de métodos e ferramentas de extração e representação do conhecimento, demonstrando ser possível a observação, interpretação e reconhecimento dos diferentes conceitos e percepções que o curso tem, como potencial de desenvolver novos trabalhos no campo da sustentabilidade. Afinal, este curso de graduação é interdisciplinar bem como seu mestrado – com mesmo nome – e ainda, considerando o recém curso de mestrado em Energia e Sustentabilidade, no mesmo Campus, que também aborda pesquisas sobre a temática da sustentabilidade. Ou seja, investigações inter e multidisciplinares podem ser conduzidas com a integração da graduação e pós-graduação, diante da relevância da temática em um contexto social e econômico com baixos índices de desenvolvimento humano e de grande degradação ambiental, a exemplo do passivo deixado pela mineração de carvão na região do extremo sul catarinense.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLI, Antônio Inácio. **A atualidade de Marx para o debate ambiental**. 2015. Disponível em: <http://www.unicamp.br/cemarx/anais_v_coloquio_arquivos/arquivos/comunicacoes/gt2/sessao3/Antonio_Andrioli.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2017.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: O que é, o que Não é**. Petrópolis: Vozes, 2012. 200 p.

BREITMAN, Karin. **Web semântica: a internet do futuro**. Rio de Janeiro: Ltc, 2006. 11 p.

MARX, Karl. *Ökonomisch-philosophische Manuskripten*. MEW 40. Berlin: Dietz Verlag, 1968.

MATIAS-PEREIRA, Jose. *Manual da Pesquisa Científica*. São Paulo: Atlas, 2014. 87-89 p.

CAMILO, Cássio Oliveira; SILVA, João Carlos da. **Mineração de Dados: Conceitos, Tarefas, Métodos e Ferramentas**. Goiânia: Instituto de Informática de Goiás, 2009.

CONSELHO DE CAMPUS (Santa Catarina). Ufsc Araranguá. **Missão da UFSC**. 2010. Disponível em: <<http://ararangua.ufsc.br/missao-da-ufsc/>>. Acesso em: 05 nov. 2016.

FAYYAD, Usama; PIATETSKY-SHAPIRO, Gregory; SMYTH, Padhraic. **From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases**. American Association for Artificial Intelligence, 1996.

FIALHO, Francisco Antônio Pereira; MONTIBELLER, Gilberto; MACEDO, Marcelo. **Empreendedorismo da na Era do Conhecimento: Desenvolver uma cultura nos princípios da Gestão e da Sustentabilidade**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2007. 149 p.

FREITAS, Frederico Luiz Gonçalves de. **Ontologias e a Web Semântica**. 2006. 52 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Informática, Universidade Católica de Santos - Unisantos, Santos, 2006. Cap. 1.

FEW, Stephen. **Now you see it: simple visualization techniques for quantitative analysis**, Analytics Press, 2009.

RESILIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Cláudio Cesar Zimmermann

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina

Gabriel Dibe Andrade

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina

Leticia Dalpaz

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina

Leticia Silveira Moy

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina

Lucas Paloschi

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina

Pietro da Rocha Macalossi

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina

Wellington Longuini Repette

Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Engenharia Civil
Florianópolis – Santa Catarina

RESUMO: As mudanças climáticas impõem solicitações novas e mais críticas ao ramo da construção civil. Os métodos construtivos e o dimensionamento dos elementos das obras de engenharia passam por questionamentos para que apresentem desempenho satisfatório sob eventos catastróficos sem que haja o comprometimento do uso. Este artigo discute, sucintamente, sobre alguns aspectos de resiliência da construção civil e apresenta parte dos primeiros resultados da avaliação de eventos climáticos no Estado de Santa Catarina levantados pelo Grupo de Estudos de Resiliência na Construção (GRECO) do Departamento de Engenharia Civil da UFSC.

PALAVRAS-CHAVE: Resiliência da construção civil; Catástrofes; Mudanças climáticas; Engenharia

ABSTRACT: Climate change imposes new and severe demands on civil construction sector. Constructive methods and design criteria must be improved in order for the buildings to withstand catastrophic events without disruption of their use. This article briefly discusses some aspects of civil construction resilience and presents the first results of an evaluation of climatic events in the State of Santa Catarina performed by the Construction Resilience Study Group of the Civil Engineering Department of the UFSC.

KEYWORDS: Resilience in construction;

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, as cidades têm passado por mudanças drásticas. Em um ritmo acelerado, a população tem migrado para áreas urbanas em busca de melhores condições de vida, provocando o aumento das ocupações irregulares e da densidade demográfica. Simultaneamente, o cenário climático tem sofrido transformações perceptíveis, acarretando em solicitações de origem natural cada vez mais intensas e frequentes (UNISDR, 2012).

A maior constância e elevação da intensidade desses fenômenos, sem adequação nas normas regulamentadoras e a falta de preparo em relação a novas solicitações, fomentam danos maiores e mais frequentes para a população. Segundo relatório divulgado em 2015 pelo CRED – Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – foi registrado, anualmente, uma média de 335 desastres entre os anos de 2004 e 2015. Esse valor corresponde a um aumento de 14% em relação ao período de 1995 e 2004 e quase o dobro da média dos anos de 1985 à 1994.

Como a recorrência e o tipo dos fenômenos variam para cada região, é imprescindível a adaptação da construção civil na esfera local. Para isso, é necessária uma projeção climática para os anos vindouros, com o intuito de prever possíveis eventos e adequar as soluções construtivas para essas transformações. Aliado a isso, o despreparo e descoordenação da administração pública quanto à gestão de recursos e pessoas dentro das áreas urbanas precarizam a capacidade de rápida resposta frente a situações adversas. Formas de reverter este cenário podem ser encontradas nas ISO 37120 e 37101, as quais deliberam indicadores para uma gestão mais eficiente tanto do ponto de resiliência e meio ambiente, como outros.

Segundo o documento *Construindo Cidades Resilientes: Minha cidade está se preparando*, desenvolvido sob a coordenação do secretariado da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD), a parte da população mais atingida por fenômenos naturais é a de baixa renda, visto que as regiões com concentração de pobreza, na sua maioria, desenvolvem-se de maneira desorganizada. Segundo os dados apresentados, em países em desenvolvimento, como o Brasil, uma em cada quatro famílias vive em situação de pobreza e 25% a 50% da população mora em locais irregulares ou em favelas.

A aplicação da resiliência na construção civil pode, portanto, seguir vários enfoques, caracterizando-se desde retrofits à otimização de construções e gestão de cidades. Dessa forma, o presente artigo tem por objetivo apresentar e discutir o conceito de resiliência na construção civil, expondo de maneira sucinta algumas formas de abordagem do tema, bem como mostrar parte dos resultados obtidos, até então, pelo Grupo de Estudos de Resiliência na Construção (GRECO). Com isso,

almeja-se difundir este conceito cada vez mais significativo para a manutenção da segurança das construções.

2 | RESILIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Estudos recentes almejam flexibilizar e otimizar as construções, tornando-as capazes de adaptarem-se às mudanças e continuarem cumprindo a função para as quais foram designadas. A resiliência assume algumas faces não bem definidas, visto que esta pode atuar em diversos planos. Na construção civil, a resiliência engloba desde cidades e comunidades como um todo, até aplicações mais específicas, como determinação de materiais, estruturas e métodos construtivos.

Segundo Boshier (2008), as construções resilientes são definidas como aquelas que foram projetadas, localizadas, construídas, operadas e mantidas de maneira a maximizar o uso de materiais e processos sustentáveis, enquanto potencializam a habilidade de resistir a extremos riscos, de origem tanto natural, como humana.

De acordo com o *Resilient Design Institute*, o design resiliente é todo “projeto de edifícios, paisagens, comunidades e regiões” desenvolvido em resposta às possíveis vulnerabilidades, concentrando-se em soluções práticas. Apresenta, também, diversas escalas de aplicação, podendo englobar comunidades ou edificações, bem como soluções de curto ou longo prazo. Dentre os objetivos de aplicação prática do conceito de projeto resiliente, o *Resilient Design Institute* busca manter condições habitáveis em edificações submetidas à perda prolongada de energia e realizar a renovação de construções pré-existentes, a fim de adequá-las para resistir a possíveis esforços oriundos de eventos atípicos. Concomitante a isso, considera-se a criação de edificações com características arquitetônicas agradáveis aos usuários. Além disso, busca-se pela implantação de sistemas com energias renováveis e a gestão adequada de resíduos humanos.

A resiliência possui ainda uma vertente que faz referência ao emprego de materiais apropriados para usos específicos. Isso acontece quando determinadas edificações têm finalidades distintas e alguns componentes são extremamente solicitados no que diz respeito ao uso interno. Objetos como portas, pisos e janelas encaixam-se nesses materiais que usualmente precisam ser projetados para maiores solicitações (FEHRENBACHER, 2013).

Uma construção resiliente é vista também como uma obra com a capacidade de assumir mais de uma finalidade. Deste modo, uma biblioteca, por exemplo, poderia vir a ser utilizada como uma escola ou como um alojamento provisório, continuando a atender todas as solicitações estruturais e habitacionais.

Segundo UNISDR (2012), para aplicação do conceito de cidades resilientes deve haver um planejamento urbano e de ocupação que favoreça a permanência na cidade e o bem-estar social. Além disso, é fundamental desenvolver uma série de medidas que

popularizem os conhecimentos das práticas e rotinas de emergência de acordo com os riscos e vulnerabilidades existentes em cada local. Os serviços e a infraestrutura precisam ser organizados de forma a seguir padrões que minimizem a ocorrência de desastres. O desenvolvimento planejado evita o surgimento de ocupações irregulares e facilita a implantação de estratégias de reconstrução, reduzindo o tempo de resposta da cidade frente a eventos atípicos.

Sendo assim, a resiliência na construção atinge as extensões econômicas, sociais e ambientais, na medida em que gera menos gastos pós-catástrofes para as seguradoras e governos. Isso ocorre pela permanência qualificada dos usuários na edificação ou espaço, visto que essa não será totalmente comprometida pelo evento, reduzindo o número de vítimas fatais e perdas materiais (FEHRENBACHER, 2013).

Como exemplo de ações desse perfil temos a cidade de Hoboken, localizada no estado de Nova Jérsei. Ela encontra-se em uma região de baixa elevação em relação ao nível do mar. Sua proximidade com a costa e a impermeabilidade do solo, de cerca de 94%, agravam sua suscetibilidade à inundações. Devido a isso, as construções locais são regidas por códigos e regulamentações específicas para o desenvolvimento de construções resilientes. O *Resilient Design Institute* elaborou um guia sintetizando-as com o intuito de facilitar a elaboração de projetos de edificações.

Conforme as recomendações presentes no *Resilient Building Design Guidelines*, quando uma edificação estiver em uma área de risco de inundação o projeto deve considerar elementos como: o uso de materiais resistentes à inundação até a altura de inundação de projeto; medidas de prevenção de refluxo em linhas de esgoto novas e de substituição; posicionamento das conexões acima da altura de inundação de projeto; as paredes do cômodo devem ser reforçadas para suportar a pressão hidrostática da água oriunda da diferença do nível interno para o externo; os cômodos inundáveis devem ser equipados com aberturas de inundação para evitar o colapso da estrutura devido à diferença de pressão hidrostática.

3 | RESILIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE

Principalmente após a Revolução Industrial, a busca pelo desenvolvimento econômico dificultou a análise crítica dos impactos ambientais gerados pelo consumo desenfreado e pelo crescimento populacional, sendo a poluição e a exploração excessiva dos recursos naturais vista como um “mal necessário”.

Sobretudo, depois de 1960, o termo “meio ambiente” começou a ser considerado. A análise dos projetos e programas da época deixou de ser meramente econômica e passou a considerar as consequências ambientais que poderiam ser desencadeadas por eles (MMA, 2009).

Através do Relatório Bruntland, conhecido também como “Nosso Futuro Comum”,

o termo “desenvolvimento sustentável” foi definido como: “Aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”. Com isso, foi possível estabelecer uma nova relação entre o homem e o meio ambiente, ficando estabelecido que, para a existência de uma sociedade saudável, é necessária a preservação dos recursos naturais (CORRÊA, 2009).

A indústria da construção civil contribui consideravelmente no que diz respeito ao uso de matérias-primas e geração de poluição. Isso se dá, principalmente, devido à sua demanda, estimada em mais de 7 bilhões de pessoas pela Organização das Nações Unidas. As questões ambientais têm sido objeto de preocupação crescente, uma vez que deseja-se atingir o antigo desejo filosófico de uma sociedade mais humana (MOTTA, 2009). Áreas de impacto teoricamente não financeiras, como meio ambiente, responsabilidade social e governança corporativa, têm papel de destaque no mundo dos negócios (GARDIN et al. 2010).

Além de considerar a redução de riscos e desastres, diminuindo problemas econômicos, a deterioração dos ecossistemas e um maior consumo de materiais, a aplicação do conceito de resiliência nas cidades prevê uma gestão integrada, de forma a melhorar não só a economia, mas também o bem-estar social. Para isso, medidas associadas à proteção, recuperação e ampliação dos ecossistemas, bacias hidrográficas, encostas instáveis e áreas costeiras tornam-se necessárias, bem como a redução da contaminação através da gestão de resíduos e a redução da emissão de gases poluentes (UNISDR, 2012).

De modo geral, a resiliência na construção é vista como uma parte estratégica auxiliando a alcançar o desenvolvimento sustentável, de modo a estruturar cidades que obedeçam a padrões de segurança e códigos de construção, respeitando o meio ambiente onde estão inseridas, a fim de preservar vidas e propriedades e reduzir o desvio de recursos para ações de resposta e reconstrução pós-desastres (UNISDR, 2012).

4 | A MUDANÇA DE ENFOQUE DO TEMA RESILIÊNCIA

A princípio, a busca por resiliência era objetivada de maneira ampla por governos, visando apresentar planos para casos de riscos de desastres e prevenir um comprometimento da infraestrutura como um todo. Este tema é abordado no artigo *Como Construir Cidades Mais Resilientes – Um Guia para Gestores Públicos Locais (2012)*, onde são apresentados alguns exemplos de planos e políticas públicas adotadas por governos ao redor do mundo para tornar as cidades mais resilientes. Hoje, através do desenvolvimento do tema por diversos autores e institutos, uma mudança de visão objetiva ampliar para a indústria da construção esse conceito, de maneira que os profissionais envolvidos busquem por métodos de aplicação também

em obras de “menor porte”.

Seguindo essa tendência de mudança no foco de aplicação do conceito de resiliência, a identificação dos atores principais no desenvolvimento de construções resilientes ganha relevância. O artigo *Built-in resilience to disasters: a pre-emptive approach* (2007), que possuía como objetivo a identificação desses agentes, demonstrou, através de pesquisa feita com os próprios profissionais da área, a importância de arquitetos, engenheiros civis, clientes, desenvolvedores e gestores de risco trabalharem conjuntamente em determinadas fases de produção, tais como no desenvolvimento dos projetos e na execução das obras.

Numa análise mais geral, percebe-se no cenário mundial nos últimos anos um aumento do conhecimento técnico-científico sobre o assunto, notando-se uma produção de material acadêmico mais consolidado pelo Reino Unido, representado pelo professor Dr. Lee Scott Boshier, da Loughborough University, através de bibliografias que tratam especificamente do tema correspondente a construções, como o livro intitulado *Hazards and the Built Environment: Attaining Built-in Resilience* (2008). Há também crescimento no número de institutos voltados a esta área de conhecimento, como o *Resilient Design Institute*. No cenário brasileiro, percebe-se que já existe bom nível de conhecimento prático voltado para uma visão mais ampla, promovido por órgãos como a Defesa Civil. No entanto, no âmbito científico, é notório que a área ainda é pouco abordada nas instituições de ensino e pesquisa.

5 | GRUPO DE ESTUDOS DE RESILIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO

No segundo semestre de 2016 foi fundado o Grupo de Estudos de Resiliência na Construção (GRECO), motivado pelo interesse de discentes e docentes do curso de Engenharia Civil da UFSC em desenvolver estudos relacionados à aplicação do conceito de resiliência na construção civil.

A atuação do grupo organiza-se em três etapas distintas. Na primeira, a qual o presente artigo se encontra, é realizada a coleta e análise de dados meteorológicos para identificar quais e como são os eventos climáticos extremos que atingem a área de estudo. A segunda etapa consistirá numa análise reversa com o cruzamento entre informações de danos causados a construções e a ocorrência de eventos climáticos. É nesse ponto que se definirá os parâmetros quantitativos das solicitações encontradas na primeira etapa e que serão identificados os problemas pontuais causados às construções. A terceira parte das atividades será propor soluções técnicas específicas para sanar ou amenizar as inconsistências encontradas anteriormente.

Como primeiro resultado da atuação do grupo, foi desenvolvida uma análise de dados climáticos no estado de Santa Catarina, de forma a compreender e quantificar as mudanças que ocorreram e estão ocorrendo. Este levantamento, de forma mais

abrangente, já foi realizado pelo Centro de Estudos e Pesquisa em Engenharia e Defesa Civil UFSC (CEPED) por meio do Relatório dos Danos Materiais e Prejuízos Decorrentes de Desastres Naturais em Santa Catarina. Ele apresenta os dados relacionados aos danos e prejuízos decorrentes de desastres, a partir dos registros efetuados entre 1995 e 2014. No entanto, os estudos do GRECO são mais específicos, com enfoque nos danos causados somente às construções e vêm a complementar o trabalho do CEPED.

Dentro do contexto de significativas alterações climáticas surge a necessidade da disseminação de estudos não apenas qualitativos, mas também quantitativos do comportamento atual e futuro do clima. Esses estudos têm por objetivo determinar se eventos climáticos extremos estão ocorrendo com maior frequência e intensidade em comparação às décadas passadas. Em vista disso, o GRECO direcionou o levantamento de dados meteorológicos a fim de analisar o comportamento das chuvas e ventos com o passar do tempo e as relações que estabelecem entre si.

5.1. Resultados Preliminares

A escolha do estado de Santa Catarina baseou-se na localização da sede do grupo (Universidade Federal de Santa Catarina, campus Florianópolis) para facilitar a obtenção de dados e o contato com autoridades locais. Além disso, este estado, nas últimas décadas, vem sofrendo com uma quantidade elevada de catástrofes ligadas a fenômenos naturais extremos (CEPED, 2013). Essas ocorrências estão relacionadas a diferentes fatores, como a localização geográfica, o relevo e o modo de ocupação do solo.

No que tange à ocupação, fica evidenciado que o modo de assentamento dos colonos europeus definiu um perfil de risco em várias cidades do estado. A escolha por regiões de encostas, vales e bordas d'água seguida do processo de urbanização pouco planejado produziram um cenário favorável à intensificação das catástrofes causadas por fenômenos naturais. (ZABOT, 2013)

Desta forma o grupo fez a análise histórica de dados meteorológicos coletados por estações convencionais e automáticas disponíveis no estado. Uma estação convencional é caracterizada por ter método de medição analógico, ou seja, é necessário um técnico para a computação das informações. As características levantadas consistem em dados horários, diários e mensais de precipitação, nebulosidade, velocidade do vento, temperatura e umidade. O fato da operação ser manual restringe a densidade dos dados, que podem ser diários ou coletados algumas vezes. No entanto, são essas as estações em atividade há mais tempo no país e, por isso, possuem extensas séries históricas, de aproximadamente 50 anos nas cidades de Santa Catarina em que estão instaladas (INMET).

Em uma estação automática, as medições são feitas por sensores que ficam

ligados 24 horas por dia e são registradas em planilhas eletrônicas, sem necessidade de interferência humana direta. Dispõe-se, além dos dados de precipitação, os de pressão atmosférica, velocidade, direção e rajada máxima do vento, radiação global, temperatura e umidade a cada hora (INMET).

Dessa maneira, foram coletados dados de estações meteorológicas de seis cidades, selecionadas de forma a abranger os diferentes microclimas do estado, representar as regiões de maior densidade populacional e cobrir as áreas com mais registros de catástrofes. Para o nível de detalhe necessário nesta etapa da pesquisa, todas as cidades deveriam possuir uma estação convencional, ou estar próxima a uma, pois estas possuem uma série histórica de dados maior que as automáticas. Devido ao número limitado daquelas, algumas regiões do estado não foram cobertas pelas análises climáticas.

Através do site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) foi possível ter acesso às informações de ventos e chuvas das estações convencionais de Florianópolis, Chapecó, Indaial e Lages e das estações automáticas de Florianópolis, Indaial, Lages, Xanxerê e Itapoá. Os dados são do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). A localização das estações pode ser vista na Figura 1.

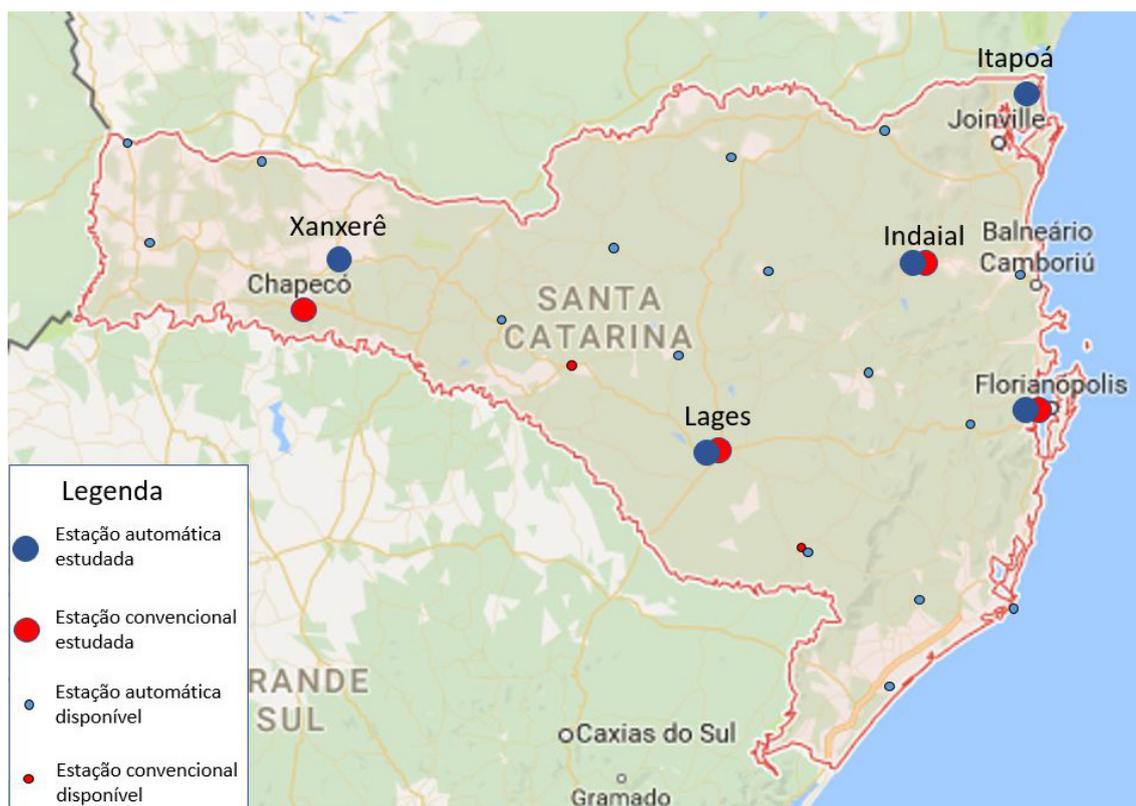


Figura 1: Estações meteorológicas disponíveis e escolhidas para o estudo em Santa Catarina.

Desse modo, foi confeccionado o gráfico de precipitação diária para cada cidade. Nele foram plotadas todas as medições de cada dia observado nos últimos cinquenta anos e escolheu-se Florianópolis para demonstrar o estudo realizado.

Foram destacadas em preto (barras mais escuras) as precipitações de intensidade

maior ou igual a 100mm. A divisão foi assim escolhida devido aos valores acima deste estarem associados eventos danosos à cidade, como enchentes, inundações e deslizamentos. Esta suposição baseia-se em pesquisa a notícias de catástrofes de origem natural divulgadas pela mídia nos dias em que ocorreram as chuvas analisadas. Para os períodos em que não há informações, os intervalos foram indicados como “SEM DADOS”.

Ao observar a Figura 2, destaca-se que os picos pluviométricos ficaram mais densos e houve um aumento na intensidade das precipitações no decorrer do tempo. Vê-se também que a maior precipitação já registrada durante este período ocorreu na última década: 253 mm em 19 de maio de 2010. Isso suporta a hipótese de que os eventos climáticos extremos devido às chuvas se intensificaram.

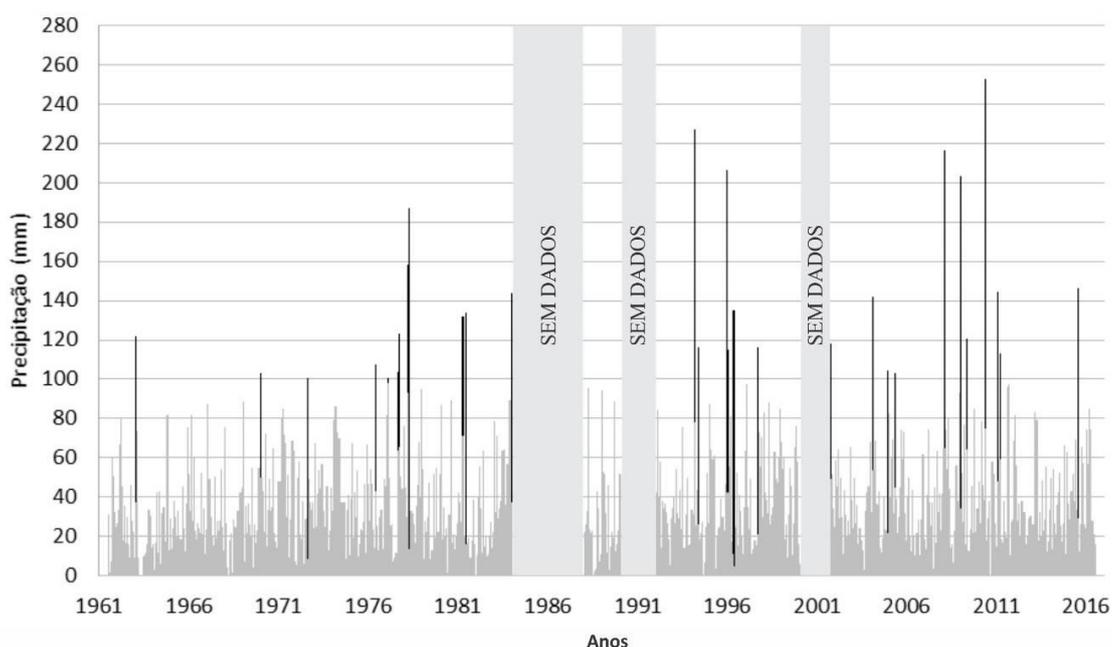


Figura 2 - Precipitação Diária Florianópolis 02/07/1961 a 10/07/2016

De maneira semelhante comportam-se os gráficos referentes às cidades de Chapecó, Indaial e Lages. Assim pode-se entender que as mesmas mudanças descritas para a Capital refletem o panorama geral do estado.

Portanto, até o momento, a análise indica que chuvas mais intensas devem ocorrer em maior frequência demandando, entre outras coisas, maior preparo em gestão e infraestrutura para lidar com os danos decorrentes de catástrofes. É neste ponto que o estudo e a prática da resiliência na construção tornam-se essenciais, de forma a propiciar estruturas e comunidades mais seguras, eficientes e sustentáveis.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A resiliência na construção civil caracteriza-se pela capacidade que as edificações têm de continuar cumprindo seus parâmetros mínimos de desempenho após passar

por uma situação crítica ou fora do comum, que não está prevista nas condições de exposição usuais.

Dessa forma, a resiliência pode ser facilmente atrelada ao conceito de sustentabilidade através de diversas características. Por exemplo, prever o uso reduzido de materiais para eventuais reparos causados por catástrofes, interferindo diretamente na exploração de recursos naturais. Além disso, o conceito de resiliência aplica-se à organização de cidades, de modo que estas sejam planejadas e possuam gestões que foquem no bem-estar social, num baixo impacto ao meio ambiente e, também, na redução de risco de morte e perda de bens materiais.

Para os próximos anos, espera-se o desenvolvimento dessa área do conhecimento em decorrência da alteração de diversos fatores ligados às mudanças climáticas. Em especial no Brasil, onde tal conhecimento ainda está concentrado em instituições como a Defesa Civil. É nesta conjuntura, com o intuito de promover o desenvolvimento do tema no país, que o GRECO iniciou seus estudos no ano de 2016, focando, à princípio, na produção de uma base de dados climáticos consistente, com o objetivo de caracterizar a região do estado de Santa Catarina e comprovar a necessidade da elaboração de soluções construtivas visando a resiliência. O grupo ainda almeja, para o ano de 2017, após a conclusão da fase preliminar de caracterização climática, desenvolver técnicas e produtos voltados para as construções de maneira a torná-las resilientes ao cenário climático previsto para os anos vindouros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 37101:2017 - Desenvolvimento sustentável de comunidades — Sistema de gestão para desenvolvimento sustentável — Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 37120:2014 - Desenvolvimento sustentável de comunidades — Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida**. Rio de Janeiro, 2017.

BOSHER, L. **Hazards and the built environment: attaining built-in resilience**. 1. ed. Abingdon: Routledge - Taylor and Francis Group, 2008.

CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS. **The Human Cost of Weather-Related Disasters**. Brussels: Université Catholique de Louvain, 2015. 30 p.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. 2 ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES. **Como construir cidades mais resilientes. Um guia para gestores públicos locais**. Genebra, 2012.

ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES. **Construindo cidades resilientes: minha cidade está se preparando.**

FEHRENBACHER, J. **Resiliente Building Design. Is the resilience the new sustainability?**. Disponível em: <<http://inhabitat.com/resilient-design-is-resilience-the-new-sustainability/>> Acesso em: 20 jun. 2016.

GARDIN, J.; FIGUEIRÓ, P.; NASCIMENTO, L. Logística reversa de pneus inservíveis: discussões sobre três alternativas de reciclagem para este passivo ambiental. **Revista Gestão e Planejamento**, Salvador, v. 11, n. 2, p.232-249, jul./dez. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados Meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 19 out. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Sobre Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 19 out. 2016.

MOTTA, S. **Sustentabilidade na construção civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.

PROGRAMA NACIONAL DE CAPACITAÇÃO DE GESTORES AMBIENTAIS: LICENCIAMENTO AMBIENTAL (Ministério do Meio Ambiente). **Caderno de Licenciamento Ambiental**. Brasília, DF, 2009. 90 p. ISBN 978-85-7738-121-0.

Resilient Building Design Guidelines. Hoboken, 2015.

RESILIENT DESIGN INSTITUTE. **Resilient Design**. Disponível em:<<http://www.resilientdesign.org/>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

ZABOT, A. M.; OLIVEIRA, F. H. Reflexões sobre o processo de ocupação do território catarinense, a agricultura familiar e o código ambiental. **GEOUSP – espaço e tempo**, São Paulo, n. 33, p. 16-32, 2013.

REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS PARA DESENVOLVIMENTO DE TRABALHOS NAS DISCIPLINAS DE PLÁSTICA

Suemmey Rocha Albuquerque Ramos

IFPB, Design Gráfico, Cabedelo - PB

RESUMO: O design é uma área em expansão, e que se utiliza tanto de materiais físicos quanto virtuais. Os físicos podem vir a se tornar acumulados, e até mesmo descartados, aumentando sua inutilização, principalmente quando utilizados em trabalhos disciplinares. Diante desse contexto, o presente artigo vem relatar o reaproveitamento de materiais para o desenvolvimento de algumas atividades das disciplinas de Plástica no Curso Superior de Tecnologia em Design Gráfico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), no semestre 2016.1. O estudo tem como base revisão bibliográfica a cerca de uma consciência de sustentabilidade para o profissional de design, o diagnóstico do problema com imagens dos materiais inutilizados e o resultado das atividades feitas com esses materiais. A pesquisa conclui que a reutilização de materiais diminui o impacto dos mesmos entre si e no meio ambiente, além de promoverem a conscientização ambiental entre os estudantes.

PALAVRAS-CHAVE: Design gráfico; Plástica; Reutilização; Sustentabilidade

ABSTRACT: Design is an expanding area, and it uses physical and virtual materials. These materials can become accumulated and even discarded, increasing their disuse, especially when used in classes work. In this context, the present article reports on the reuse of materials for the development of some activities of the classes of Plastic Arts in the Superior Course of Graphic Design in the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba (IFPB), in the semester of 2016.1. The study is based on a bibliographical review about a sustainability awareness for the design professional, the diagnosis of the problem with images of the unused materials and the result of the activities done with these materials. The research concludes that the reuse of materials reduces their impact on the environment, as well as promoting environmental awareness among students.

KEYWORDS: Graphic Design; Plastic; Reuse; Sustainability

1 | INTRODUÇÃO

A sustentabilidade está cada vez mais presente nas diferentes áreas de conhecimento. O pensar ecologicamente é pensar holisticamente, e se faz necessário trabalhar

assuntos desta temática no contexto escolar, tendo em vista o meio ambiente ser um tema transversal proposto no Parâmetro Curricular do Brasil (ALCÓCER, 2015). Sendo assim, são desenvolvidas tecnologias sustentáveis para reduzir impactos ambientais, e a conscientização ambiental tem sido mais trabalhada, despertada, e cada vez ganha mais espaço.

No âmbito do ensino superior, os docentes, discentes e corpo administrativo precisam ter ações que reflitam na melhoria do meio ambiente e na sustentabilidade, e não apenas no seu currículo. A ênfase da importância de suas ações para as futuras gerações está no fato de que o ensino superior possui uma relação de ensino/aprendizagem de sala de aula que avança para projetos extraclasse, envolvendo a comunidade de entorno, visando desta maneira soluções efetivas para a população local (PONTES, 2015).

Diante disso, o presente estudo tem como problematização o que fazer com a quantidade significativa de materiais que sobram das atividades das disciplinas de Plástica 1 e 2 do curso de Design Gráfico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB). Como objetivo geral este trabalho se propõe a exemplificar trabalhos feitos com materiais como por exemplo papel Kraft e papel Paraná, que são descartados pelos alunos, pois acreditam não ter mais utilidade, mas que são guardados no armário do laboratório para uma posterior utilização em alguma atividade das disciplinas. E também como inserir outros materiais obsoletos do nosso dia a dia em técnicas para o desenvolvimento de atividades, como por exemplo restos de radiografias utilizadas para fazer moldes para stencil. Com isso, fica claro a importância de um pensamento mais sustentável para os discentes, a partir de pequenas atitudes de reaproveitamento eles terem essa consciência de que eles podem contribuir para um design mais sustentável na sociedade, dando utilidade a materiais que seriam descartados.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um designer gráfico utiliza tanto o meio digital quanto o material, podendo ainda combinar em igual grau de importância os elementos textuais e não-textuais (VILLAS-BOAS, 2003). Na porção digital, é possível encontrar os chamados “lixos eletrônicos”, que são o excesso de materiais digitais que são guardados como fotos ou arquivos não utilizados com frequência. Uma limpeza constante é a melhor maneira para descartá-los, embora ainda seja discutido o destino final que vão todos os itens deletados.

Já na porção material, os objetos utilizados são os mais diversificados, de papéis e metais, recicláveis e biodegradáveis, à plásticos que representam risco ambiental. Entretanto, depois de utilizados, muitos desses itens poderiam ser reutilizados, reciclados e até mesmo reaproveitados no âmbito educacional pelos alunos de graduação de design gráfico em outras disciplinas, ao invés de simplesmente serem

descartados.

O avanço tecnológico permite a criação de inúmeros materiais, que permitem que o designer faça explorações e inovações. Entretanto, a seleção é importante, uma vez que pode aumentar ou diminuir os danos ao meio ambiente. Atualmente, preocupações com as questões ecológicas geram interesse na utilização de fontes renováveis, sustentáveis e de materiais que podem ser degradados em um curto período de tempo, como exemplo dos materiais biodegradáveis, que diminuem os impactos ambientais (CALEGARI & DE OLIVEIRA, 2014).

A prática político-pedagógica relacionada à sustentabilidade contribui na melhoria da qualidade de vida da população e conscientiza os cidadãos à adoção de comportamentos ambientalmente adequados, transformando o conhecimento em ação (PONTES, 2015). Portanto, construir uma educação ambiental complexa, que tenha a capacidade de responder a problemas complexos, sugere ir além de uma “sustentabilidade de mercado” fragmentária e reducionista, mas propõe a habilidade de aprender, criar e experimentar novas concepções e práticas de vida, educação e convivência, tanto na esfera privada – individual, social, quanto pública - governamental, permitindo a substituição de velhos modelos, propondo assim o novo perfil do profissional cidadão.

Diante disso, empregar o design como processo de levantamento e solução de problemas, criando oportunidade de se pensar sustentavelmente é uma possibilidade bastante estreita, entretanto possível (BONI, LANDIM & PINHEIRO, 2014). Combinar a prática do design com sustentabilidade é algo relativamente novo, envolvendo mudança de comportamento e do modo de pensar: é denominado de o Design para o comportamento sustentável – Design for Sustainable Behavior (MUNIZ & DOS SANTOS, 2015). Apesar das exigências para se produzir um bom design, a aplicação de estratégias para as práticas sustentáveis pode sim ser projetada.

O design pode inserir valor às interações entre inovação e sustentabilidade, uma vez que representa ações estratégicas tanto na análise de produto quanto na sensibilização ambiental, solucionando desta maneira problemas quanto a ações no processo de planejamento do produto-serviço, inserindo conceitos como questões ambientais, inovação, gestão de design e sustentabilidade (ALANO & FIGUEIREDO, 2014). Termos como Eco-design, Eco-innovation, Innovation space, Life cycle thinking, Eco-efficient, Green Design, Design for environment, Ecodesign integration, Ecodesign tools, Bio-inspired design approach, Sustainable design, Industrial ecology, dentre outros, evidenciam o envolvimento da sustentabilidade pela comunidade científica, servindo e se tornando cada vez mais uma ferramenta de sucesso do sistema de inovação, estando cada vez mais presente na política de gestão ambiental. Inovação e sustentabilidade podem e devem estar na mente e na prática do profissional designer, uma vez que é possível identificar como as questões ambientais se relacionam ao estudo do design.

“O conceito de desenvolvimento sustentável, baseado no tripé ambiental, social e econômico, tem ganhado cada vez mais espaço em empresas e produtos contra os chamados impactos ambientais. Entender o conceito interdisciplinar do design para a sustentabilidade é imprescindível para qualquer designer, e para isso, conceitos como Ecoeficiência, Ecoconcepção e Ecodesign estão no topo. A Ecoeficiência tem a ver com desempenho econômico e ambientalmente correto, aumentando a produtividade a partir da redução dos impactos ambientais. O Ecodesign é um processo de diminuição do impacto do ser humano no planeta. E a Ecoconcepção é o conceito de redução do impacto de um produto no meio, embora sejam conservadas suas qualidades de uso para melhorar a qualidade de vida dos usuários.” (CAVALCANTE; PRETO; PEREIRA; & FIGUEIREDO, 2012).

O Ecodesign abrange ações como: a redução ou eliminação de materiais ambientalmente perigosos (chumbo, mercúrio, cromo e cádmio); a reutilização de um produto (ou parte); a reciclagem para facilitar a desmontagem do produto ou resíduos; a remanufatura para facilitar a reparação, retrabalho e remodelação do novo produto para melhorá-lo (STEFANO & FERREIRA, 2013). Entretanto, mesmo com todas as vantagens ecológicas, os produtos oriundos do Ecodesign não são tão adequados no mercado como se espera, seja por estarem focados na análise do impacto ambiental, seja por deixar a desejar quanto a certas necessidades do cliente. Sendo assim a questão-chave para um produto desses ser bem-sucedido, não é apenas o de atender a apelos ambientais, mas também a demanda do mercado e os requisitos de multifuncionalidade.

Quando se fala em design para a sustentabilidade ambiental, significa o design como uma ferramenta para um determinado contexto ou produto. Isso quer dizer que é possível o desenvolvimento de métodos e estratégias específicas para ser aplicável em um setor ou produto, tornando a aplicação eficiente em termos ambientais (CHAVES, 2010). Assim sendo, o designer precisa intervir para obter resultados eficazes quanto a sustentabilidade ambiental, demandando para isto tempo e disponibilidade para criar essas ferramentas, estratégias e métodos específicos. A introdução de requisitos ambientais no projeto demandará no final um menor custo e menor tempo para o setor produtivo.

Segundo Löbach (2001), o conceito do ambiente se une ao design, porém é um conceito geral. Essa generalização se desdobra nas várias configurações do meio ambiente. Ele quer dizer que o design configura o ambiente, pois o ambiente é o resultado de fatores como planejamento e produção. Quando essas ações não são coordenadas, tem-se efeitos secundários negativos como poluição ambiental, exploração sem limites de matérias-primas, superprodução, sobrecarga ambiental dentre outros.

Se o conceito de design clássico é a produção em série e a satisfação de um grupo ou indivíduo, atualmente, o foco ambiental também é satisfação do cliente, alcançando um novo paradigma. Devido a essa nova forma de se pensar, que ainda precisa ser consolidada e disseminada, passa-se a ser exigido do designer por parte da sociedade, soluções sustentáveis para produtos e serviços. A complexidade do

design foi então aumentada, bem como sua inter e trans disciplinaridade (LEPRE & DOS SANTOS, 2009).

A temática sustentabilidade e design é tão importante e atual, que Calegari & Oliveira (2017) realizaram uma pesquisa sobre a abordagem da temática sustentável em cursos superiores federais de design no Brasil. O resultado foi que infelizmente são poucos os cursos nas instituições que abordam este tema, isso a nível curricular. Os autores concluíram que seria interessante esta abordagem em projetos e disciplinas para minimizarem os impactos ambientais, sociais e econômicos. Eles também usam como estratégia a reutilização de materiais, o tema principal da presente pesquisa.

Pazmino & Santos (2017) consideram importante a inserção do tema transversal de sustentabilidade nos cursos de design, propondo uma mudança de paradigma no ensino. Elas concluíram a ausência desta temática nos cursos de design em Santa Catarina, e quando o tema é inserido, é apenas em uma disciplina isolada. Vale salientar que a teoria desligada à prática, acaba no esquecimento, e não contribui da maneira que deveria ser: através de ações e mudanças de atitude para resolver o problema ambiental. Design resolve problema, e desta maneira, há problemas ambientais cada vez mais devastadores.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No que se refere à metodologia, a presente pesquisa se utilizou de uma revisão bibliográfica, seguida de um diagnóstico dos materiais descartados pelos alunos nas disciplinas de Plástica 1 e 2 (Figuras 1) e pela demonstração de alguns trabalhos feitos nas disciplinas como resultados.



Figura 1: Sobras de material no Laboratório de Plástica / IFPB.

Fonte: cedido por uma professora.

A presente pesquisa analisou as atividades das disciplinas de Plástica 1 e 2 relacionadas ao semestre de 2016.1 do curso de Design Gráfico do IFPB – Instituto de Educação Tecnológica da Paraíba, do campus de Cabedelo, e procurou analisar suas ações para um desenvolvimento de um pensamento mais sustentável para os alunos.

Dentre as atividades desenvolvidas com sobras dos materiais se destacaram o stencil e a fabricação de um jogo. Na disciplina de Plástica 1 foi feita a confecção do stencil com a reutilização de radiografias velhas que não teriam mais utilidade (Figura 2). Essas radiografias foram reutilizadas, uma vez que foram usadas como moldes para a execução do desenho criado pelo aluno. Para tornar possível a reutilização foi necessária a utilização da água sanitária como agente descolorante para tirar a tinta da radiografia e deixá-la transparente.

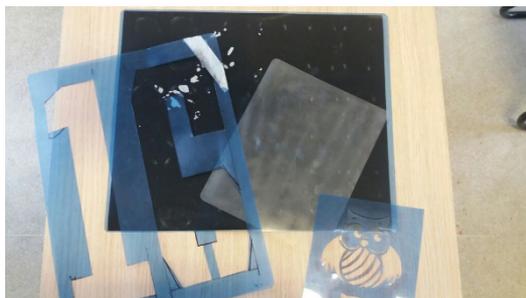


Figura 2: Stencils confeccionados por alunos de Design Gráfico / IFPB.

Fonte: cedido por uma professora.

O jogo tipo quebra-cabeça com figuras geométricas, foi exemplo de outra atividade desenvolvida com reutilização de materiais, sendo esta realizada na disciplina de Plástica 2. Esse trabalho foi feito de maneira interdisciplinar com a disciplina de Representação Gráfica (RG). Os alunos de RG tiveram que desenhar um ponto turístico da cidade de João Pessoa, escolhendo alguns elementos para possuírem formas geométricas e também tiveram que produzir um manual com as medidas e formas para servirem de base para a execução do jogo pelos alunos de Plástica 2. Na Figura 3 o desenho apresenta a numeração das peças geométricas com dimensões detalhas no manual e na Figura 4 o desenho nas próprias figuras geométricas. Com esses desenhos, os alunos de Plástica 2 ficaram responsáveis por desenvolver um jogo infantil, desenhando e cortando as peças, para crianças de até 5 anos brincarem. Dentre os materiais reutilizados, estão sobras de papel, como Kraft e Paraná, cola e tinta.

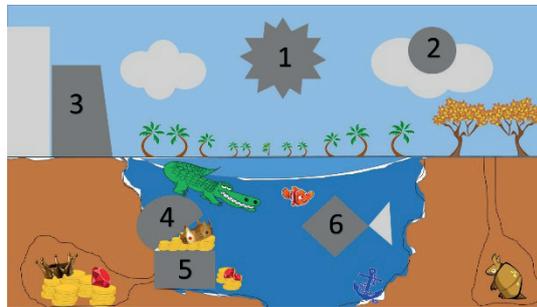


Figura 3: Desenho digital do ponto turístico da Lagoa de João Pessoa-PB produzido por alunas da disciplina de RG de Design Gráfico / IFPB.

Fonte: elaborado pela autora.



Figura 4: Desenho manual do ponto turístico da Lagoa de João Pessoa-PB produzido por alunas da disciplina de RG de Design Gráfico / IFPB.

Fonte: elaborado pela autora.

A caracterização qualitativa e quantitativa dos materiais reaproveitados nas duas disciplinas de Plástica foram classificadas da seguinte maneira:

Tipo de papéis: Kraft e Paraná, todos de boa qualidade, com a textura preservada de cada uma, os tamanhos e forma variados, tendo em vista já terem sido cortados anteriormente, a gramatura variada de 80 gr à 300 gr para as Kraft e de 2mm para o Paraná. A cor do Kraft é marrom, conhecida também como cor natural, já a do papel Paraná é acinzentada, conhecida também como papelão. A quantidade dos mesmos também é variada, uma vez que seus tamanhos são variados.

Tipo de radiografias: geralmente são retangulares, com pontas arredondadas, de cor azul, textura lisa, e espessura variada. Os tamanhos variam de centímetros à quase um metro, embora a maioria varie de 30 cm à 70 cm. Como são radiografias, apresentavam as impressões radiográficas que foram posteriormente apagadas, e nenhuma estava amassada nem dobrada. A quantidade é variada, não sendo possível saber ao certo quantas foram reutilizadas.

Outros materiais foram reutilizados como cola, tesoura, régua, pincéis, tintas de tecido, guache e acrílica. Eram sobras, e apresentavam por isso quantidades variadas.

A respeito do processo criativo e projetivo dos produtos desenvolvidos,

destacaram-se:

- a. O kit stencil para a caixa e blusa. Cada aluno ou desenvolveu ou copiou uma imagem ou frase para confeccionar o stencil. Houveram exemplos de coruja, pássaros, concha, bailarina, números, desenhos animados e personagens como Super Mario, Batman, Charles Chaplin dentre outros. A maioria dos alunos reutilizaram radiografias. E depois de pronto o stencil, aplicaram em blusas.
- b. A respeito da confecção do quebra-cabeça, faz-se importante descrever que uma turma foi quem elaborou o manual com os pontos turísticos das cidades de João Pessoa-PB e Cabedelo-PB, seja com uma visão tradicional, seja modificada desses pontos turísticos. Desenharam à mão ou com programas como Illustrator, selecionando alguns pontos para serem formas geométricas. A turma da disciplina de Plástica foi quem confeccionou, seguindo à risca o manual elaborado pela turma de RG, e para isto, a preferência foi reutilizar os materiais já citados anteriormente.

A partir da coleta de dados, foi realizada uma análise combinando os aspectos abordados pelos conceitos de sustentabilidade e design.

4. RESULTADOS

Foram identificadas as principais ações de pensamento sustentável dos alunos para o desenvolvimento de algumas técnicas nas disciplinas de Plástica 1 e 2. Em Plástica 1 a atividade foi com stencil, e em Plástica 2, foi o quebra-cabeça com os papéis Kraf e Paraná.

As atividades com stencil resultaram na eficácia ao reutilizar as radiografias para aplicação da tinta sobre uma caixa feita com papel Kraft, sobre uma blusa velha que não seria mais utilizada e assim foi feita a customização da mesma (Figura 5 e 6). É interessante notar que a caixa também foi confeccionada em sala de aula, e suas sobras foram reutilizadas em outras atividades, já visando o pensamento e a ação sustentável.



Figura 5: Trabalho produzido por uma aluna de Design Gráfico / IFPB.

Fonte: elaborado pela autora.

Tendo em vista que o Ecodesign abrange ações de reutilização de um produto ou parte dele (STEFANO & FERREIRA, 2013), além da demanda por stencil ser relativamente constante, esta ação se mostrou favorável, tanto ao ambiente quanto aos alunos que ficaram satisfeitos com o resultado dos trabalhos executados por eles, estilizando um produto que estaria em casa sem utilizar.



Figura 6: Trabalho produzido por uma aluna de Design Gráfico/IFPB.

Fonte: cedido pela própria aluna.

Essas reutilizações tentam a minimizar os impactos ambientais, sociais e até mesmo econômicos. O profissional consciente da sustentabilidade no design poderá aplicar esses conhecimentos nas mais variadas disciplinas e entre as disciplinas, promovendo a adição desta temática na grade curricular, algo que seria importante haver nas instituições de design (CALEGARI & DE OLIVEIRA,2017).

Abaixo temos o jogo (Figura 7) resultado dos desenhos desenvolvidos pelos alunos de RG (Figura 3 e 4), com base em papel Paraná que estaria como material de sobra no laboratório de Plástica. E na Figura 8 outro exemplo de jogo feito com sobra de papel Paraná.



Figura 7: Confeção do quebra-cabeça da Lagoa de João Pessoa-PB com alguns materiais reutilizados do Laboratório de Plástica / IFPB.

Fonte: cedido por uma professora.



Figura 8: Confeção do quebra-cabeça, com e sem as peças geométricas, do Centro Histórico João Pessoa-PB através de materiais reutilizados do Laboratório de Plástica / IFPB.

Fonte: cedido por uma professora.

A reutilização dos materiais não tornou o jogo inferior, pelo contrário, ficou tão bonito e atendeu ao seu fim quanto se tivesse sido confeccionado pelos mesmos materiais sendo novos. A opção em se reutilizar, reciclar e reaproveitar as “sobras” possui um grande e positivo impacto ambiental, por diminuir os “lixos” e acarretarem no estudante a oportunidade de pensar ecologicamente pelas escolhas dos materiais, além de promover a prática da sustentabilidade no âmbito econômico, social e ambiental (CAVALCANTE; PRETO; PEREIRA; & FIGUEIREDO, 2012); e por desenvolver a criatividade dos alunos quanto ao que utilizar, de maneira que consigam potencializar o material que está à disposição, além de amenizar os custos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O designer possui um papel importante frente às necessidades sociais e ambientais (BONI, LANDIM & PINHEIRO, 2014). Quanto mais holisticamente ele pensar, melhor será sua ação em prol de também conscientizar o consumidor e também outros profissionais. Os resultados encontrados demonstraram que as disciplinas de Plástica

do IFPB adotou posturas que vêm ao encontro do contexto mundial, o apelo a uma prática sustentável, encorajando os alunos a aproveitarem ao máximo os recursos e as sobras, que possuem ao seu alcance.

A questão de se reaproveitar materiais como as radiografias para o stencil e papéis para o quebra-cabeça, foram tão eficientes na qualidade quanto ambientalmente falando, que são apenas uma pequena parcela de que é possível sim pensar na mesma ação para outras atividades e outros âmbitos acadêmicos e sociais. Diminuir os lixos ambientais e o pensar holisticamente já desde o primeiro período dos alunos de Design Gráfico pode ser uma das alternativas práticas do pensamento de Muniz & Dos Santos (2015): o Design para o comportamento sustentável.

O principal desafio do estudo da sustentabilidade é a sua aplicação no currículo acadêmico. Com isso, levando em consideração a análise dos resultados, foi possível encontrar espaço para a prática sustentável nas disciplinas de Plástica. A contribuição da utilização dessas sobras, ou melhor, o reaproveitamento dos materiais, trás uma importância da consciência ambiental nos alunos, por verem na prática essa eficácia, ajudando-os a serem estratégicos quanto à maneira que podem reaproveitar cada material e ajudara a economizar e a diminuir o impacto ambiental.

É importante haver debates e ensino com a temática sustentabilidade, seja a nível médio, seja a nível superior, imprescindivelmente para os cursos de Design. Disciplinas que abordem este tema de sustentabilidade, bem como a própria prática em mais de uma disciplina, se não em todas, trazendo aplicabilidade e não apenas teoria, deveria ser algo obrigatório e não optativo, real e não teórico, trazendo nas bases o resultado de cidadãos e alunos e profissionais que pensem tanto na melhoria ambiental quanto na utilização dos produtos ecologicamente sustentáveis.

A sustentabilidade é ao mesmo tempo um assunto antigo e atual, mas é uma prática nova, que no Brasil precisa entrar na teoria dos cursos de Design, e também na prática. As disciplinas de Plástica 1 e 2 do IFPB no curso de Design Gráfico são apenas os pequenos exemplos da grande jornada que precisa ser alcançada no país, na academia como um todo, e no pensamento e ações dos cidadãos.

Da mesma maneira que esta pesquisa observa a reutilização de materiais como diminuição de impacto ambiental, e produção de um design sustentável, Calegari & Oliveira (2017) estão na mesma linha de pensamento, entretanto eles agregam a importância da sustentabilidade estar no currículo dos cursos superiores, o que é ousado e urgente frente à degradação ambiental atual.

REFERÊNCIAS

- ALANO, Agda Bernardete; FIGUEIREDO, Luiz Fernando Gonçalves de. Design como inovação em sustentabilidade: uma revisão sistemática da literatura. 11º P & D Design. Gramado – RS; 2014. Blucher Design Proceedings. Novembro de 2014, Número 4, Volume 1.
- ALCÓCER, Juan Carlos Alvarado Alcócer; et al. Tecnologias sustentáveis, sustentabilidade e práticas pedagógicas no ensino médio. Sinkania. Revista Científica. v. 5, n. 1, p.149-169, 2015.
- BONI, Claudio Roberto; LANDIM, Paula da Cruz; PINHEIRO, Olímpio José. O efetivo papel do design em projetos sustentáveis: Problemas nos coletores solares do Brasil, um problema de design. 11º P & D Design. Gramado – RS; 2014. Blucher Design Proceedings. Novembro de 2014, Número 4, Volume 1.
- CALEGARI, Eliana Paula; DE OLIVEIRA, Branca Freitas. Design para a sustentabilidade e o ciclo de vida dos materiais: uma reflexão acerca da produção de compósitos biodegradáveis. 11º P & D Design. Gramado – RS; 2014. Blucher Design Proceedings. Novembro de 2014, Número 4, Volume 1.
- CALEGARI, Eliana Paula; DE OLIVEIRA, Branca Freitas. A sustentabilidade no ensino de design em instituições federais de ensino superior no Brasil. Mix Sustentável - Edição 05/V3.N.1.UFSC: 2017. Pg. 109-118.
- CAVALCANTE, Ana Luisa Boavista Lustosa; PRETO, Seila Cibele Sitta; PEREIRA, Francisco Antônio Fialho; & FIGUEIREDO, Luiz Fernando Gonçalves de. Design para a Sustentabilidade – um conceito interdisciplinar em construção. Londrina; 2012. Projética Revista Científica de Design | Londrina | V.3 | N.1 | Julho 2012. P. 252 – 263.
- CHAVES, Liliane Iten. Design para a sustentabilidade ambiental: estratégias, métodos e ferramentas de design para o setor de móveis. Estudos em Design (Online), v. 18.1, p. 4, 2010.
- LEPRE, Priscilla Ramalho; DOS SANTOS, Aguinaldo. Implicações da Sustentabilidade no Escopo de Atuação do Design. Estudos em Design. v. 16, p. 1-13, 2009.
- LÖBACH, Bernd. Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais. 1ª ed. Rio de Janeiro: Edgard Blücher Ltda; 2001.
- MUNIZ, Marco Ogê; DOS SANTOS, Aguinaldo. A pesquisa em Design para o comportamento sustentável: lacunas e desafios. SBDS 15. 5º Simpósio de Design Sustentável. Rio de Janeiro; 2015. P. 365 – 376.
- PAZMINO, Ana Veronica; & SANTOS, Adriane Shibata. Design e sustentabilidade: necessidade de quebra de paradigma no ensino. Mix Sustentável - Edição 05/V3.N.1.UFSC: 2017. Pg. 10-16.
- PONTES, Andréa Simone Machiavelli; et al. Sustentabilidade e educação superior: análise das ações de sustentabilidade de duas instituições de ensino superior de Santa Catarina. Rev. Adm. UFSM, Santa Maria, v. 8, Edição Especial, p. 84-103, AGO. 2015.
- STEFANO, Nara Medianeira; FERREIRA, Alexandre Rodrigues Ferreira. Ecodesign referencial teórico e análise de conteúdo: proposta inicial para estudos futuros. Estudos em Design | Revista (online). V. 21. N. 2. Rio de Janeiro: 2013. Pg. 01 – 22.
- VILLAS-BOAS, André. O que [é e o que nunca foi] Design. Rio de Janeiro.5ª ed. Ed. 2AB; 2003.

SINERGIA ENTRE AS FERRAMENTAS DE CRIATIVIDADE UTILIZADAS NAS ETAPAS INICIAIS DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Andressa de Paula Suiti

Estudante de engenharia mecatrônica da Escola
Politécnica da USP
São Paulo – SP

Renato Vizioli

Doutorando da Escola Politécnica da USP
São Paulo – SP

Paulo Carlos Kaminski

Professor Doutor do Departamento de Engenharia
Mecânica da Escola Politécnica da USP
São Paulo – SP

RESUMO: Este artigo descreve algumas ferramentas de criatividade, como mapas mentais, Brainstorm e engenharia de valor, que podem ser usadas no processo de desenvolvimento de produtos, evidenciando suas características próprias e algumas relações que podem ser notadas entre elas. Tais relações foram encontradas a partir do estudo de um processo de desenvolvimento de produto proposto e realizado em sala de aula, com alunos de diferentes formações e expostos a diferentes problemas. A partir desta análise, pôde-se notar que a ordem e o momento em que tais ferramentas são aplicadas no processo podem afetar diretamente as ideias geradas, a evolução das mesmas e, por consequência, a solução final. Assim, o entendimento das características de cada ferramenta e do que é

esperado como resultado da utilização de cada uma, por parte dos profissionais que atuam na área de inovação, é de extrema importância para garantir um fluxo de geração de ideias satisfatório e efetivo.

PALAVRAS-CHAVE: Ferramentas de criatividade; “Brainstorm”; Mapa de empatia; Engenharia do valor; Processo de desenvolvimento de produto.

ABSTRACT: This article describes some creativity tools, such as mind maps, Brainstorm and value engineering, which can be used in the product development process, highlighting their own characteristics and some relationships that can be noticed between them. Such relationships were found from the study of a product development process carried out in the classroom, with students of different backgrounds, who were exposed to different problems. From this analysis, it may be noted that the order and the moment when such tools are applied in the process can directly affect the generated ideas, the evolution of them and, consequently, the final solution. Thus, to professionals who work with innovation, to understand the characteristics of each tool and what is expected as a result of the use of each one by professionals who work in the area of innovation is extremely important to ensure a satisfactory and effective flow of ideas

generation.

KEYWORDS: Creativity tools; “Brainstorm”; Empathy map; Value Engineering; Product Development Process.

1 | INTRODUÇÃO

No mundo atual, a inovação acontece cada vez mais rapidamente em todos os setores da indústria. Devido a isto, para atingir uma competitividade global, muitas empresas investem substancialmente no desenvolvimento de produtos, tanto contratando profissionais ditos criativos quanto buscando formas efetivas de gerar ideias e, conseqüentemente, produtos com maior valor agregado.

Como forma de auxiliar o processo de geração de ideias, existem diversas metodologias e ferramentas de criatividade que são adotadas pelas empresas. Estas ferramentas podem ser usadas isoladamente nas etapas do processo de desenvolvimento de produto (PDP), porém, seu uso em conjunto com outras ferramentas, se feito da maneira correta, ou seja, com plena ciência de suas características, pode gerar resultados mais produtivos em termos de custo, qualidade e valor agregado ao produto e/ou serviço.

Assim, compreender as etapas do PDP e as relações entre as diferentes ferramentas de criatividade que estão presentes em cada passo, tendo em vista qual é o melhor momento para serem aplicadas e quais os resultados esperados, é importante para que o processo de geração de ideias ocorra de forma eficiente.

O objetivo deste trabalho é, através de dados coletados em um estudo prático, analisar as etapas iniciais de um processo de desenvolvimento de produto proposto e executado em sala de aula, com profissionais de diferentes ramos da indústria, com o intuito de buscar uma relação entre cada passo e avaliar a geração e evolução das ideias.

2 | METODOLOGIAS E FERRAMENTAS ABORDADAS AO LONGO DA DINÂMICA EM SALA DE AULA

2.1. Definição dos Termos Utilizados

Os termos técnicos presentes neste artigo, como metodologia, ferramenta e método, possuem diferentes definições, variando de acordo com a referência adotada. Assim, para garantir a coesão do trabalho, os termos foram utilizados da seguinte forma: método é uma série de operações que devem ser realizadas em vista de um objetivo determinado; metodologia é o estudo dos métodos, com o intuito de melhorá-

los; ferramenta é o artefato utilizado para realiza uma tarefa, podendo ser físico ou não (FERREIRA, 1999); processo é uma sequência de medidas tomadas interligadas por algum propósito.

Neste texto, “Design thinking” e “Engenharia do valor” são chamados de metodologias, Brainstorm, Personas, Mapa de empatia e Mapa mental são tomados como ferramentas e PDP, como o próprio nome diz, é um processo.

2.2. Processo de Desenvolvimento de Produto

Não existe um único processo de desenvolvimento de produto, mas, sim, vários modelos propostos por especialistas no assunto (AMARAL e ROZENFELD, 2008). O modelo aqui adotado é o de Rozenfeld et al. (2006), o qual divide o processo em seis macrofases, sendo elas a de planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação para a produção do produto e lançamento do produto, conforme ilustrado na figura 1.



Figura 1: Modelo de PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006).

Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

Na tabela 1, encontra-se a descrição de cada fase. Como as três primeiras macrofases demandam maiores esforços criativos em um momento em que o problema a ser resolvido é, ainda, muito aberto, elas são o foco deste trabalho.

Macrofase	Descrição
Planejamento do projeto	Fase de “pré-desenvolvimento” do produto. Nesta fase é gerado o escopo e a estruturação do projeto, definindo suas necessidades e objetivos do mercado, além de cronogramas, atribuição de responsabilidades entre os participantes, etc.
Projeto informacional	Primeira fase de desenvolvimento do produto. Além de formalizar o que foi determinado na fase de pré-desenvolvimento, nesta fase é definido o problema e o ciclo de vida do produto (permanência projetada para o produto no mercado).
Projeto conceitual	Fase caracterizada pela busca de soluções, criação, representação e seleção de alternativas para o escopo formalizado na fase anterior. Nela é observado, inicialmente, o uso da engenharia e análise do valor para a identificação das funções necessárias da solução, seguidos pelo uso de ferramentas de criatividade.
Projeto detalhado	Visando obter a especificação completa da forma, dos materiais construtivos e tolerâncias de todo o produto, nesta fase são utilizadas ferramentas de CAD (“computer aided design”), CAM (“computer aided manufacturing”) e CAE (“computer aided engineering”), além de diversas técnicas de prototipagem.

Preparação da produção	Em tal fase ocorre a construção de um protótipo piloto, utilizando os processos de fabricação definidos para o produto final, e também a realização de testes com todas as áreas chaves e os usuários, ocasionando correções e melhorias nas especificações para o produto final.
Lançamento do produto	Última fase do desenvolvimento do produto. Nela ocorre a criação de um plano de vendas, distribuição, propaganda, divulgação dos impactos organizacionais do produto, internamente e no mercado, e correções e mudanças na engenharia e manufatura do projeto, geradas a partir do feedback dos primeiros lançamentos.

Tabela 1. Breve descrição das macrofases do PDP – em destaque as três fases abordadas.

Fonte: Rozenfeld et al. (2006) e Ulrich e Eppinger (2012).

2.3. Metodologias e Ferramentas de Criatividade

Dentre a gama de ferramentas de criatividade existentes, o Mapa de empatia, o Mapa mental, o “Story Telling”, as “Personas” e o Brainstorm são componentes de metodologias como “design thinking” e engenharia do valor, e estão presentes na dinâmica proposta em sala de aula. Na tabela 2 é feita uma breve descrição dessas metodologias e ferramentas.

Abordagem	Descrição
Story Telling ¹	Narrativa que auxilia na elucidação do problema.
Brainstorm ²	Ferramenta para a geração de um grande número de ideias, baseada no princípio da aceitação sem crítica inicial.
Brainwrite ³	Similar ao brainstorm, porém com as ideias escritas, ao invés de faladas.
Engenharia do valor ⁴	Identifica funções necessárias de um produto, estabelece valores para as mesmas e desenvolve alternativas para desempenhá-las ao mínimo custo, sem prejuízo das qualidades do produto ou serviço.
Personas ⁵	Criação um personagem fictício, como uma abstração de um grupo real de pessoas às quais diz respeito o problema e direciona-se a solução.
Mapa de empatia ⁵	Caracterização da “persona” exposta em um mapa que contempla, conforme a versão, áreas nas quais são detalhados aspectos de como a personagem pensa, age, ouve, sente, de seus anseios, dores ou medos, etc.
Mapa mental ⁶	Ferramenta que simula a forma como o hemisfério esquerdo do cérebro organiza e armazena as informações, de modo radial e causal, ampliando conceitos a partir de algumas ideias centrais.
Design thinking ⁷	Abordagem centrada no usuário para a resolução de problemas baseada em seis fases: compreensão, observação, ponto de vista, visualização, prototipação e testes, com iterações.

Tabela 2. Breve descrição das ferramentas e metodologias utilizadas ao longo da dinâmica.

Fonte: ¹IDEO (2009), ²CROSS, N. (2008), ³SOZO, V et. al (2001), ⁴HELLER, E. (1971), ⁵TSCHIMMEL, K. (2012), ⁶BUZAN, T.; BUZAN, B. (1994) ,), ⁷KAUFMAN, C.; STERNBERG, J. (2012).

Tentou-se, ainda, utilizar o conceito do “duplo diamante”, presente no design thinking (VIZIOLI, R; KAMINSKI, P. C., 2014), passando por ciclos de divergência ou expansão na ideação e convergência durante o PDP, através de filtros e critérios.

3 | APLICAÇÃO DA DINÂMICA EM SALA DE AULA

Para realizar a análise, foi feita uma simulação do processo de desenvolvimento de produtos em sala de aula, com alunos de MBA (MBA do PECE da Escola Politécnica da USP, disciplina de Vantagem Competitiva pelo Design, desenvolvida em 2016). Tais alunos, provenientes de diferentes setores empresariais, foram divididos em grupos heterogêneos e a cada grupo foi proposto um tema diferente. Em seguida, durante as aulas, foi explicada a teoria de cada etapa, juntamente com a ferramenta de criatividade que deveria ser aplicada, de modo que os alunos tiveram liberdade para utilizá-la de acordo com o seu entendimento individual ou coletivo. Por fim, todo o material gerado pelos grupos foi organizado no formato de tabelas e esquemas, de modo que os resultados e ideias de cada etapa pudessem ser comparados e analisados.

Como o objetivo deste trabalho é a busca de relações entre as etapas criativas, apenas os passos desta parte estão detalhados nesta seção.

3.1. Explicação das Ferramentas

Devido aos grupos terem sido separados de forma a possuir membros de diversas origens, ramos de atuação, gênero e idade, as experiências passadas relacionadas com a utilização de ferramentas de criatividade foram diversificadas. Assim, para garantir que o conhecimento básico fosse entendido por todos, foi dada uma breve explicação das ferramentas que deveriam ser usadas em cada etapa do projeto. Isso permitiu aos alunos terem um vislumbre do que era esperado como resultado final da aplicação da mesma.

Muitos profissionais não entendem exatamente os objetivos e as características de cada ferramenta, o que, às vezes, torna o trabalho monótono e não produtivo, já que eles não incitam o seu lado associativo, muito necessário quando a criatividade e a inovação estão em pauta. Desta forma, a explicação inicial sobre cada ferramenta foi vista como atividade importante e, mesmo com a pouca influência posterior do professor durante a sua aplicação, a maior parte dos estudantes conseguiu fazer uso das ferramentas com o foco desejado.

3.2. Geração De Material

Após a conclusão de cada aula, os alunos receberam tarefas para serem realizadas em grupo ou individualmente, de modo a documentar os resultados e informações obtidas nas atividades executadas. Devido a isso, grande parte do

conhecimento gerado em sala de aula foi alvo de reflexão e aprofundamento fora do ambiente estudantil.

Tais tarefas de documentação foram feitas nas mais diversas maneiras, como na geração de tabelas, textos, desenhos e esquemas, de acordo com a melhor forma disponível para concretizar os dados gerados pelo uso de cada ferramenta.

3.3. Organização dos Dados para Comparação

Apesar da grande quantidade de tipos de documentação gerada pelos alunos, a forma escolhida pelo professor para melhor comparar as ideias de cada etapa foi através da utilização de esquemas e, posteriormente, de tabelas.

Ao final do semestre, todo o conteúdo gerado foi resumido numa tabela, na medida do possível e, através da análise e estudo da mesma, foram estabelecidas relações entre as diferentes etapas do processo de desenvolvimento de produtos proposto.

4 | ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Mapa Mental X Engenharia do Valor

O mapa mental e as ferramentas da metodologia engenharia do valor atuam de formas diferentes, porém, complementares entre si. O mapa mental aborda a formulação do problema e os caminhos possíveis que o grupo pode explorar e, além disso, as características que compõem o problema e que deverão ser estudadas. A engenharia do valor transforma tais características em expectativas que o usuário tem sobre o futuro produto. Não só isso, mas também classifica a importância dessas expectativas, ou seja, diz se tal função é primária ou secundária, se é importante devido a sua função ou por aspectos emocionais, se realmente é necessária ou não, e assim por diante.

Percebe-se que, com a utilização de ambas – mapa mental e engenharia do valor –, sequencialmente, consegue-se explorar uma maior gama de possíveis soluções e, além disso, descrever, de forma concreta, quais são os desejos e requerimentos do futuro usuário quanto ao produto que está sendo desenvolvido ou melhorado.

A figura 2 traz um mapa mental elaborado por um dos grupos, cujo foco era desenvolver um produto pertencente a linha branca. Para isso, escolheram como tema central a palavra Limpeza.

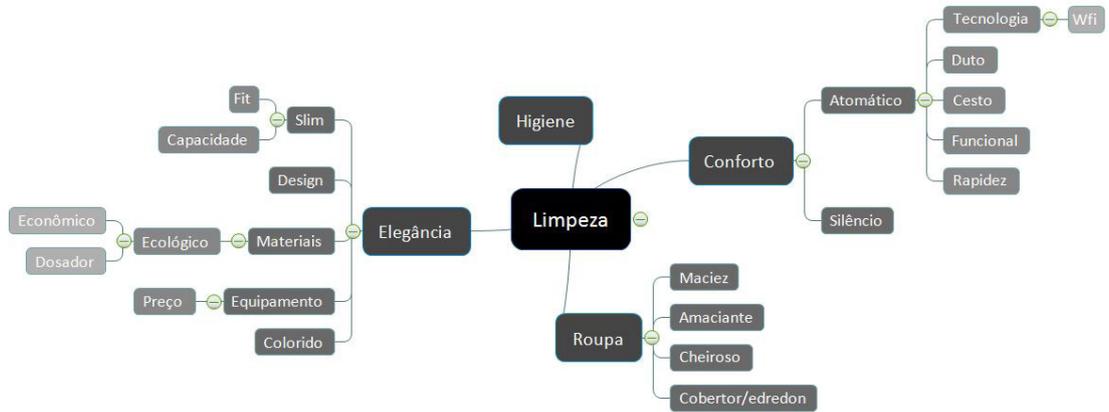


Figura 2. Mapa mental com tema Limpeza.

Fonte: elaborado pelos autores.

Posteriormente, tal grupo identificou as funções que deveriam ser atendidas pelo seu produto. Assim, na tabela 3, consegue-se relacionar tais funções com as ideias geradas no mapa mental elaborado.

Engenharia do valor	Mapa mental
Facilitar operação	Conforto - Automático Tecnologia – Wi-fi Rapidez Funcional
Abafar ruído	Conforto - Silêncio
Diminuir consumo	Ecológico Econômico Dosador
Oferecer estética	Design Elegância “Slim” “Fit”

Tabela 3 – Relação entre ideias geradas pela engenharia do valor e mapa mental.

Fonte: elaborado pelos autores.

4.2. Mapa Mental X Brainstorm

As duas ferramentas são corriqueiramente utilizadas quando precisa-se expandir as linhas de raciocínio sobre um determinado assunto. Porém, elas são operacionalmente diferentes quanto à aplicação. Enquanto o Brainstorm possui maior abertura para o livre pensamento, aceitando todas as possibilidades, mesmo com poucas correlações entre si, o mapa mental exige um maior foco e aprofundamento na proposição de ideias.

Na dinâmica em aula, propôs-se a utilização do mapa mental quando ainda

não estava decidida qual característica do problema seria resolvida. Isso gerou um resultado positivo, uma vez que tal ferramenta permite uma análise superficial do problema, ou seja, os aspectos gerais do que teria que ser avaliado e estudado em cada possibilidade de atuação sobre o desafio em questão.

Em contrapartida, como o Brainstorm não exige este foco maior, em dinâmicas reais, ele pode ser usado tanto para a ideação de caminhos de abordagem do problema, porém de forma menos profunda que o mapa mental, quanto para a ideação de soluções possíveis para uma questão já bem definida.

4.3. Brainstorm X Engenharia do Valor

Uma vez que o Brainstorm é melhor aproveitado quando o livre pensamento é requerido, preferiu-se utilizá-lo em conjunto com as funções definidas pela engenharia do valor. Deste modo, o exercício de ideação possuiu um foco realista e, ao voltar-se para questões importantes para o projeto, as ideias geradas nesta etapa foram, em grande parte, aproveitadas na solução final.

Um exemplo disso pode ser observado na tabela 4, proveniente de um dos grupos estudados. Percebe-se que, tendo definidos alguns objetivos para o produto, o Brainstorm forneceu ideias concretas de solução, proporcionando, assim, um avanço no desenvolvimento do produto para o grupo.

Engenharia do valor	Brainstorm
Auxiliar Venda	Vendas/pagamentos pelo totem com checkout rápido/seguro
Realizar Venda	
Transmitir Conhecimento	Comunicar online e com praticidade Trabalhar com parceiros, promoções em tempo real

Tabela 4 – Correlação entre ideias geradas pela engenharia do valor e Brainstorm.

Fonte: elaborado pelos autores.

Percebeu-se, também, que o Brainstorm é mais produtivo quando já se possui uma grande quantidade de informações sobre o problema. Em sala de aula, o Brainstorm só foi realizado após as etapas de engenharia do valor, pesquisa sobre produtos existentes no mercado, geração de mapas de empatia, “personas” e “story tellings”.

4.4. Mapa de Empatia X “Persona” X “Story Telling” X Engenharia do Valor

As três primeiras ferramentas citadas, mapa de empatia, “Persona” e “Story telling”, são utilizadas com o intuito de melhor definir o público alvo, o consumidor

padrão do produto e, por isso, são muito comuns na utilização da metodologia design thinking.

A partir da observação e entrevistas com usuários, conseguiu-se montar um mapa de empatia dos mesmos, enxergando, assim, informações relacionadas sobre o dia-a-dia da pessoa, seus desejos e necessidades. Por consequência, pôde-se identificar como o produto afetaria e melhoraria a vida do consumidor, caso sanasse algumas de suas dores cotidianas ou atendesse seus anseios e desejos. Dessa forma, a identificação das dores dos usuários mostrou-se uma excelente fonte de informação para o desenvolvimento do produto, já que indicou um foco de atuação preferencial.

A tabela 5 foi gerada a partir do mapa de empatia criado por um aluno pertencente ao grupo cujo produto a ser desenvolvido era um aparelho de barbear. É importante notar que o aluno documentou as reações do entrevistado relacionadas à experiência de se barbear, não suas opiniões sobre o aparelho que usa atualmente. Desta forma, conseguiu-se obter uma visão mais ampla do escopo de atuação.

Pensa e sente?	O que...			Quais são suas ...	
	Ouve?	Vê?	Fala e Faz?	Dores?	Necessidades?
Preguiça	Programas na TV	Lâminas	Que saco!	Preguiça	Rapidez
Tédio	Barulho da máquina de barbear	Sangue	Cortou	Demora	Sem sujeira
Obrigação		Plástico	Tenho que limpar	Cortes	Sem cortes
Dor		Creme de barbear	Agora sim!	Imperfeição	Sem irritação
Alívio ao terminar		Parte mal feita	Está parecendo “bumbum de neném”	Sujeira	Sem necessitar de troca
Irritação			Está ficando branco		
Vou fazer amanhã			Para de jogar fora		

Tabela 5. Transcrição do mapa de empatia gerado pelo aluno R.C.R.

Fonte: elaborado pelos autores.

Tendo obtido um maior conhecimento sobre o usuário, foi possível utilizar estas informações para criar uma “Persona” e seu corresponde “Story telling”, sintetizando, assim, todas as características do consumidor final. A partir do mapa de empatia (tabela 3), o aluno criou a persona João, de 53 anos, e o seguinte “Story telling”: “João privilegia a aparência, mas tem preguiça de se cuidar, além de ter a pele sensível.”.

Nota-se, portanto, que as três ferramentas são relacionadas e, se usadas em conjunto, fornecem uma visão do público alvo do produto e quais as principais

características que tal público deseja. Com isso, é possível realizar um aprofundamento das funções identificadas na engenharia do valor, baseando-se no usuário final. Caso a etapa de engenharia do valor tenha ocorrido previamente, os resultados gerados podem ser comparados e ajustados/corrigidos para se adequarem com as expectativas da “Persona” criada.

4.5. Brainstorm X Brainwrite

O objetivo do Brainstorm é gerar ideias de forma a não prejudicar ou censurar os participantes do grupo de desenvolvimento. Porém, dependendo da forma como é aplicado, pode gerar uma maior ou menor quantidade de soluções. A realização direta do Brainstorm pode afetar a ideação particular, uma vez que, ao apresentar algumas ideias para o grupo, este pode focar apenas numa linha de pensamento (do indivíduo que tende a monopolizar as discussões em grupo) e deixar de lado outras possibilidades.

Para contornar este viés, foi proposta a utilização, primeiramente, do Brainwrite, onde cada membro do grupo anotou todas as ideias que teve, sem influência dos demais membros e, posteriormente, foi feito um Brainstorm. Assim, todas as ideias foram expostas e exploradas, além de permitir a criação de novas ideias com o pensamento coletivo.

5 | CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado, percebeu-se que o processo de desenvolvimento de produtos pode ser estruturado de diversas formas e com a utilização de inúmeras ferramentas. Associá-las de diferentes modos pode gerar resultados melhores, desde que as transições entre as ferramentas sejam documentadas e deem suporte à utilização das ferramentas subsequentes, como de fato se percebeu no decorrer do processo aqui descrito.

Segundo a análise dos dados, nota-se que o mapa mental é melhor para problemas mais amplos, enquanto o Brainstorm é melhor aproveitado em problemas mais bem contextualizados. Além disso, o Brainstorm fornece dados mais acurados e direcionados quando realizado após se obter um entendimento do problema a ser solucionado e dos produtos semelhantes já existentes no mercado.

Percebeu-se, também, que uma maneira efetiva de entender e definir o público alvo do produto é através da associação dos resultados gerados a partir da criação de mapas de empatia, “Personas” e “Story tellings”. Além disso, as funções que o produto precisa cumprir, definidas pela engenharia do valor, devem estar alinhadas com as necessidades da “Persona” formulada, para, assim, garantir a aceitação do usuário final.

As ferramentas e as fases do processo de desenvolvimento de um produto estão,

de maneira geral, relacionadas entre si, e este relacionamento, se explorado de forma sinérgica, reduz potencialmente o tempo de desenvolvimento e aumenta a qualidade da solução. Além disso, pode-se afirmar que armazenar e utilizar as informações geradas em momentos anteriores pode trazer grande benefício para o desenvolvimento e o aprofundamento das soluções do problema.

REFERÊNCIAS

AMARAL, C. S. T.; ROZENFELD, H. **Sistematização das melhores práticas de desenvolvimento de produtos para acesso livre e compartilhamento na internet**. Produção & Produção, Vol. 9, No. 2, pp. 120-135, 2008.

BUZAN, T.; BUZAN, B. **The mind map book – how to use radiant thinking to maximize your brain’s untapped potential**. New York: Dutton, 1994.

CROSS, N. **Engineering design methods: strategies for product design**. Chichester: John Wiley And Sons Ltd., 2008.

HELLER, E. **Value management: value engineering and cost reduction**. Reading: Addison-Wesley, 1971.

IDEO Human centered design: kit de ferramentas. 2009. Disponível em: <https://www.ideo.com/work/human-centered-design-toolkit/>, Acessado em: abril de 2016.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos. Uma referência para melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SOZO, V.; FORCELLINI, F. A.; OGLIARI, A. **Avaliação de métodos de criatividade nas fases iniciais do processo de projeto de produtos**. In: 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Florianópolis, 2001.

TSCHIMMEL, K. **Design thinking as an effective toolkit for Innovation**. In: Proceedings of the XXIII ISPIIM Conference: Action for Innovation: Innovating from Experience. Barcelona, 2012.

ULRICH, K.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. New York: McGraw-Hill Irwin, 2012.

VIZIOLI, R.; KAMINSKI, P. C. **Evolução do “design thinking” e suas ferramentas**. In: VIII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Uberlândia, 2014

SUSTENTABILIDADE APLICADA NA CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO DE AMBIENTES E SEUS MOBILIÁRIOS

Ana Lúcia Keiko Nishida

Especialista, Universidade Norte do Paraná.

ananishida@live.com

Dameres Luiza Silveira de Carvalho

Mestre, Universidade Norte do Paraná.

damarescarvalho@gmail.com

RESUMO: Neste artigo será apresentado o resultado do trabalho realizado no projeto de extensão permanente, intitulado Utilização de Materiais de Descarte na Fabricação de Pisos, Revestimentos e Mobiliários (Reveste), da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) do curso de Tecnologia em Design de Interiores. O objetivo é evidenciar as formas de reutilização dos materiais em fase de descarte, este artigo mostra o estudo realizado para o desenvolvimento e execução de móveis e artefatos decorativos a partir de princípios sustentáveis. Os mobiliários desenvolvidos foram expostos na feira anual Expo Londrina 2017, em março na cidade de Londrina, onde a comunidade pôde conhecer e receber as informações do processo de estudo, de desenvolvimento e execução dos móveis. Os materiais utilizados para o estudo foram pneus, caixas de feira, pallets, caixas de para-brisas automotivos e sementes impróprias para consumo.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade;

Reutilização; Design de Interiores

ABSTRACT: This paper will present the result of the work carried out in the permanent extension project, entitled Use of Materials for Disposal in the Manufacture of Flooring, Coatings and Furniture (Reveste), of the University of North of Paraná (UNOPAR) of the course of Technology in Interior Design. The objective is to show the reuse of the materials in the phase of disposal, this article shows the study carried out for the development and execution of furniture and decorative artifacts from sustainable principles. The furniture developed was exhibited at the annual Londrina Expo 2017 fair, held in March in the city of Londrina, where the community was able to get to know and receive information about the process of studying, developing and executing the furniture. The materials used for the study were tires, fair boxes, pallets, automotive windshield boxes and seeds unfit for consumption.

Keywords: sustainability; reuse; interior design.

1 | INTRODUÇÃO

A Associação Empresarial de Portugal (AEP) define o ecodesign como a integração das áreas de Design, Arquitetura e Engenharia, que reflete uma tendência mundial, e tem como objetivo desenvolver produtos, sistemas e serviços que tornem mínimo o impacto

ambiental. A AEP (2013) afirma que o design ecológico exerce um papel educativo, sensibilizando o consumidor e assim o fazendo refletir sobre os impactos ambientais negativos causados por determinados processos produtivos e sobre as maneiras de minimizar esses impactos, por meio do consumo de produtos, sistemas e serviços ecologicamente corretos.

Lima (2010) destaca que o consumo desenfreado dos recursos naturais ocasionou inúmeros impactos ao meio ambiente, levando a questionar a viabilidade de uma existência digna para as futuras gerações da sociedade. A busca por novos projetos que especifiquem um menor número de matéria prima virgem, justifica a necessidade de planos que visem a sustentabilidade durante o processo de produção de materiais alternativos.

O objetivo deste artigo é apresentar formas de reutilização de materiais, em fase de descarte, no processo de elaboração e produção de mobiliários e objetos de decoração para aplicação no Design de Interiores. A decoração de interiores, por estar relacionada na escolha de materiais ou mobiliários, cores, tipos de iluminação, pode propor alternativas que associe o menor impacto ambiental sem renunciar a tecnologia, para Coutinho (2013).

O resultado desse trabalho foi exposto na Expo Londrina nos estandes da EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) e Platôs de descanso da Via Rural, durante o evento Expo Londrina edição 2017. Os objetos desenvolvidos neste trabalho foram: pufes, mesas de centro, sofás e placas decorativas, onde os visitantes puderam receber informações de todo o processo de projeto e fabricação do material desenvolvido.

2 | O DESIGN DE INTERIORES

Analisando a história as diferenças entre o arquiteto, artesão e decorador não eram muito bem definidas, ao observar a interação entre esses profissionais há uma relação interessante, segundo Gibbs (2013). Embora não se conheça ao certo quando surge às primeiras concepções de decoração voltada a interiores, nota se que nas civilizações mais antigas as ornamentações em palácios e templos a partir de pedras preciosas, metais, pigmentos, tecidos.

No decorrer da história o homem passa a construir grandes edificações, de acordo com as aspirações sociais e teológicas de cada época, as ornamentações feitas nos ambientes eram produzidas por artesãos ou pelos próprios arquitetos, acentuando visivelmente a decoração de interiores.

No Brasil, segundo Ribeiro (2010), a profissão Design de Interiores surge em meados do século 40 e 50, embora no início o trabalho era para poucos, pois apenas uma elite teria acesso ao trabalho dos decoradores, marcenarias personalizadas e antiquários.

Nas décadas seguintes os trabalhos realizados na área de interiores recebem valorização, acentuando a identidade brasileira, pois objetos, materiais, artesanato e arte nacionais são utilizados grandiosamente. A partir desse momento, com a desenvoltura da profissão, surgem os primeiros cursos de formação específica para a área de interiores, valorizando o profissional.

Em paralelo ao crescimento da profissão e do profissional, de design de interiores, a busca por soluções e inovações frente ao uso de recursos e de matéria prima, provenientes do meio ambiente, passa a ganhar espaço no desenvolvimento de projetos de ambientes, mobiliários e artefatos de decoração.

3 | DESIGN DE INTERIORES E OS PRINCÍPIOS SUSTENTÁVEIS

A sustentabilidade tem ganhado cada vez mais espaço e atenção em nossa sociedade. Ao realizar uma obra residencial, comercial ou de cunho público, seja construção ou reforma, resíduos são gerados em grandes quantidades. Esses resíduos são compostos por restos de pisos, madeira, metal, cimento, areia e entre outros, que por vezes são descartados de forma incorreta e causam inúmeros impactos ambientais no planeta (JUNIOR, 2013; SANTO, 2014).

O campo do design de interiores também está sujeito a geração de resíduos, seja eles resultados de reformas, assim como no desenvolvimento de artefatos, mobiliários, material de acabamentos. No design de interiores a sustentabilidade é aplicada na concepção e especificação de móveis e artefatos, na aplicação de revestimentos, tintas ecológicas, bem como no planejamento de sistemas de captação de água pluvial, iluminação natural, ventilação entre outros. Neste contexto o designer de interiores deve buscar soluções frente ao alto consumo de produtos e geração de resíduos.

O instituto 5 Elementos desenvolveu o manual “Consumo sustentável e manual de atividades”, na qual são apresentados os 5Rs: Repensar, Reduzir, Recusar, Reutilizar e Reciclar. O princípio dos 5Rs é uma ferramenta importante para o consumo consciente.

Para a criação de um design sustentável esses princípios são descritos na seguinte maneira:

- Repensar o material a ser especificado, evitando a compra de novos produtos. Quando for necessário adquirir novos materiais, se atentar ao descarte das embalagens e não jogar no lixo os materiais restantes que podem ser utilizados em outros produtos. Neste trabalho as embalagens dos produtos utilizados para acabamento foram encaminhadas para centros específicos de reciclagem.
- Reduzir a produção de novos objetos, a partir da especificação de materiais com maior durabilidade. O uso de carretéis de fiação como mesas, caixas de para-brisas como estrutura de sofás, utilização de pneus como pufes e tecidos obsoletos para acabamento foram caminhos para a redução de no-

vos produtos neste trabalho.

- Recusar materiais com embalagens não recicláveis. Atentando – se as empresas que tenham compromisso com o meio ambiente.
- Reutilizar materiais e objetos que foram fabricados para outras finalidades, mas que já não podem mais exercer sua real função, evitando extração de matérias-primas da natureza. Neste quesito o presente trabalho uso de pallets, caixas de para-brisas, pneu, sementes impróprias para consumo, molas de suspensão de automóvel.
- Reciclar qualquer produto é reduzir automaticamente o consumo de água, energia e matéria-prima utilizada na linha de produção, além de gerar trabalho e renda. Evitou-se o desmonte total dos materiais escolhidos, reduzindo a quantidade de processos de montagem e aplicação de acabamento para o desenvolvimento dos artefatos e mobiliários.

No trabalho realizado no projeto de extensão foram considerados todos os princípios e princípio destacado foi reutilizar material descartado, inservível em seu uso primário, como fonte de matéria prima para desenvolvimento de mobiliário e objetos decorativos. A reutilização permite usar menos material bruto, evitando o descarte em aterros e poupando o uso de energia e água (MOXON, 2012).

4 | METODOLOGIA

Para iniciar o trabalho foi desenvolvido o projeto de interiores através de estudos de layout, dos ambientes Estande Emater e Platô de descanso, aplicando conhecimento ergonômico para a organização do espaço e dando início aos estudos para concepção e aplicação de artefatos e mobiliários.

Para o desenvolvimento dos móveis e artefatos foram escolhidos os seguintes materiais: pneu, mangueira de combate ao incêndio, madeiras (Caixas de feira, pallet, caixa de para-brisa automotivo e restos de MDF de marcenarias) e sementes impróprias para consumo. Através de informações cedidas em contato com as empresas locais da cidade de Londrina, obteve-se dados a respeito do procedimento adotado para descarte de cada material. A seguir serão especificados a composição e formas de descarte dos materiais utilizados no trabalho.

4.1 Composição dos Materiais e Formas de Descarte

A partir de dados relatados em contato com as empresas locais da cidade de Londrina, obteve-se informações a respeito do procedimento adotado para descarte de cada material.

4.1 PNEU

De acordo com o Sindicato Nacional da Indústria de Pneumáticos, Câmaras de

Ar e Camelback – SINPEC, a composição do pneu consiste “No pneu de passeio, a borracha predomina, sendo 27% sintética e 14% natural. O negro de fumo constitui 28% da composição. Os derivados de petróleo e produtos químicos respondem por 17%, o material metálico (ou aço) por 10% e o têxtil por 4%”.

Em Londrina e região as empresas que comercializam pneus devem estar cadastradas no sistema da Secretaria do Meio Ambiente, com o objetivo de registrar a quantidade de pneus descartados pelas empresas que comercializam o produto. Uma terceira empresa recolhe os pneus inservíveis é a mesma que leva esse material para Curitiba para transformá-lo em pó. Esse pó é comercializado para outras empresas que desenvolvem produtos a partir desse material, como tatame, asfalto (exemplo do trecho Curitiba a Apucarana no estado do Paraná), tapete automotivo, entre outros.

4.1.1 Mangueira de Incêndio

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT NBR 1186, a composição das mangueiras de incêndio consta no item 4. Requisitos, a qual o material deve ter reforço têxtil deve ser fabricado com fios sintéticos, na qual o urdume deve ser entrelaçado com trama de fios; o tubo interno deve ser de material flexível, como borracha ou plástico.

Nas empresas locais que disponibilizam o produto, as mangueiras de combate ao incêndio são armazenadas durante o ano após a substituição, e ao final do ano são descartados na empresa Kurica, empresa local que oferece serviços para coleta, tratamento e destinação final aos diferentes tipos de resíduo, tais como orgânicos, recicláveis, rejeitos, industriais, saúde e resíduos da construção civil, que separa o material de composição reaproveitável do material classificado como rejeito.

A mangueira de incêndio é composta por materiais que demandam grande mão de obra para separa-los, uma parte após a separação é classificada como rejeito, sendo descartado diretamente nos aterros sanitários pela empresa que recolhe este produto.

4.1.2 Madeira

De acordo com as informações obtidas em contato com as empresas alimentícias, de transportes, e de comercialização de para-brisas, que utilizam as caixas de madeira e pallets para o transporte e armazenamento de produtos, todas as caixas em bom estado são recolhidas pela empresa para reutilizar novamente. Caso o usuário primário não aprove as condições do material este é descartado.

Em marcenaria as sobras de madeira utilizada são armazenadas em barris que são recolhidas por uma empresa. O material recolhido é inserido em máquinas trituradoras, após a trituração este é prensado em formato de cilindros, onde são comercializados como fonte de energia para indústrias que utilizam a queima de madeira.

4.1.3 Sementes Impróprias para o Consumo

Em contato com uma empresa cooperativa agroindustrial de Londrina, há duas formas de descarte das sementes classificadas como impróprias para consumo. Uma é enviar esse material para uma empresa de incineração localizadas em Curitiba ou Rio de Janeiro, e a outra é a compostagem desse material com outros orgânicos para gerar adubos.

4.2 Etapas de Produção do Mobiliário

Todos os itens produzidos passaram pelas etapas descritas a seguir:

- a. Concepção: busca de material em fase de descarte, processo criativo sobre as possibilidades de concepção, estudo de desenvolvimento dos artefatos e dos mobiliários.
- b. Estudo ergonômico: pesquisas para dimensionar os mobiliários a partir de normas e informações sobre ergonomia.
- c. Estudo de viabilidade de utilização do material: desenvolvimento de modelo em tamanho real para demonstração e manuseio – mockup
- d. Separação e ou recorte das peças, montagem e acabamento.

Os itens produzidos a partir dos materiais citados neste artigo foram:

- Mesa (carretel de fiação). Processo: nivelamento através da lixa, e acabamento com verniz.
- Mesa de centro (pallets e molas de suspensão de automóvel). Processo: fase de desmonte, encaixe, lixamento, fixação da mola (lixada com posterior acabamento em cor), acabamento em verniz.
- Mesas de centro e de canto (caixas de feira, tecido chita). Processo: nivelamento através da lixa, aplicação de tecido e acabamento com verniz.
- Sofás (caixas de para-brisas e pallets) Processo: Recorte das caixas e da madeira para a estrutura, montagem do assento, encosto e braços com pallet, lixamento e acabamento em verniz.
- Painéis decorativos. Processo: Base de madeirite, desenvolvimento do desenho do mosaico, fixação de grãos impróprios para consumo, acabamento em tecido e verniz.
- Pufes (sacos de café, espuma para enchimento e pallets). Processo: nivelamento por meio de lixa, enchimento do saco de café com espuma e costura.
- Aparador (caixa de para-brisas e pallets). Processo: recorte de madeira para a superfície, fixação das madeiras recortadas na caixa para o tampo, lixamento e acabamento em verniz.
- Pufes (pneu e mangueira de incêndio). Procedimentos /etapas: Serão detalhadas a seguir as etapas de produção do pufe de pneu, que são a separa-

ção do material e recorte das peças, preparação dos materiais, a montagem e o acabamento.

4.2.1 Etapas de Desenvolvimento do Pufe de Pneu

Na fase de separação e ou recorte das peças (figura 1), os pneus foram escolhidos de acordo com a largura compatível com o par e as mangueiras e parafusos necessários foram separadas.



Figura 1: Material separado.

Fonte: elaborado pelo autor.

Na etapa de preparação dos materiais, os pneus foram limpos e as mangueiras lavadas e cortadas no tamanho pré-definido.

A montagem se deu na seguinte ordem: Primeiro um dos pneus foi furado com serra copo no fundo para não acumular água durante o uso e separado. E uma base interna de madeira foi medida e cortada para dar apoio ao acento (Figura 2), e em seguida a base de madeira foi parafusada no segundo pneu.



Figura 2: Teste de tamanho após corte da base.

Fonte: elaborado pelo autor.

Para dar acabamento, após a base fixada, as tiras de mangueira foram parafusadas uma a uma, fazendo uma trama no assento (figura 3 e 4)



Figura 3: Fixação das mangueiras.

Fonte: elaborado pelo autor.



Figura 4: Trama feita com mangueiras para assento.

Fonte: elaborado pelo autor.

Por fim, o pneu com furos na base foi parafusado, junto ao superior, dando a altura necessária para uma pessoa se sentar finalizando o móvel (figura 5).



Figura 5: Produto final.

Fonte: elaborado pelo autor.

5 | MOBILIÁRIOS DESENVOLVIDOS E OS AMBIENTES CONTEMPLADOS

O resultado deste trabalho foi compor o ambiente estande da EMATER (figura 6), onde foram aplicados os painéis decorativos de sementes impróprias para consumo (A); a mesa de carretel (B), os pufes de saco de café (C), o aparador (D), pufe de pneu (E), a mesa de centro e canto de caixas de feira (F).



Figura 6: Estande EMATER. Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 6: Estande EMATER.

Fonte: elaborado pelo autor.

Os ambientes platôs 1,2 e 3 (Figuras 7,8 e 9) receberam os sofás F1 e F2 confeccionados com caixa de para-brisas e pallets. Nesse ambiente também receberam as mesas de carretel sendo uma com base de mola de amortecedor (B), as mesas de centro M (H) e M2 (I).

Todos os ambientes contaram com os pufes de pneu, em dois tamanhos, os pequenos e os grandes, confeccionados com pneus de carros e caminhões respectivamente.



Figura 7: Platô de descanso 1.

Fonte: elaborado pelo autor.



Figura 8: Platô de descanso 2.

Fonte: elaborado pelo autor.



Figura 9: Platô de descanso 3.

Fonte: elaborado pelo autor.

Ao reutilizar os materiais descritos neste trabalho, foi possível desenvolver móveis e objetos decorativos com menor uso de material bruto virgem e conseqüentemente sem gerar resíduos. O reuso previne que materiais existentes sejam descartados

poupando energia e água necessárias para produzir material de substituição (MOXON, 2012).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O design sustentável abre caminho para a conscientização da população. O consumo consciente é imprescindível para que haja redução dos danos causados no meio ambiente e considerar que a natureza não é uma fonte de recursos inesgotável, segundo Coutinho (2013) e Ross (2012).

Para Araújo (2015) os produtos do design influenciam a experiência e percepção do mundo que nos cerca. Ao desenvolver móveis e artefatos, provindos de material que seriam descartados por não serem mais úteis em sua função original, podemos afirmar que a concepção e execução de móveis e objetos decorativos é possível e viável.

Podemos concluir que é possível construir ambientes evitando o consumo de material bruto virgem, e a geração de resíduos. Ao enfatizar a produção do setor construtivo através do reuso de materiais, agrega-se valor aos produtos, ao mesmo tempo em que os diferencia frente à concorrência de mercado e proporciona desenvolvimento na regional de Londrina.

Este projeto leva a refletir os meios de reutilização e a aplicabilidade na atividade projetual do design, além de agregar valor e incentivar a utilização dos produtos provindos de material de descarte. Os ambientes desenvolvidos aproximaram a comunidade e os discentes da percepção sobre a sustentabilidade aplicada ao reuso de materiais em fase de descarte.

Através do desenvolvimento do trabalho realizado no projeto de extensão foi possível abordar a importância da preservação, dos recursos naturais, perante a comunidade local, adultos e crianças, e que no futuro se tornem defensores do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AEP Associação Empresarial de Portugal. **Manual Prático de Ecodesign**. Dez. 2013. ISSN 978-972-8702-83-0

ARAUJO, Rosângela; FERNANDES, Valdir; RAUEN, William. **Indicadores de sustentabilidade no contexto do design de produtos**. Rev. Portuguesa e Brasileira de Gestão, Lisboa, v. 14, n. 2, p. 14-27, jun. 2015

CÔRTEZ, Rogério Gomes. FRANÇA, Sérgio Luiz Braga. QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. MOREIRA, Marcos Muniz. MEIRINO, Marcelo Jasmim. **Contribuições para a sustentabilidade na construção civil**. Revista Eletrônica Sistemas&Gestão v.6, n.3, 2011, pp. 384-397 DOI: 10.7177/sg.2011.v6.n3.a10

COUTINHO, Eloyse Cabral. **Conceito sustentável na decoração de interiores**. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 5ª Edição nº 005 Vol.01/2013 – julho/2013. ISSN 2179-5568

5 ELEMENTOS Instituto de educação e pesquisa ambiental. **Consumo sustentável e manual de atividades**. Coleção Consumo Sustentável e Ação, 2009. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. ISBN 978-85-7060-705-8 (Imprensa Oficial). ISBN 978-85-7060-711-9 (Obra Completa) (Imprensa Oficial).

JUNIOR, Joel Vieira Baptista. ROMANEL, Celso. **Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras**. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana. v. 5, n. 2, p. 27-37, jul/dez. 2013.

GIBBS, Jenny. **Design de interiores: guia útil para estudantes e profissionais**. São Paulo: G. Gilli, 2013.

LIMA, Ana Karmen Fontenele Guimaraes. **Consumo e sustentabilidade: em busca de novos paradigmas numa sociedade pós-industrial**. XIX Encontro Nacional do CONPEDI. Fortaleza - CE 12 de jun. de 2010.

MOXON, Siân. Sustentabilidade no Design de Interiores. São Paulo: G. Gilli, 2012. ISBN: 9788425224836 NBR 11861. **Manguieira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio**. ABNT -Associação Brasileira de Normas Técnicas. Out. 1988.

PANERO, Julius. MARTIN, Zelnik. **Dimensionamento humano para espaços interiores**. São Paulo: G. Gilli, 2014. 1ª edição. 10ª publicação. ISBN: 9788425218354

RIBEIRO, Bárbara. **O Designer de Interiores como Marca**. 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. 2010, São Paulo.

ROSS, Alana. BECKER, Elsbeth Leia Spode. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. REGET/UFMS. v(5), nº5, p. 857 - 866, 2012. e-ISSN: 2236-1170

SINPEC - Sindicato Nacional da Indústria de Pneumáticos, Câmaras de Ar e Camelback. **Matéria-primas**. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/sinpec/sobre-o-sinpec/historia-do-pneu/fabricacao/> Acesso em: 22 de nov. 2017.

DESIGN PARA SUSTENTABILIDADE: REALIDADES E POSSIBILIDADES EM DIREÇÃO À UMA TEORIA TRANSDISCIPLINAR

Lucas Farinelli Pantaleão

FAUeD/UFU

lfarinelli@ufu.br

Mônica Moura

FAAC/UNESP

monicamoura.design@gmail.com

Olympio José Pinheiro

FAAC/UNESP

olympiop@faac.unesp.br

RESUMO: Em que “medida” o design estaria contribuindo para a sintonização do desenvolvimento humano frente aos novos paradigmas sistêmicos, holísticos e ecológicos, no contexto da sociedade pós-industrial contemporânea? Com vistas à responsabilidade (habilidade de resposta) que a Teoria e a Metodologia do design detêm perante os complexos imperativos contemporâneos, imprescindíveis para garantir de um futuro sustentável, procura-se contribuir para a reflexão sobre realidades e possibilidades em direção à uma Teoria Transdisciplinar do Design. Neste sentido, preconiza-se uma abordagem ampla que respeite tanto a subjetividade e a objetividade das necessidades humanas, quanto a singularidade e a pluralidade do conhecimento envolvido nas disciplinas projetuais, com vistas à harmonização de aspectos pessoais, sociais, ambientais e econômicos.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria e Metodologia do Design; Design Contemporâneo; Sustentabilidade; Interdisciplinaridade; Transdisciplinaridade.

ABSTRACT: In what “measure” design would be contributing to tuning on human development towards new systemic, holistic and eco-logical paradigms in the context of contemporary post-industrial society? Due the responsibility (response-ability) that Theory and Methodology of Design holds in relation to complex contemporary imperatives, indispensable for guaranteeing a sustainable future, the paper seeks to contribute for a hypothetical reflection on realities and possibilities towards a Design Transdisciplinary Theory. In this sense, a broad approach is recommended which respect both subjectivity and objectivity of human needs, as well as the singularity and plurality of knowledge, involved in a design disciplines, through personal, social, environmental and economic aspects.

KEYWORDS: Theory and Methodology of Design; Contemporary Design; Sustainability; Interdisciplinarity; Transdisciplinarity.

1 | INTRODUÇÃO

“Oitenta por cento do impacto ambiental dos produtos, serviços e infra-estruturas ao nosso redor são determinados pelo designer. As decisões de design moldam os processos por trás dos produtos que utilizamos, os materiais e a energia necessária para produzi-los, o modo como os operamos no dia-a-dia e o que acontece com eles quando perdem a utilidade. Podemos não ter previsto tudo isso e podemos nos lastimar pelo que aconteceu, mas as situações que enfrentamos hoje foram de uma forma ou de outra planejadas por nós no passado”

[John Thackara, 2008, p. 24].

A influência sistemática do *design process* como estratégia de marketing e/ou de valorização distrativa (entretenimento) alimenta um ciclo de estilização dos bens materiais na busca constante por inovação. Pouco mais de um século de design moderno voltado ao industrialismo e à produção em massa acabou por fomentar as convenções particulares da cultura material (capitalista) que é hoje onipresente e considerada normal.

Enquanto o ciclo fabricação (autoria e origem), distribuição (mercado e comércio) e consumo (compra e uso) (CARDOSO, 2016, p. 133) mantém os atuais paradigmas econômicos ao se retroalimentarem com crescimento dos negócios através da satisfação do prazer temporário do usuário, mergulha-se na direção de que tal concepção (ideologia) de cultura material torna-se cada vez mais, fundamentalmente, insustentável.

Articulando sofisticados jogos de sedução cujo foco visa amplificar o faturamento econômico, objetos usuais são impregnados de estilo e identificados com uma imagem célebre de seus autores. Neste cenário, estética e design, aliados à tecnologia, infiltram-se nas indústrias a fim de converterem-se em instrumento de legitimação das empresas em favor do capitalismo de livre mercado. Designers - arquitetos - e artistas plásticos são convidados para redesenhar a aparência dos produtos industriais mais básicos (LIPOVETSKY & SERROY, 2015, p. 27-9).

Inserido no atual processo de globalização cultural através de inter-relações sistêmicas complexas (CARDOSO, 2016), o design, no que tange ao desenvolvimento humano, atua diretamente na formação e satisfação de necessidades tanto objetivas quanto subjetivas, configurando-se como ferramenta essencial à sintonização (ONO, 2006) de um modo de vida minimamente sustentável.

Neste sentido, Ono salienta os desafios ambíguos do design para a mudança da cultura material de consumo:

“No que tange ao consumo e aos estilos de vida, a relação do design não é menos ambígua, diversa e complexa, podendo promover ou não o desenvolvimento sustentável. No âmbito ambiental, o design pode fomentar a durabilidade dos artefatos ou a sua obsolescência e descarte prematuros; no cultural, pode respeitar ou não a diversidade cultural e as múltiplas identidades; no social, pode promover a harmonia ou as desigualdades sociais. E, inter-relacionados a essas três esferas ambiental, cultural e social além da econômica e política, desenvolvem-se os estilos de vida e o consumo” (ONO, 2009, p. 89).

Ao abordar recentemente a questão sobre design, cultura e sociedade, Gui Bonsiepe alerta para a atual “desvirtualização” do conceito de *design* ao observar que, na história social do significado do conceito, nota-se por um lado sua “popularização, ou seja, uma expansão semântica horizontal, e ao mesmo tempo, um estreitamento, isto é, uma redução semântica vertical” (BONSIEPE, 2011, p. 17).

O autor enfatiza que o design se distanciou cada vez mais da ideia de “solução inteligente de problemas” para se aproximar do “efêmero, da moda, do obsoletismo rápido, do jogo estético-formal, da glamourização do mundo dos objetos” o que, por sua vez, “reflete-se nos meios de comunicação de massa, em sua incessante busca pelo novo” (*Idem, op. cit.*, p. 18). Para Bonsiepe, este fato reforça a banalização do conceito no que se refere às questões de cunho teórico-científico, transformando o design em um evento midiático, abordado em um número cada vez maior de revistas que contribuem para difundir esta ideia simplista.

Sobre este fenômeno o autor ressalta:

“Até os centros de promoção do design se encontram expostos a essa cumplicidade dos veículos de comunicação, correndo o risco de desvirtuar seu objetivo de difundir design como resolução inteligente de problemas, e não apenas o *styling*. Trata-se, no fundo, de um renascimento da velha tradição da Boa Forma, mas com um objetivo diferente: os protagonistas do movimento da Boa Forma perseguiram fins sóciopedagógicos, enquanto os modernos *Life Style Centers* perseguem exclusivamente fins comerciais e de marketing” (*Idem ibidem*).

Tal consequência, ainda segundo Bonsiepe, se deve ao fato de que o ensino do projeto em design nunca foi capaz de se equiparar aos padrões do ensino científico. O que, para o autor, explica a dificuldade de “incorporar a formação da competência projetual nas estruturas acadêmicas”, onde “as tradições e critérios de excelência científica diferem fundamentalmente das tradições e critérios de excelência das disciplinas projetuais” (BONSIEPE, 2011, p. 19).

A esse respeito Bomfim aponta que a dificuldade em conciliar conceitos teóricos, oriundos das diversas ciências tradicionais, à atividade de projeto em design, deve-se ao fato dos conhecimentos demandados pela práxis pertencerem a diferentes ramificações das ciências clássicas, que, por sua vez, “se constituíram antes do surgimento do design” (BOMFIM, 1997, p. 28), como ciência. Neste sentido o autor levanta o que julga ser uma característica original, própria do design, ao longo se sua consolidação como ciência:

“Através do uso de ferramentas científicas o design praticamente abandonou a tradição, a maestria do artesão e o senso comum, características típicas da configuração no período pré-industrial, e passou a aplicar outros conhecimentos que permitem antecipar no plano teórico e representativo concepções formais para problemas de projeto. O desenvolvimento histórico da relação entre teoria e práxis antecede a teoria, é característica comum a muitas áreas, como a arquitetura ou a medicina, que através de procedimentos experimentais chegaram, posteriormente, à consolidação de enunciados científicos” (*Idem ibidem*).

O campo de atuação do design na sociedade atual tem-se expandido em diferentes áreas do conhecimento, envolvendo imensas variáveis nas inúmeras fases do projeto. Ao mesmo tempo como agentes configuradores de novas realidades, essas áreas, por se apresentarem a cada dia mais intermutáveis, reclamam da necessidade de uma conceptualização mais abrangente, holística e transdisciplinar do design. Neste sentido o ICSID, *International Council of Societies of Industrial Design* inclui no conceito de design um caráter humanitário, que parece mais apropriado para nossa realidade atual:

“Design é uma atividade criativa cujo objetivo é estabelecer as qualidades multifacetadas dos objetos, processos, serviços e seus sistemas durante todo o seu ciclo de vida. Desta forma, o design é o fator central de humanização das inovações tecnológicas e o fator crucial das mudanças culturais e econômicas. Sendo assim, a tarefa do design é compreender e avaliar as relações organizacionais, funcionais e econômicas, com a missão de: garantir a ética global (por meio da sustentabilidade), social (permitindo a liberdade dos usuários, produtores e mercado) e cultural (apoiando a diversidade). Dar aos produtos, serviços e sistemas, suas formas expressivas (semiologia) e coerentes (estética) com suas próprias características e complexidades” (ICSID, 2010).

Com base nesta acepção, pode-se dizer que o design, enquanto ramo do conhecimento humano, ainda não dispõe de uma abordagem integral realmente inclusiva e efetivamente abrangente. Nas palavras de Bonsiepe: “registramos uma zona de contato entre ciências e projeto, embora ainda não tenhamos, até o momento, uma teoria projetual que abarque todas as manifestações projetuais” (BONSIEPE, 2011, p. 19).

Neste contexto amplo, acreditamos que o design, voltado à criação de bens materiais, tenha assumido uma importância culturalmente desproporcional no âmbito da sociedade pós-industrial (capitalista) globalizada (DE MASI, 1985). Inflada constantemente pela obsessão consumista que advém da inovação estético-tecnológica-industrial, esta ótica estritamente materialista do design representa, em nosso entendimento, a principal contradição entre teoria e prática projetual, no que tange aos imperativos do desenvolvimento sustentável.

Em vista de tais considerações, procura-se contribuir para a reflexão sobre as realidades e as possibilidades de edificação de uma Teoria Transdisciplinar do Design. Preconiza-se uma abordagem ampla que respeite tanto a subjetividade e a objetividade das necessidades humanas, quanto a singularidade e a pluralidade do conhecimento envolvido nas disciplinas projetuais, em prol de uma flexibilização das fronteiras do design, com vistas à harmonização de aspectos pessoais, sociais, ambientais e econômicos (WALKER, 2014; 2017).

Em um plano hipotético discute-se o design rumo à uma abordagem integral que priorize a sintonia com os novos paradigmas sistêmicos, holísticos e ecológicos (CAPRA, 2002; 2006; WEIL, 1987; 1990), rumo à uma suposta sociedade pós-materialista (MATHEWS, 2013). Tal iniciativa alude à uma quebra de paradigmas, na

qual se torna relevante uma reflexão mais aprofundada das questões de cunho teórico, prático, filosófico, científico, pedagógico e epistemológico do design inserido entre, através e além das diferentes disciplinas do conhecimento humano (NICOLESCU, 1999; 2010).

2 | DA INTERDISCIPLINARIDADE À TRANSDISCIPLINARIDADE: CONDIÇÃO INERENTE E ESSENCIAL À TEORIA E PRÁTICA DO DESIGN

“Necessitamos inventar, com urgência, um código de comunicação transdisciplinar. [...] Como transmitir uma mensagem inclusiva que contenha, ou possa dar abrigo, à visão do cientista, à do filósofo, à do poeta e à do místico? [...] Dar voz à nossa imensidão, eis o necessário atrevimento”

[Roberto Crema, 1993, p. 159].

Quando o designer inicia o planejamento de algo, uma compreensão clara das intenções e um conjunto de critérios de projeto devem ser estabelecidos. O resultado precisa “funcionar” de forma eficaz, da mesma forma que deve ser atraente e significativo para o usuário pretendido. Esses fatores são pré-estabelecidos antes do início dos trabalhos de design (*briefing*). Por este motivo caracterizam um conjunto de ideias (*brainstorming*) que lhes serão exteriores a qualquer resultado de design em particular. Neste sentido, as intenções e critérios do projeto são baseados em princípios gerais que, como tal, são teóricos ou abstratos, ainda sem nenhuma existência física ou concreta. Incluem um amplo conjunto de hipóteses, conhecimentos e informações (*branding*) sobre o contexto do projeto, materiais, formas e técnicas adequadas e o conhecimento de produtos similares já existentes (PANTALEÃO, *et. al.*, 2016).

De acordo com Couto, desde que o design se institucionalizou no país, verifica-se um enorme desequilíbrio no que se refere à formação de profissionais voltados ao aprofundamento teórico, ensino e pesquisa, frente à esmagadora maioria de bacharéis que optam, preferencialmente, por atuar com atividades prático-mercado-lógicas na área de gestão e desenvolvimento de projetos (COUTO, 1999, p. 80-1). Para a autora, a “marca da ‘profissionalização’, que vem ao longo dos anos plasmando os currículos dos cursos de graduação em Design” é responsável por “eleger o fazer prático como o mais relevante”, relegando a segundo plano a reflexão teórica, o gosto pela pesquisa e o aprofundamento através das evidências a partir da observação empírica (*Idem, ibidem*).

Ainda segundo Couto, “o Design é uma disciplina notavelmente flexível, passível de interpretações radicalmente diferentes na teoria assim como na prática. Porém, a flexibilidade do Design frequentemente conduz a uma má interpretação e obscurece os esforços para entender sua natureza” (*Idem, op. cit.*, p. 88-9). Neste contexto,

autora adverte quanto ao perigo de a questão da teoria ser levada ao paroxismo, onde as fórmulas teóricas seriam tidas como “abrangentes e exclusivas” e “adotadas com única possibilidade de explicação do real” (*Idem, ibidem*). Fato que certamente encerraria em fracasso, por se tratar de condição *sine-qua-non* às próximas etapas evolutivas do conhecimento humano: a *inter* e a *transdisciplinaridade*.

Sobre uma característica fundamental da transdisciplinaridade, D’Ambrósio, salienta:

“O essencial na transdisciplinaridade reside na postura de reconhecimento de que não há espaço nem tempo culturais privilegiados que permitam julgar como mais corretos – ou mais certos ou verdadeiros – os diversos complexos de explicações e de convivência com a realidade. A transdisciplinaridade repousa sobre uma atitude aberta, de respeito mútuo e mesmo de humildade com relação a mitos, religiões e sistemas de explicações de conhecimentos, rejeitando qualquer tipo de arrogância ou prepotência” (D’AMBRÓSIO, 1997, p. 79-80).

Deste que o filósofo romeno Stéphane Lupasco teorizou a chamada “lógica do terceiro incluído”, a qual considera as “verdades” como provisórias e dinâmicas, questionando a existência de apenas um único nível de realidade, a realidade é concebida como um processo de interação contínua, que leva à relativização da própria verdade científica. (NICOLESCU, 2010).

Posto isso, pode-se dizer que a pesquisa estritamente disciplinar, que trate apenas de um único nível de realidade, deverá ser naturalmente substituída pela pesquisa interdisciplinar. Capaz de tocar, ao mesmo tempo, a dinâmica gerada pela ação dos vários níveis de realidade, a interdisciplinaridade, numa segunda etapa, propicia o advento da fase transdisciplinar: um novo tipo de articulação metodológica que leve em conta todas as dimensões do saber do ser humano ao longo da história (WEIL; D’AMBROSIO; CREMA, 1993).

No caso do design, uma abordagem integral supostamente capaz de garantir a inclusividade tanto do objetivo como do subjetivo, de modo a abarcar tanto a singularidade quanto a pluralidade do desenvolvimento humano (WILBER, 2009, p. 43-66), notório na inata flexibilização das fronteiras (disciplinares) da área, parece sinalizar o caráter axiomático de qualquer teoria do design que subitamente venha emergir enquanto advento epistemológico unificado. Neste contexto o design assume definitivamente o papel de agente promotor de valores inerentes mais significativos, capaz de contribuir para uma regeneração da cultura material, baseada na moderação de consumo e na aceitação da responsabilidade moral para com o planeta.

2.1 Design Contemporâneo: uma realidade coletiva

“O design moderno foi construído com base na crítica da sociedade industrial, do capitalismo e de seus efeitos devastadores. Investindo-se de uma missão social ambiciosa, o design extraiu sua energia da vontade utópica de construir um mundo melhor, de reconciliar o artista e o artesão, a arte e a indústria, a arte e a vida, com a fé no poder dos objetos, de melhorar o mundo e as condições de vida de todos. [...] ocorre que esses ideais coletivos foram amplamente subordinados a valores adversos de natureza individualista, mercantil e consumista”

[Lipovetsky e Serroy, 2015, p. 254].

O design, em sua evolução, produziu uma série de ramificações (HAUFLE, 1996) a partir da articulação de diferentes áreas do conhecimento (arte, ciência, tecnologia). E a produção contemporânea amplia ainda mais seu universo, ao incorporar a necessidade - em caráter de urgência - de questões relativas à sustentabilidade perante o atual cenário pós-industrial, da sociedade da informação e globalização tecnológica (PINHEIRO, 2008).

O volume de conhecimento acumulado pela humanidade, além de imenso, tornou-se global, graças as facilidades de acesso geradas por meios como a internet. “Desde a pós-modernidade continuamos a viver uma intensa mudança de paradigmas, intensificada pela aceleração do tempo e aproximação dos espaços físicos, geopolíticos e culturais” (MOURA, 2011, p. 277).

No entanto, quanto mais as ciências se desenvolvem, mais acabam por se verticalizar. O que faz aprofundar o abismo no que diz respeito à gestão de tamanha quantidade de informação. Este fenômeno é responsável por culminar numa espécie de fragmentação da própria realidade do ser humano.

No tocante ao design, a complexidade das relações dos mais diversos tipos de projeto parece evidenciar cada vez mais a necessidade de uma formulação teórica ampla, que se mostre apta a abarcar o grande número de vertentes da área. À essa “complexidade se inserem as questões interdisciplinares e transdisciplinares, presentes tanto na questão do ensino, como no desenvolvimento de projetos e pesquisas indicando novos métodos e processos projetuais para o design contemporâneo” (MOURA, 2011, p. 279).

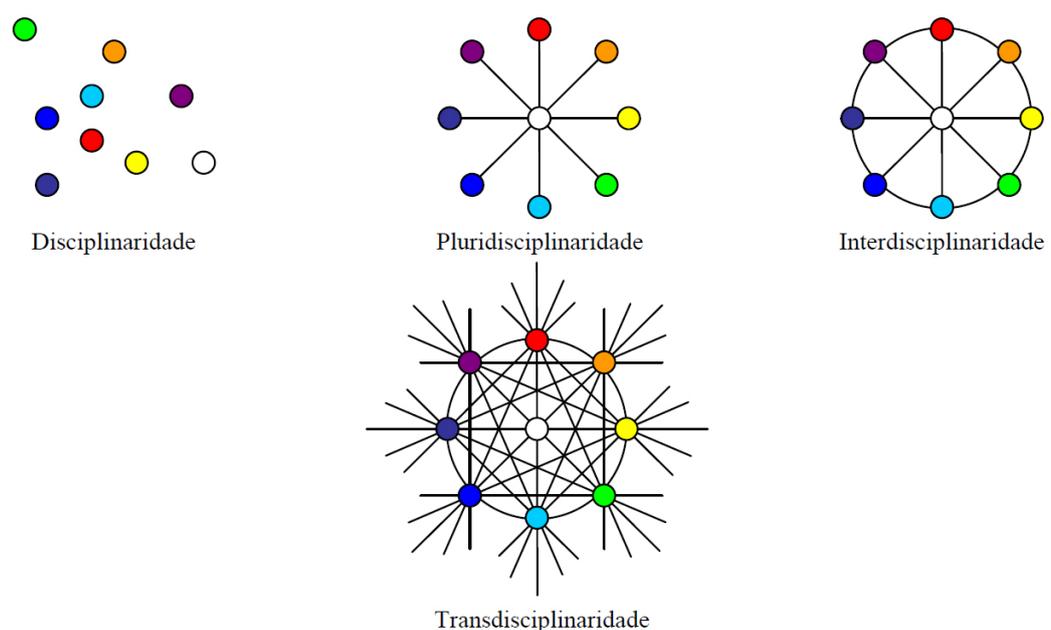
Consoante à tal constatação, Bomfim defende que “uma Teoria do Design, se possível, provavelmente não se enquadraria em nenhum dos grupos clássicos da ciência, ou seja, deveria ser igualmente interdisciplinar ou transdisciplinar” (BOMFIM, 1997, p. 28). Assim, tornar-se-ia uma ferramenta de ação capaz de traduzir o momento presente no intuito de delinear novas relações para o futuro:

“O design, através de sua práxis, seria o elo conciliador ou interventor entre especialistas de diversas áreas. A interdisciplinaridade, como condição inerente e essencial à prática do design, dispensaria a constituição de outra teoria, que, de resto, seria inviável, pois seu campo de conhecimentos não conheceria fronteiras” (BOMFIM, 1997, p. 30).

De acordo com Weil *et. al.*, a interdisciplinaridade emerge como uma reação natural à excessiva fragmentação disciplinar, isto é, o exato panorama que podemos verificar através dos fatos e consequências do mundo contemporâneo no que tange ao estágio atual da evolução do conhecimento humano (WEIL; D'AMBROSIO; CREMA, 1993, p. 28-30). A especialização do conhecimento gera a necessidade de criar inter-relações entre as disciplinas, principalmente nas disciplinas do ramo tecnológico e industrial – como é o caso do design - que sofrem a pressão mercadológica (econômica). Segundo o autor, a interdisciplinaridade caracteriza-se pela transferência de conceitos, métodos e abordagens entre duas ou mais disciplinas que acabam por formar novos ramos disciplinares e que, quando bem sucedida, favorece a emergência da transdisciplinaridade (*Idem, ibidem*).

Ainda com Weil, a fase *transdisciplinar* busca a totalidade das relações do homem com o mundo e surge como superação da fase interdisciplinar (*Idem, ibidem*). A transdisciplinaridade supera a comunicação entre algumas poucas disciplinas e cria um sistema de interação totalmente novo, sem fronteiras, entre as diversas áreas do conhecimento. Em sua obra *Nova Linguagem Holística*, Weil acredita que a transdisciplinaridade corrigirá os efeitos nefastos da especialização, através de um retorno à unidade do conhecimento humano (WEIL, 1987). Para Nicolescu, o próprio prefixo “trans” indica que a transdisciplinaridade está ao mesmo tempo *entre* as disciplinas, *através* de diferentes disciplinas e *além* de qualquer disciplina (NICOLESCU, 1999; 2010). Numa busca ontológica de compreensão da complexidade, a transdisciplinaridade busca a unidade do conhecimento no sentido de promover um entendimento mais holístico e sistêmico para o mundo presente (NICOLESCU, 1999; 2010).

O digrama abaixo ilustra visualmente os diferentes níveis de arranjos disciplinares:



Disciplinaridade, Multi ou Pluridisciplinaridade, Interdisciplinaridade, e

Transdisciplinaridade. Fonte: DESIDÉRIO, 2009, p. 30

Ainda que possa parecer mera utopia, acreditamos que a especulação sobre uma teoria transdisciplinar do design não deve deixar de ser perseguida. Para tanto, faz-se mister destacar a advertência de Bomfim sobre a dificuldade de se romper barreiras intrinsecamente enraizadas na própria constituição do pensamento humano, como por exemplo, o fato, para ele primordial, a respeito da isenção de autorias e/ou definições conclusivas, ao lembrar que “o conhecimento não é neutro – ele toma partido, faz opções” (BOMFIM, 1997, p. 41).

Neste sentido, Bomfim expressa:

“Uma Teoria do Design não será conquista de uma única pessoa, pois a transdisciplinaridade não é domínio de um indivíduo – ela se formará e se desenvolverá através de processos dialógicos entre os participantes envolvidos nas diferentes situações de projeto, incluindo os próprios usuários. Este processo requer, primeiro, vontade e humildade para admitir que há diferentes experiências acumuladas, emoções, paixões, idiossincrasias e, principalmente, o desconhecido” (*Idem*, op. cit, p. 40).

Em sintonia à proposição de Bomfim, Moura exemplifica como a produção do design contemporâneo vem se plasmando sob a noção dos sistemas de coletivos, formados por

... grupos de criação e desenvolvimento de projetos e produtos onde são relacionados diferentes saberes, provenientes de diferentes áreas de formação e atuação de seus integrantes. Essas novas formas de organização de grupos sem hierarquias reafirmam o esfacelamento do conceito de autoria e confirmam a ação interdisciplinar e as possibilidades transdisciplinares presentes na ação projetual e política (MOURA, 2011, p. 280).

Nesta linha mesma de pensamento Cardoso observa que muitos são os pontos de confluência do design. Para o autor, esses pontos, além de difícil teorização, estão precisamente ligados à importância do design às necessidades humanas, que na condição de

“[...] atividade posicionada historicamente nas fronteiras entre a ideia e o objeto, o geral e o específico, a intuição e a razão, a arte e a ciência, a cultura e a tecnologia, o ambiente e o usuário, o design tem tudo para realizar uma contribuição importante para a construção de um país e um mundo melhores” (CARDOSO, 2008, p. 253).

A partir do exposto, entendemos que uma teoria transdisciplinar do design, sem abrir mão da unidade presente na diversidade das relações contemporâneas complexas (CARDOSO, 2016), parece encerrar uma realidade possível. Nesta direção, acreditamos que uma abordagem de tal natureza certamente seria capaz de nos levar, de modo mais significativo (WALKER, 2014; 2017), à uma quebra de paradigmas rumo à uma sociedade pós-material, principalmente no que tange às necessidades e satisfações do ser humano com vistas ao desenvolvimento sustentável.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O debate do design para sustentabilidade é transdisciplinar, uma vez que envolve princípios fundamentais, filosofias e metodologias de trabalho que transcendem os limites disciplinares. Em um mundo onde optar por uma atuação mais consciente e responsável significa contestar as pressões do materialismo, do consumismo, do desperdício e da iminente crise social e ecológica, ao nos colocarmos em contato com reflexões - fundamentadas - acerca das realidades presentes e possibilidades futuras, novas perspectivas devem surgir no sentido de caminhar rumo à uma compreensão conceitual mais abrangente, contudo simultaneamente mais inclusiva, isto é, inter e transdisciplinar.

Vivenciamos uma época onde o design não pode mais se dar ao luxo de “sintonizar” somente a “frequência” do projetar com foco no objeto, ou seja, criar produtos ou bens de consumo voltados apenas às necessidades econômicas. Qualquer pressuposto que pretenda levar em consideração questões relativas à globalização, diversidade cultural, igualdade social, proteção ambiental, desenvolvimento sustentável etc., deve estar ciente dos potenciais e imensuráveis valores da realidade-coletiva (conectada), do diverso no particular; do unitário no global.

É certo que os efeitos nefastos da excessiva fragmentação disciplinar certamente persistirão por tempo indeterminado. Resta saber se os designers de hoje estão cientes e efetivamente engajados a se mover na direção de uma metodologia inter e transdisciplinar do desenvolvimento criativo. Tarefa que exige, acima de tudo, humildade, consciência ecológica e espírito colaborativo, no sentido de promover um est/ética responsável capaz de regenerar a ideologia materialista-consumista que fez triunfar o design industrial do período moderno e pós-moderno.

Tais suposições de nada adiantariam se não desfiarmos o comodismo que nos impede de mudar aquilo que se revela disfuncional. A começar por nossos próprios (pré)conceitos e atitudes, muitas vezes enraizadas e irrefletidas. Tais concepções inconscientes e involuntárias, tantas vezes razas e superficiais sobre a realidade de uma sociedade efetivamente sustentável necessitam ser reprogramadas, se quisermos garantir nossa própria redenção enquanto civilização à beira de um colapso planetário.

Como disciplina ativamente envolvida no cerne das necessidades humanas, o design se manifesta como uma área de atuação portadora de inter-relações sociais profundas e complexas: transdisciplinar por natureza. Cabe ao design e aos designers projetar não fragmentariamente, mas, ao contrário, levar em conta esse conjunto sistêmico, holístico e eco-lógico de atributos como um todo.

REFERÊNCIAS

CAPRA, Fritjof. *A Teia da Vida*. São Paulo: Editora Cultrix, 2002

_____. *O ponto de mutação* (33ª ed.). São Paulo: Cultrix, 2006.

CARDOSO, Rafael. *Design para um mundo complexo*. São Paulo: Ubu Editora, 2016

_____. *Uma introdução à história do design*. (3ª ed.). São Paulo: Blucher, 2008

BOMFIM, Gustavo Amarante. Fundamentos de um Teoria Transdisciplinar do Design: morfologia dos objetos de uso e sistemas de comunicação *In: Estudos em Design*, n.2, v.5, RJ, AEND-BR, 1997, p.27-41

BONSIEPE, Gui. *Design, cultura e sociedade*. São Paulo: Blücher, 2011

COUTO, Rita Maria. Contribuição para um Design Interdisciplinar. *In: Estudos em Design*, 1999, n.1, v.7, RJ, AEND-BR, p. 79-90

D'AMBRÓSIO, U. *Transdisciplinaridade*. São Paulo, Palas Athena, 1997

De MASI, Domenico. *La società post-industriale*, (a cura di.) *In: L'avvento post-industriale*. Milano: Angeli, 1985

DESIDÉRIO, David Lucas. Design de produtos virtuais e transdisciplinaridade: cibercepção e construção de objetos em *second life*, um estudo acerca do design de relações, 2009. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2009.

HAUFLE, Thomas. *Design: an illustrated historical overview*. New York: Barron's Educational, 1996

ICSID – *International Council of Societies of Industrial Design. Definition of design*. Disponível em: <<http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>>. Acesso em 16 dez. 2010

LIPOVETSKY, Gilles; SERROY, Jean. *A estetização do mundo: viver na era do capitalismo artista*. São Paulo: Companhia das Letras, 2015

MATHEWS, Freya. Post-materialism. *In: WALKER, S. and GIARD, J. (orgs). The Handbook of Design for Sustainability*. London: Bloomsbury Academic, 2013

MOURA, Mônica. Interdisciplinaridades no Design Contemporâneo. *In: Menezes, Marizilda; Paschoarelli, Luis Carlos; Moura, Mônica. (Org.). Metodologias em Design: Inter-Relações*. 1 ed. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2011, v. 1, p. 274-290

NICOLESCU, Basarab. *O manifesto da transdisciplinaridade*. São Paulo: TRIOM, 1999

_____. Methodology of Transdisciplinarity - Levels of Reality, Logic of the Included Meddle and Complexity. *In: Transdisciplinary Journal of Engineering & Science* 1(1), 2010, pp.19-38

ONO, Maristela Mitsuko. Desafios do design na mudança da cultura de consumo. *In: Anais do 1º simpósio Paranaense de design sustentável (I SPDS)*. Curitiba: 2009

_____. *Design e cultura: sintonia essencial* (1. ed.) Curitiba: Maristela Mitsuko Ono, 2006

PANTALEÃO, L. F.; PINHEIRO, O. J.; MENEZES, M. S. Teoria e Prática, Ética e Estética no design de produtos: questões de sustentabilidade como alternativa para subversão da atual cultura material de consumo. *In: 3º Congresso Internacional de Moda e Design - CIMODE 2016*. Buenos Aires, Argentina. p. 3294-3303.

PINHEIRO, Olympio J. Percursos do Design. *In: Educação Gráfica* (UNESP. Bauru), v. 12, p. apresentação, 2008

TACKARA, John. Plano B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo. São Paulo: Saraiva: Versar, 2008

WALKER, Stuart. *Design for Life: creating meaning in a distracted world*. Abingdon: Routledge, 2017

_____. *Designing Sustainability: making radical changes in a material world*, Abingdon: Routledge, 2014

WEIL, Pierre; D'AMBROSIO, Ubiratan; CREMA, Roberto. Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos do conhecimento. São Paulo: Summus, 1993

WEIL, Pierre. Holística: uma nova visão e abordagem do real. São Paulo: Palas Athenas, 1990

_____. Nova linguagem holística. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, 1987

WILBER, Ken. Uma teoria de tudo: uma visão integral para os negócios, a política, a ciência e a espiritualidade. São Paulo: Cultrix, 2009

EDIFÍCIO SEDE DA FUNDAÇÃO RIOZOO: UM OLHAR SOBRE A QUALIDADE DO PROJETO DE REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO

Isabel Cristina Ferreira Ribeiro

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura,
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade
Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro-RJ

Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura,
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade
Federal do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro-RJ

RESUMO: Com o tempo, as modificações no atual Edifício Sede da Fundação Rio Zoo, Rio de Janeiro, descaracterizaram o imóvel do ponto de vista da sustentabilidade. Originalmente, este exemplar do patrimônio neocolonial, foi construído como Escola Antônio Prado Júnior, para acolher crianças com necessidades especiais. Este artigo objetiva apontar intervenções que transformaram o conforto e a sustentabilidade do projeto. Como metodologia, foram realizados levantamentos bibliográficos e de campo, com visitas ao local, para observações diretas não participativas e registros fotográficos, que embasaram uma análise histórico-comparativa dos usos da edificação, que na época de sua construção, já priorizava condições técnicas como: acústica, aeração, iluminação natural, e acessibilidade. Como resultados apontam-se as principais alterações sofridas por este patrimônio

e os danos causados pela falta de planejamento e má gestão do Poder Público, visando a contribuir para as discussões que permeiam a qualidade do projeto.

PALAVRAS-CHAVE: sustentabilidade; patrimônio arquitetônico; fundação RioZoo.

ABSTRACT: Over time, the modifications in the current Headquarters Building of the Rio Zoo Foundation, Rio de Janeiro, demarcated the property from the point of view of sustainability. Originally, this copy of the neocolonial patrimony, was built as Antônio Prado Júnior School, to welcome children with special needs. This article aims to point out interventions that have transformed the comfort and sustainability of the project. As a methodology, bibliographical and field surveys were carried out, with site visits, direct non-participative observations and photographic records, based on a historical-comparative analysis of building uses, which at the time of its construction already prioritized technical conditions such as: Acoustics, aeration, natural lighting, and accessibility. The results show the main changes suffered by this patrimony and the damages caused by the lack of planning and bad management of the Public Power, aiming to contribute to the discussions that permeate the quality of the project.

KEYWORDS: sustainabili, architectural heritage,

1 | INTRODUÇÃO

O presente artigo se propõe a apontar intervenções que transformaram o conforto e a sustentabilidade do projeto que descaracterizaram o Edifício, que atualmente, abriga a Sede da Fundação RioZoo, na Cidade do Rio de Janeiro e que causaram danos irreversíveis a este valioso patrimônio arquitetônico, sobretudo sob o olhar da sustentabilidade.

Pesquisas informam que o edifício atual foi construído em estilo Neocolonial, entre os anos de 1928-29 e inaugurado em 27 de setembro de 1930, sendo os autores os arquitetos Nereu Sampaio e Gabriel Fernandes. O imóvel era destinado à antiga escola Antônio Prado Júnior, que buscava atender a crianças com saúde frágil (também chamadas de débeis) e o projeto arquitetônico priorizava as condições técnicas como acústica, aeração, iluminação natural, distribuição de mobiliário, facilidade de circulação (SERRANO, 1930). Essa edificação passou por diversas funções até receber, em 1945, a Administração do Jardim Zoológico do Rio de Janeiro.

As edificações escolares dessa época, apesar de diferirem quanto ao partido arquitetônico, caracterizavam-se pela linguagem arquitetônica do passado luso-brasileiro, adotando elementos como: “frontões curvilíneos, portadas trabalhadas em argamassa, telhas em capa e bica, gelsias e muxarabís no fechamento dos vãos, e, também, o uso extensivo de galerias com arcadas” (SISSON, 1990, p.73).

O tombamento da escola se deu como conjunto arquitetônico da Quinta da Boa vista. Como esse foi em 1938 e a construção é de 1929, conclui-se que todas as construções no local antes de 1938 estejam automaticamente tombadas.

Atualmente esse patrimônio está bastante descaracterizado principalmente no que diz respeito ao conforto ambiental. A descaracterização e a perda de valores que têm pautado essas modificações constituem razões pelas quais é urgente, e necessário, realizar uma reflexão sobre as estratégias de intervenção em edifícios antigos de arquitetura corrente, contribuindo para que futuras alterações no patrimônio edificado preservem a sua identidade e autenticidade, adequando-o às exigências funcionais atuais.

2 | SUSTENTABILIDADE NO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO

Muitos estudos têm sido desenvolvidos sobre a sustentabilidade do patrimônio histórico, onde a absoluta maioria trata teórica ou empiricamente de questões relacionadas à restauração, revitalização, remodelação, requalificação, intervenção, reconstituição, conhecimento, conservação, etc. a fim de promover a salvaguarda

desse patrimônio para futuras gerações.

Na preservação do patrimônio edificado, de valor cultural, devem ser analisadas as relações que a edificação mantém com o programa a ser satisfeito e verificadas as possibilidades de adaptação do uso ao edifício, sem que perca sua autenticidade ou ocorra seu abandono, preservando, assim, as edificações históricas que fazem parte da identidade cultural da cidade.

Uma questão ligada à preservação do patrimônio edificado é adequar a edificação às solicitações advindas de novas demandas de uso e tecnologias, sem descaracterizar o edifício.

Algumas perguntas serviram de embasamento para o trabalho a fim de tornar claros os valores a serem preservados e os critérios para a análise da edificação sob o olhar da sustentabilidade: Quais devem ser as prioridades para a preservação da edificação? Qual a importância dessa edificação? Uso original e Uso atual? Que diretrizes seguir para a sustentabilidade deste patrimônio?

Apesquisa histórico-arquitetônica foi baseada na arquitetura escolar da época, com descrições sobre a antiga escola e sua abordagem priorizando as condições técnicas como acústica, aeração, iluminação natural, distribuição de mobiliário, facilidade de circulação, a preocupação sobre a racionalidade construtiva e a salubridade dos espaços da edificação; além do levantamento fotográfico e entrevistas realizadas “in loco” com funcionários da RIOZOO, foram fundamentais para a organização do trabalho.

O Edifício, que se localiza na Quinta da Boa Vista, em São Cristóvão, Rio de Janeiro (Figura 1), foi tombado, em 1938, com o Conjunto da Quinta da Boa Vista e é um importante marco da história da cidade, portanto, um de seus patrimônios arquitetônicos.



Figura 1: Foto aérea da Quinta da Boa Vista e seu entorno.

Fonte: Mapa elaborado pelas autoras sobre base do Google Earth- acesso em 05/04/2016

De acordo com Sobreira (2008), a preocupação com projetos sustentáveis, já estava presente particularmente entre as décadas de 1920 e 1930. Essa aproximação entre Arquitetura Moderna e o contexto ambiental, mesmo que não expressa diretamente no discurso do ‘estilo internacional’, estaria implícita nas preocupações sobre a racionalidade construtiva e a salubridade dos espaços.

O Edifício já foi ocupado por diversas instituições, entre elas, a mais importante, que foi a Escola Antônio Prado Junior. Na verdade, a edificação foi erguida para abrigar a escola, numa época em que a preocupação com a sustentabilidade era sempre abraçada.

2.1. O projeto original - Escola Municipal Antônio Prado Júnior

Em relação à escola, o enfoque principal do projeto original visava ao conforto térmico e a ventilação natural do edifício, com soluções relacionadas à sua implantação (orientação das fachadas), o partido arquitetônico adotado (dimensão e orientação da edificação, permitindo ventilação cruzada e iluminação natural).

É pertinente enunciar que essa relação com o passado local proporcionava uma adequação coerente com a realidade brasileira, em termos funcionais e de conforto ambiental; a implantação do prédio no terreno favorecia a circulação dos ventos, assim como ao uso de galerias cobertas, beirais de telhado e muxarabis, facilitava a ventilação e proteção contra a radiação solar direta.

Por ocasião da inauguração da Escola Antônio Prado Junior, o então diretor Jonathas Serrano, abordou vários aspectos importantes de sua arquitetura, ressaltando o esforço de integração, entre o projeto de instrução e a saúde pública, que se tentava implementar e a solução arquitetônica mais adequada para tal, são evidenciadas e apontadas por Serrano:

[...] Aqui tendes exemplo e dos mais belos. Este parque encantador [...] era sem dúvida o cenário predestinado, pela sua formosura múltiplice, expressiva e sadia, a abrigar a esta escola de tão alta e bela finalidade. Pressentiu-o e procurou realizá-lo, desde os primeiros dias, o espírito de Fernando de Azevedo, administrador e esteta, homem de ação e homem de pensamento, cheio de todo o entusiasmo e do seu idealismo construtor. (SERRANO, 1928: p.1-4)

O primeiro aspecto enunciado no discurso de Serrano foi a localização, destacando a Quinta da Boa Vista sua beleza cênica, como o lugar mais adequado à instalação de uma escola para abrigar crianças de “saúde frágil”. Neste contexto, destacava um segundo elemento: o desejo de identificar a escola e o seu significado para a sociedade com o “belo”, com o que é “bom” e “bonito”.

Para o orador, a Escola Antônio Prado Junior era uma demonstração clara do padrão pedagógico que se deveria estabelecer através do projeto encabeçado por Fernando de Azevedo: “... esta escola que hoje inauguramos (...) ela é bem uma eloquente demonstração do espírito de nossa época e da solicitude com que hoje

encaramos o problema da infância”. Um outro elemento importante é a forte vinculação entre escola, instrução pública e saúde:

[...] um dos traços característicos da civilização contemporânea é a preocupação com a saúde das crianças, e não só da criança feliz, privilegiada, que abriu olhos à luz em ambiente de conforto, mas ainda e principalmente a criança pobre, desamparada, desordenada física e moralmente. (SERRANO, 1928: p.1-4)

Além da localização privilegiada, a escola contaria também com o equipamento escolar adequado, sendo esse mais um dos elementos fundamentais do projeto de instrução pública encabeçado por Fernando de Azevedo: “... é [o prédio escolar] aparelhado com todos os recursos da ciência experimental, [que] proporcionam assistência e educação, vida ao ar livre, alimentação sadia, repouso, banhos de mar, banhos de sol, banhos de luz”. (SERRANO, 1928: p.1-4)

Logo depois, Serrano (1928) parte para um detalhamento do prédio e de seu entorno:

Percorrer esta escola observar-lhe a construção, analisar-lhe peça por peça, cada um dos seus elementos, é verificar o rigor científico de seu plano, o apurado gosto de suas linhas arquitetônicas, a impressionante nobreza de sua finalidade. Salas de aula, em que se estudou cuidadosamente cada uma das condições técnicas de maior eficiência — acústica, aeração, iluminação natural, distribuição de mobiliário, facilidade de circulação —; varandas e salas de repouso, gabinete médico e dentário, refeitório, cozinha, pavilhão de ginástica, cercado de árvores frondosas que espalham sombra e dão uma nota de especial beleza ao pátio de recreio; pérgula, solário, tanque de vadiar — vede bem, senhores, nada foi esquecido. E em tudo o encanto artístico a serviço da ciência. (SERRANO, 1928: p.1-4).

A edificação passou por diversas funções, decorrentes das sucessivas mudanças de utilização: Escola Antônio Prado Junior (escola para débeis físicos, crianças com saúde frágil); Escola de Jardinagem, ligada à Inspetoria de Mattas e Jardins; ao Instituto de Nutrição e ao Posto de Saúde; até receber, em 1945, a Administração do Jardim Zoológico do Rio de Janeiro (atualmente Fundação RIOZOO).

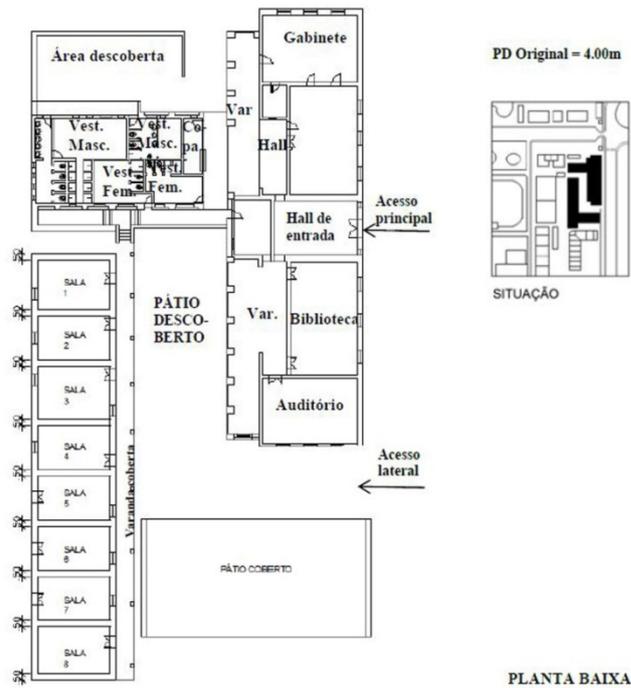


Figura 2: Planta baixa do conjunto da escola Antônio Prado Junior, anterior a ocupação da fundação RIOZOO.

Fonte: Planta fornecida pela administração do Riozoo



Figura 3: Sede administrativa do Jardim Zoológico do Rio de Janeiro Fundação RioZoo.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2016.

2.2. Os espaços internos

A preocupação com a organização dos ambientes internos em relação ao conforto ambiental fica evidente, em relação à:

- Funcionalidade: os corredores, bem espaçosos, foram projetados para que os alunos tivessem a sensação de liberdade total de movimento;
- Acústica: todas as paredes das salas de aula são duplas, com mais de 50

centímetros de espessura, o que as torna à prova de som;

- Conforto Lumínico: os quadros negros eram dispostos em placas construídas de argamassa cuidadosamente estudada. Com medidas para que cada aluno tivesse a base do cone de visão projetada no interior do quadro;
- Conforto visual: as cores interiores eram o verde neutro claro ou o amarelo de âmbar que foram aplicadas conforme orientação das salas.

A edificação seguia os ditames da arquitetura tradicional, de acordo com José Marianno (1927) “O plano de construção de edifícios escolares do Distrito Federal foi iniciado, dentro da orientação tradicionalista”. A escola construída na Quinta da Boavista, também era representativa. Colunas de representação dórica serviam de apoio ao telheiro do pátio interior. Salas de aula bem iluminadas e ventiladas ofereciam um exemplo da integração entre o padrão arquitetônico tradicional e os princípios pedagógicos da Escola Nova. O discurso técnico assim referendava a organização espacial das salas de aula:

Todas as salas de aula estão defendidas da insolação durante o período de trabalho escolar por meio de varandas colocadas ao ocidente ou por janelas basculantes verticais com quadros de venezianas basculantes horizontais. A iluminação das salas foi calculada de modo que cada aluno disponha de uma intensidade luminosa de 18 velas por pé quadrado. Nos dias de grande luminosidade, as régua basculantes graduam a intensidade da luz. Evitando-se desta forma os iluminados ou de iluminação excessiva. Os quadros negros estão dispostos em placas construídas de argamassa cuidadosamente estudada e estendem-se ao longo de três paredes com faixa de cento e vinte centímetros de largura, colocada sessenta centímetros acima do solo. Essas medidas obedecem rigorosamente aos gráficos feitos para que cada aluno tenha a base do cone de visão distinta projetada no interior do quadro. Acima e abaixo dessa faixa não há frisos decorativos nem cores em barra que perturbem a projeção luminosa na retina. As cores interiores são o verde neutro claro ou o amarelo de âmbar que foram aplicadas conforme orientação das salas. (MARIANNO, 1927: pág. 9-28).

A planta original era perfeitamente setorizada, atendendo ao programa original da arquitetura escolar, proposto por Fernando de Azevedo, que incluía aposentos amplos, com alto pé-direito, permitindo que a temperatura do ar interno propiciasse melhor desempenho escolar.

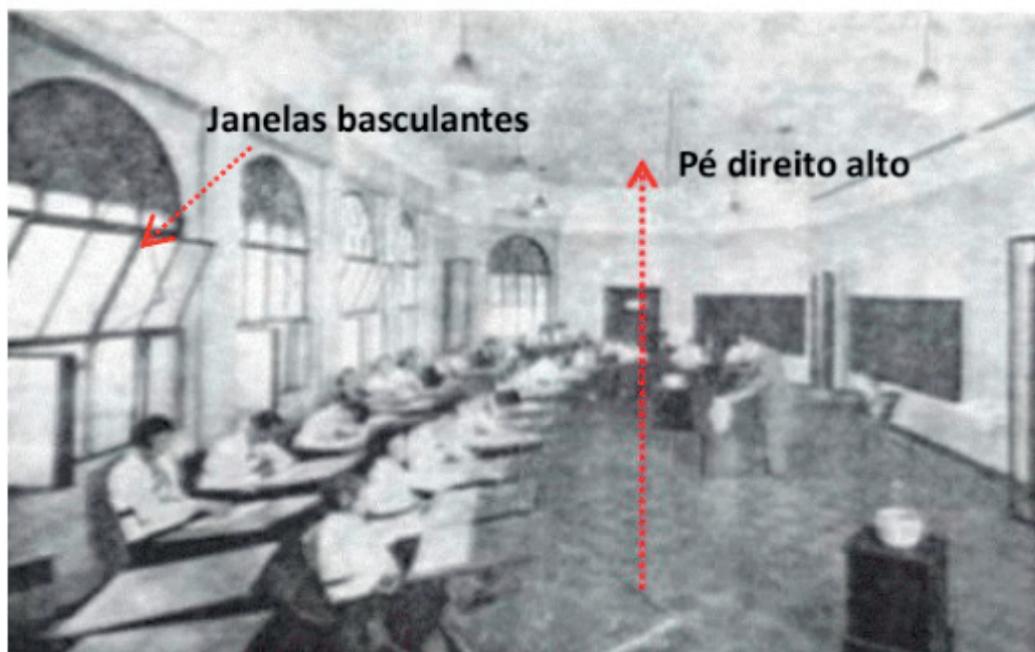


Figura 4: Sala de aula- Arquitetura escolar nas décadas 20-30

Fonte: Arquivos do Instituto de Educação, v.I, n1, jun. 1934.

2.3. Uso atual da edificação- Edifício Sede da Fundação RioZoo

Desde os anos 1940 até os dias atuais, a edificação abriga a Sede da Fundação RIOZOO, responsável pela administração do Jardim Zoológico do Rio de Janeiro. A missão da Fundação é praticar a conservação ambiental, através dos trabalhos de manejo e reprodução em cativeiro, colaborando com a manutenção de um banco genético de espécies ameaçadas de extinção, bem como desenvolver programas de educação ambiental, difundido conceitos sobre a biologia dos animais e conscientizando a população acerca da importância da preservação ambiental, além de representar centro de desenvolvimento científico e importante espaço de lazer e entretenimento para a sociedade.

A Fundação, já esteve subordinada a várias secretarias municipais, como: Secretaria de Obras Públicas; Secretaria de Meio Ambiente (SMAC); Secretaria Especial de Proteção e Defesa Animal; Secretaria da Casa civil (2009), sendo que, em apenas um ano da nova gestão municipal (2009-10), a instituição já esta no seu terceiro presidente e, recentemente, retornou ao SMAC.

Na verdade, quando comparada, às cobiçadas pastas de Governo, com orçamentos astronômicos, uma fundação municipal como é o caso da RIOZOO, desperta pouco interesse do partido majoritário instituído, que via de regra acaba destinando para partidos de menor expressão, a própria sorte da administração do Zoo, conseqüentemente causando modificações em sua edificação, analisada na presente pesquisa.

A fachada principal apresenta uma composição simétrica, com pórtico central

destacado, com base de corpo composto por elementos ornamentais como volutas e nicho. No repertório decorativo, predomina o pó-de-pedra, destacando-se da alvenaria pintada em branco, conferindo um tom austero ao conjunto, aproximando-o de edifícios conventuais franciscanos.

Segundo avaliação feita por Francisco Veríssimo e William S.M. Bittar 1983,

A construção utiliza elementos da arquitetura tradicional do período colonial em fachada, planta, circulações e pátios, tais como telhas de capa e bica compondo o telhado, arrematando em beirais aparentes (...), frontões curvilíneos, avarandados nos pátios internos ajardinados, entre outros elementos decorativos. (VERÍSSIMO e BITTAR, 1983).

3 | AS MODIFICAÇÕES DE USO E A SUSTENTABILIDADE DO PATRIMÔNIO - UMA ANÁLISE COMPARATIVA

Visitas realizadas ao local consistiram em aferir junto ao engenheiro responsável pela assessoria do RIOZOO, através da constatação “in loco”, as questões a seguir, quanto às modificações que foram realizadas na edificação e sua conservação, comprometendo seu conforto ambiental: materiais e padrão construtivo (paredes e cobertura); aberturas/ventilação; aeração dos ambientes; posicionamento e tipologia dos vãos de abertura; iluminação; visão para o exterior e divisões internas; Instalações elétricas; acessibilidade e funcionalidade; pavimentação.

Nos espaços externos, observa-se o fechamento da varanda nas fachadas voltadas para o pátio interno, para a remodelação/adequação do espaço interno às novas demandas do edifício (salas da administração e protocolo) e, também a transformação de vãos de janelas para a inserção de portas de acesso ao novo espaço interno (Figuras 5 e 6).

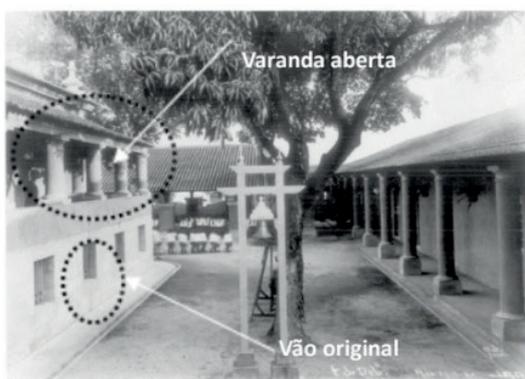


Figura 5: Escola Antonio Prado Jr. Pátio interno. Fotografia de Nicolas Alagemovits [1930].

Fonte: Boletim da Educação Pública nº 2, p. 198. abr./ jun. 1930.



Figura 6: Sede atual da Fundação RIOZOO. Pátio interno.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2016.

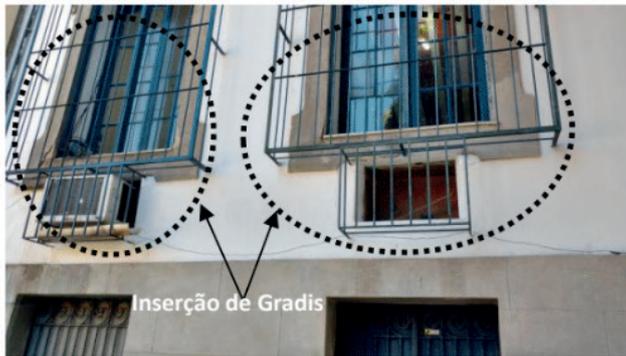


Figura 7: Sede Administrativa da Fundação RIOZOO. Prédio principal, fachada lateral.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2016.



Figura 8: Sede Administrativa da Fundação RIOZOO. Prédio principal, fachada posterior.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2016.

Foram observados, também, gradis de proteção e aparelhos de ar condicionado inseridos nos vãos das janelas, pós-ocupação da Fundação RioZoo; posteriormente, com modificações das características iniciais do edifício (Figuras 7 e 8).

No interior do edifício foram observadas esquadrias de vidro inseridas no hall de circulação interno para passagem de luz, após fechamento da área com alvenaria. Alteração na altura do pé direito com a troca do forro de madeira original, por laje pré-moldada, modificando o conforto térmico dos espaços; Inserção de aparelhos de ar condicionado nas salas internas. (Figuras 9 e 10).



Figura 10: Recepção do prédio principal

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2016.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reutilização de edificações preservadas muitas vezes é realizada de forma depredativa, mantendo-se somente suas fachadas, enquanto as características físicas internas são alteradas, muitas vezes em razão do novo uso e em função do valor econômico. O uso deve ser considerado um meio de se preservar a edificação, e não o objetivo da intervenção.

Percebe-se na edificação histórica analisada a descaracterização dos aspectos de conforto ambiental com os demais quesitos da arquitetura. A verificação de decisões de implantação, de localização, dos espaços, dentre outros registrados nas visitas “in loco” e aqui recortadas e contextualizadas, que nos conduz a uma abordagem que, de forma inevitável, não se limita aos aspectos técnicos do conforto ambiental.

A preocupação sobre a racionalidade construtiva e a salubridade dos espaços da edificação era evidente numa época em que, as disciplinas Conforto Ambiental e Bioclimatismo aplicado à em Arquitetura, não integravam ainda, formalmente, o discurso acadêmico. A Sustentabilidade que foi eleita ideia-chave, neste final de século XX, diante da urgência ambiental vivenciada, pode ser exemplificada através desta análise que aborda através dos diagnósticos, as modificações que foram realizadas na edificação e sua conservação, comprometendo seu conforto ambiental.

É justamente no embate - patrimônio e sustentabilidade, que surge a necessidade de uma reflexão que promova um olhar mais cuidadoso sobre as intervenções em edificações tombadas pelas instâncias municipais, estaduais ou federais, sob o olhar da sustentabilidade. Tanto no sentido da definição das diretrizes quanto nos métodos de execução de algum plano de ação, para que a atuação “reforce os laços de pertencimento da sociedade com o espaço, ressaltando suas marcas historicamente construídas” (Silva, 2012) e, ao mesmo tempo, promova uma apropriação íntegra da sociedade contemporânea com o lugar. Assim, a sensibilização do olhar para a sustentabilidade no patrimônio poderá contribuir para intervenções/reabilitações mais conscientes.

REFERÊNCIAS

SERRANO, J. **Discurso proferido pelo Subdiretor Técnico de Instrução, Sr. Jonathas Serrano por ocasião de ser inaugurada a Escola Antônio Prado Junior, na Quinta da Boa Vista.** Fundo Jonathas Serrano do Arquivo Nacional. Rio de Janeiro: 1927. p.1-4.

SILVA, M. Cecília. **Alternativas à preservação e utilização de edifícios tombados: Um estudo de caso de intervenção física e conceitual.** In CATS- Cataguases, Minas Gerais 2012.

SISSON, Rachel. **Escolas Públicas do Primeiro Grau - Inventário, Tipologia e História.** Arquitetura Revista, Rio de Janeiro, v.8, p.63-78, FAU/UFRJ, 1990.

SOBREIRA, F.J.A. **Concursos de arquitetura e sustentabilidade: entre a retórica e a prática.** O enfoque ambiental nos concursos realizados no Brasil e no Canadá entre 2000 e 2007.

VERÍSSIMO, F.S e BITTAR, W.S.M. **Inventário Arquitetônico do Município do Rio de Janeiro-Neocolonial**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ (FAU-UFRJ) – 1983.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Franciele Braga Machado Tullio Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

Leonardo Tullio Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia – Geotecnologias, com ênfase em Topografia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-71-0

