



# Mix Sustentável



V2. N. 2 | 2016  
ABRIL | SETEMBRO  
VIRTUHAB | CCE | CTC



ISSN 2447-3073



# Mix Sustentável



V2. N.2 | 2016  
ABRIL | SETEMBRO  
VITUHAB | CCE | CTC





# Mix Sustentável

EDITORES

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

## EDITORES

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

## CONSELHO EDITORIAL

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)  
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)  
Cristine do Nascimento Mutti, PhD (UFSC)  
Giovanni Maria Arrigone, PhD (SENAI)  
Amilton José Vieira de Arruda, Ph.D (UFPE)  
Aguinaldo dos Santos, Ph.D (UFPR)  
Vicente de Paulo Cerqueira, Dr. (UFRJ)  
Rachel Faverzani Magnago, Dr. (UNISUL)  
Tomás Queiroz Ferreira Barata, Dr. (UNESP)  
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr.Eng. (UDESC)  
Carlo Franzato, Dr. (UNISINOS)

## EQUIPE EDITORIAL

Andrea Benavides Salome Saramillo, M.Sc (UFSC)  
Letícia Mattana, Mestranda (UFSC)

## DESIGN

Marcella Echer Kaliffe, Graduanda Design (UFSC)  
Natalia Raposo, Graduanda Design (UFSC)

## PERIODICIDADE

Publicação mensal

## CONTATO

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

## DIREITOS DE PUBLICAÇÃO

Lisiane Ilha Librelotto  
Paulo Cesar Machado Ferroli

UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina  
CTC | Centro Tecnológico  
CCE | Centro de Comunicação e Expressão  
Virtuhab  
Campus Reitor João David Ferreira Lima  
Florianópolis - SC | CEP 88040-900  
Fones: (48) 3740-3721  
(48) 3121-4971

## AVALIADORES

Adriano Heemann, Dr. (UFPR)  
Aguinaldo dos Santos, Ph.D (UFPR)  
Albertina Pereira Medeiros, Dra. (UDESC)  
Amilton José Vieira de Arruda, Ph.D (UFPE)  
Almir Barros da Silva Santos Neto, Dr. (UFSM)  
Alexandre de Avila Leripio, Dr. Eng  
Alice Theresinha Cybis Pereira, Dra. (UFSC)  
Ana Veronica Pazmino, Dra. (UFSC)  
Arnoldo Debatin Neto, Dr. (UFSC)  
Carla Arcoverde de Aguiar Never, Dra. Eng (IFSC)  
Carla Martins Cipolla, PhD. (UFRJ)  
Carlo Franzato, Dr. (UNISINOS)  
Carlos Humberto Martins, Dr. (UEM)  
Caelso Salomon, Dr. (UFTPR)  
Cristine do Nascimento Mutti, PhD (UFSC)  
Eduardo Rizzatti, Dr. (UFSC)  
Elvis Carissimi, Dr. (UFSC)  
Fabiano Ostapiv, Dr. (UTFPR)  
Fábio Gonçalves Teixeira, Dr. (UFSC)  
Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos, Dr. (UDESC)  
Fernanda Hansch Beuren, Dra. (UDESC)  
Fernando Antonio Forcellini, Dr. Eng. (UFSC)  
Giovanni Maria Arrigone, PhD (SENAI)  
Graeme Larsen, PhD (University of Reading, England)  
Gregório Jean Varvakis rADOS, PhD (UFSC)  
Ignacio Guillén, PhD (CTF - UPV)  
Issao Minami, Dr. (USP - FAU)  
João Cândido Fernandes, Dr. (UNESP)  
Joel Dias da Silva, Dr. (SENAI)  
Lisiane Ilha Librelotto, Dr. Eng. (UFSC)  
Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, Dr. (UFRN)  
Luiz Fernando Mahlmann Heineck, Ph.D (UECE)  
Marcelo Mattos Bezerra, Dr. (PUC-Rio)  
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr.Eng. (UDESC)  
Marco Antonio Rossi, Dr. (UNESP)  
Marcos Paulo Cereto, Mestre (UFAM)  
Michele Carvalho, Dr. (UNB)  
Normando Perazzo Barbosa, Dr. (UFPR)  
Paula Schelemper de Oliveira, Dr. (IFB)  
Paulo Cesar Machado Perroli, Dr. (UFSC)  
Regiae Trvisan Pupo, Dra. Eng. (UFSC)  
Ronaldo artins Glufke, Mestre Design (UFSC)  
Sérgio Ivan dos Santos, Dr. Eng. (Unipampa)  
Sério Manuel Oliveira Tavares, Dr. (UP-PT)  
Silvio Burattino Melhado, Dr. (USP)  
Sydney Fernandes de Freitas, Dr. (UFRJ)  
Tomás Queiroz Ferreira Barata, Dr.  
Vicente de Paulo Cerqueira, Dr. (UFRJ)

# Editorial

---

Chegamos a quarta edição da Mix Sustentável. Depois da primeira edição regular, e de duas edições vinculadas a congressos (SBDS2015 e ENSUS 2016), apresentamos a segunda edição regular, completando o seu primeiro ano de circulação. A conquista não é fácil em um país onde os números são muitas vezes mais importantes do que o contexto. Os esforços, constantemente, ficam preteridos ao segundo plano, submetidos ao julgamento por vezes preconceituoso de quem somente conhece uma parcela do todo.

Exemplo disso vivenciamos durante este mês olímpico, onde por alguns dias, deixamos de lado questões que nos afligiam para, momentaneamente, nos debruçarmos em frente a televisão e torcer por medalhas nos Jogos Olímpicos. E em meio a pontuais alegrias, advindas de talento individual, sorte ou esforço quase heroico, terminamos com a sensação de que poderíamos ter feito muito mais.

Mas neste contexto, o que muitas vezes a grande parcela da população não vê, é que o resultado final, que é visível e, por conseguinte, julgável, é resultado de muito tempo de dedicação, investimento pessoal, apoio e colaboração mútua. Quando isso inexistente, o que nos sobra é torcer pelo surgimento de “heróis” ou acreditar na sorte.

Esse olhar ao esporte, vivenciado de modo especial neste mês, deve ser dirigido também à ciência Brasileira. Carecemos de “nobels” da mesma forma que carecemos de “ouros olímpicos” e isso está enraizado na própria cultura de nosso povo. O resultado final é fruto do trabalho prévio. Se a preparação foi ineficiente ou insuficiente, dificilmente o resultado final será, ao menos, adequado, que dirá especial ou digno de louvor. Isso somente será mudado quando entendermos, nós pesquisadores, professores, estudantes, governantes, etc. que somente a união em prol da construção coletiva do conhecimento poderá fazer a diferença. É necessário que existam recursos, que se invista tempo, dedicação e suor, para que em uma escala evolucionária possa se criar a cultura da ciência assim como do esporte.

Infelizmente temos visto, no ambiente universitário, que deveria representar essa união em prol do desenvolvimento e representar algo a ser seguido, uma visão contrária, com grupos isolados, competindo uns com os outros na busca de reconhecimentos individuais, muitas vezes muito aquém do que se poderia obter considerando-se o capital intelectual envolvido. Resta-nos, como

bons pesquisadores, indagar o motivo. Encontrar e aplicar nas raízes do problema, a cura.

O trabalho coletivo é um desafio! Principalmente quando consideramos que a sustentabilidade integra profissionais de formações diversas, das áreas humanas, sociais, econômicas. A formação exata se contrapondo ao subjetivo. Conciliar, integrar estas visões, é tão crucial quanto duas faces da mesma moeda. Mas aqui temos de lidar com a imperícia, por vezes intrínseca a nossa própria formação, inerente ao trato do ser humano, da motivação, das diferentes personalidades e objetivos pessoais, aliados a um objetivo comum.

Assim evolui nossa sociedade. Alguns poucos heróis corajosos e dedicados aventuram-se ao risco da inovação e somente uns poucos, mais raros do que os primeiros, ganharão uma medalha sob o jugo de uma plateia ávida. De forma alguma, sua atuação isolada, poderá promover a mudança, sem que haja o desenvolvimento de uma cultura.

A mudança só ocorrerá quando a atuação individual for assimilada pelo coletivo até que uma nova cultura se estabeleça. Só assim novos patamares de desenvolvimento podem ser atingidos. A nossa esperança repousa aqui.

A sustentabilidade, foco central deste periódico, exige essa mudança. Os artigos apresentados neste número mostram que apesar de todo estudo, e de toda evolução que tivemos desde a primeira conferência mundial do meio ambiente, no distante ano de 1972, ainda há muito que fazer. E se não nos unirmos buscando um resultado coletivo, o grande tema da Rio + 20 “Nosso Futuro Comum” dependerá, da mesma forma que nossa participação nas próximas olimpíadas, de sorte ou do aparecimento de um herói.

Lisiane Ilha Librelotto  
Paulo César Ferroli

# Sumário

## ARTIGOS

### 10 **GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS: SUSTENTABILIDADE EM PROPRIEDADE PRODUTORA DE SUÍNOS**

Giuliano E. de Souza, Eng. Sanitarista e Ambiental (UFSC); Hugo A. Gosmann, MSc. (UFSC); Paulo Belli Filho, Dr. (UFSC); Rodrigo de A. Mohedano, Dr. (UFSC); Marco Antônio Casarin, MSc. (UFSC); Lucas Benedet, MSc. (UFSC)

### 20 **AVALIAÇÃO ECONÔMICA E DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO CLASSE A: ESTUDO PARA GOIÂNIA - GO**

Sara Duarte Sacho (UFG); Lucas Rosse Caldas, M.Sc (UnB); Simone Costa Pfeiffer, Dra. (UFG); Rosa Maria Sposto, Dra. (UnB)

### 29 **COBERTURA VERDE: UM USO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Débora Pedroso Righi, M.Sc (UFRGS); Lucas Guilherme Köhler, Eng. (UNIPAMPA); Rogério Cattelan Antocheves de Lima, Dr. (UFSM); Almir Barros da S. Santos Neto, Dr. (UFSM); Gihad Mohamad, Dr. (UFSM)

### 37 **INTERAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS**

Silênia Priscila Lemes, Mestranda (UNIPAMPA); Gabriela Sá Brito, Eng. (UNIPAMPA); Rogério Cattelan Antocheves de Lima, Dr. (UFSC); Almir Barros da S. Santos Neto, Dr. (UFSM); Gihad Mohamad, Dr. (UFSM); André Lübeck, Me. (UNIPAMPA)

### 44 **A DESMATERIALIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ECODESIGN: OBSERVAÇÃO DE UM CENTRO EDUCACIONAL**

Tassiane Bilik, Pós-graduanda (UTFPR); Adriano Heemann, Dr. (UFPR)

### 51 **SUSTENTABILIDADE NO CONSUMO COLABORATIVO: UMA REFLEXÃO SOBRE A DISSEMINAÇÃO DE VALORES SUSTENTÁVEIS A PARTIR DE TROCADORES DE LIVROS**

Roberto Zimmer Araujo, Mestrando PPGDesign (UNISINOS); Karine Freire, Dra. (UNISINOS)

### 60 **DESEMPENHO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO PRODUZIDAS COM BORRACHA DE PNEUS**

Nayra Alberici Pinto, Mestranda (FEIS/UNESP)  
Cesar Fabiano Fioriti, Doutor (FCT/UNESP)

### 67 **A CONCEPÇÃO DE CIDADES CRIATIVAS SUSTENTÁVEIS**

Tiago Bitelo da Silva (UNISINOS)  
Fabricio Farias Tarouco, Dr. (UNISINOS)

### 73 **PROPOSTA DE SUBSTITUIÇÃO DE COPOS PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS EM FÁBRICA DE GRANDE PORTE**

Maria Eugenia Ramos May Corrêa, pós-graduanda (UTFPR); Adriano Heemann, Dr. (UFPR)

### 80 **QUALIVERDE: HISTÓRICO, PROJETOS E PRÓXIMOS PASSOS**

Marcelo de Mattos Bezerra, Doutor em Design (PUC-Rio); Alfredo Jefferson de Oliveira, Doutor em Eng. da Produção (PUC-Rio)

### 87 **A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO COM TERRA ATRAVÉS DA IMPRESSÃO 3D**

Gladys I. K. Taparello, Arquiteta e Urbanista (UFSC)

### 93 **EL PROYECTO URBANO - ARQUITECTÓNICO EN LA TRANSFORMACIÓN PARTICIPATIVA DE ESPACIO PÚBLICO**

Paola Vallejo; Fredy Mena;  
Andrea Jaramillo Benavides

## ENTREVISTAS

### 101 **ENTREVISTA COM: CARLO FRANZATO**

### 104 **ENTREVISTA COM: NORMANDO PERAZZO BARBOSA**

### 107 **ENTREVISTA COM: ELMO DUTRA DA SILVEIRA FILHO**

## TESES

### 110 VALIAÇÃO DE ASSENTAMENTOS E HABITAÇÕES PERMANENTES CONSTRUÍDOS PÓS-DESASTRES DE 2008 NO VALE DO ITAJAÍ, SC

Alberto Lohmann, Doutor (UDESC);  
Fernando Barth, Doutor (UFSC)

### 118 BAMBU COMO MATÉRIA PRIMA PARA DESENVOLVIMENTO DE MOBILIÁRIO INFANTIL

Thalita Leal Dutra, Bacharel (UFSC);  
Ana Veronica Pazmino, Dra. (UFSC)

## DISSERTAÇÕES

### 112 APLICANDO A ESTRATÉGIA DE BIODESIGN NA CONCEPÇÃO DE MÓDULOS CONSTRUTIVOS BASEADOS NAS GEODÉSICAS DE BUCKMINSTER FULLER

Theska Laila de Freitas Soares;  
Orientador: prof. Ph.D. Amilton Arruda

### 114 UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DIGITAIS DE SIMULAÇÃO DE ILUMINAÇÃO NATURAL NO PROCESSO DE PROJETO BIOCLIMÁTICO

Carolina Eloisa Jochims, Mestranda (UFSC/ULBRA); Orientador: Anderson Claro, Dr. (UFSC);  
Coorientadora: Lisiane Ilha Librelotto, Dr<sup>a</sup>. (UFSC)

### 113 ARQUITETURA DE TERRA EM UNIDADES AGRÍCOLAS FAMILIARES: ESTUDO DE CASO NO OESTE CATARINENSE

Cecília Heidrich Prompt, Msc. em Arquitetura e Urbanismo (UFSC); Orientador: Wilson Jesus da Cunha Silveira, Dr. (UFSC)

## TCCs

### 116 AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA DE UM REATOR EM BATELADAS SEQUENCIAIS

Patrícia Braun, Bacharel Eng. Sanit. e Amb. (UFSC); Guilherme M. Zanghelini, Msc. Eng. Sanit. e Amb. (UFSC); Sebastião Roberto Soares, Dr. Gestão Trat. de Resíduos (INSA DE LYON)

# GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS: SUSTENTABILIDADE EM PROPRIEDADE PRODUTORA DE SUÍNOS

*NATURAL RESOURCE MANAGEMENT: SUSTAINABILITY IN SWINE FARM*

Giuliano E. de Souza, Eng. Sanitarista e Ambiental (UFSC)

Hugo A. Gosmann, MSc. (UFSC)

Paulo Belli Filho, Dr. (UFSC)

Rodrigo de A. Mohedano, Dr. (UFSC)

Marco Antônio Casarin, MSc. (UFSC)

Lucas Benedet, MSc. (UFSC)

## Palavras Chave

Sustentabilidade Ambiental; Gestão de Recursos Naturais; Manejo de Dejetos de Suínos

## Key Words

*Environmental Sustainability; Natural Resources Management; Swine Waste Management*

## RESUMO

A suinocultura em Santa Catarina é desenvolvida, principalmente, em pequenas propriedades rurais onde o excesso de dejetos produzidos é um desafio para a sustentabilidade. O presente trabalho apresenta as ações realizadas pelo projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água (TSGA) para o aumento do índice de sustentabilidade de uma propriedade suinícola localizada no município de Braço do Norte, no sul do estado. Os trabalhos referem-se à aplicação de tecnologias sociais (TS) para o tratamento e valorização dos dejetos e a recuperação de áreas degradadas em faixas de APP. Como resultado, obteve-se a melhoria da qualidade ambiental da propriedade propiciando 100% de aproveitamento dos dejetos, sem o lançamento de efluentes nos corpos d'água ou contaminação dos solos. Simultaneamente, as tecnologias sociais empregadas geraram subprodutos valoráveis contribuindo com a dimensão econômica, entre eles, o biofertilizante que possibilitou a redução no consumo de fertilizantes químicos, o biogás como fonte de energia renovável e a biomassa de lemnas que foi utilizada como alimento proteico no incremento da produção de peixes gerando uma fonte de renda secundária na propriedade. Conclui-se que as TS aplicadas elevaram o índice de sustentabilidade da propriedade, em suas três dimensões, apresentando grande potencialidade para a replicação na Bacia Hidrográfica.

## ABSTRACT

*Swine raising in Santa Catarina is mostly developed in small farms where the excess of waste produced is a challenge for the farm sustainability. This paper presents the actions taken by the project Social Technologies for Water Management (TSGA) to increase the sustainability index of a swine farm located in the county of Braço do Norte, in the southern state. The actions refer to the application of social technologies (ST) for the treatment and recovery of waste and the regeneration of degraded areas in riparian forest. As a result, it was obtained improvement of environmental quality of the property providing 100% of waste utilization without soil contamination or effluent discharging into water bodies. Simultaneously, the ST employed generated valuable by-products contributing to the economic dimension of sustainability, including the biofertilizer which allowed the reduction in the consumption of chemical fertilizers, biogas as a renewable energy source and biomass of lemnas, that was used as a protein food in the increase of fish production generating a secondary source of income on the property. It was concluded that social technologies applied elevated the property sustainability index in three dimensions, with great potential for replication in the Basin.*

## 1. INTRODUÇÃO

A suinocultura desempenha um papel fundamental na economia catarinense. Com aproximadamente oito mil suinocultores em produção de escala comercial (ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS, 2014) e 6,3 milhões de cabeças de suínos, segundo levantamento do IBGE (BRASIL, 2013), a atividade é responsável por 21,43% do PIB de Santa Catarina (ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS, 2014).

Grande parte da produção agropecuária é realizada em pequenas propriedades familiares. De acordo com o último censo agropecuário realizado pelo IBGE em 2006 (BRASIL, 2009), do total de 193.663 estabelecimentos existentes na época, mais de 168 mil foram classificados como estabelecimentos com predomínio total da agricultura familiar, o equivalente 87% do total de propriedades.

Do ponto de vista ambiental a suinocultura é uma das atividades agropecuárias de maior potencial poluidor em função do volume de dejetos produzidos e do elevado número de contaminantes contidos no efluente. Esses contaminantes, em ação individual ou combinada, representam uma fonte potencial de degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo (MIELE, 2006 e OLIVEIRA, 2012).

Os dejetos de suínos possuem alta concentração de matéria orgânica, nutrientes (N, P e K) e patógenos, sendo extremamente poluentes. Se não forem devidamente tratados ou reutilizados os dejetos suínos podem causar degradação dos solos pelo acúmulo de nutrientes, desequilíbrios em ecossistemas aquáticos pela eutrofização, além da emissão de gases do efeito estufa. Esses dejetos se apresentam basicamente na forma de uma mistura de fezes e urina, juntamente a águas de lavagem, resíduos de alimentos (ração), águas de vazamento de bebedouros, águas utilizadas na higienização das instalações e águas de chuva que podem entrar nas calhas (BELLI FILHO, 1995).

O destino final desses dejetos deve ser seu aproveitamento como biofertilizante em lavouras. Segundo Couto (2014), propriedades suinícolas podem utilizar esses dejetos líquidos como única fonte de nutrientes para as culturas ou para complementar a adubação mineral. Em alguns casos, essa prática se torna essencial para o estabelecimento de culturas comerciais.

No entanto, é tolerada uma quantidade máxima de nutrientes assimiláveis pelas plantas e são fixados limites de aplicação, os quais estão previstos em legislação (IN-11 da Fundação do Meio Ambiente – FATMA – no caso de Santa Catarina). Caso a utilização do fertilizante orgânico seja feita sem os critérios técnicos adequados, poderá provocar redução na produtividade e impactos negativos

ao ambiente, por isso, o uso desses insumos deve sempre estar respaldado por profissional que detenha formação qualificada (CORRÊA et al, 2011). Qualquer excesso de efluente deve ser tratado para se obter condições favoráveis aos padrões de lançamento em corpos hídricos.

Segundo Mohedano (2010), o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias que promovam um modelo de produção mais ambientalmente sustentável para a suinocultura são de extrema importância. Se faz necessária a integração da suinocultura nos princípios da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei 9433/97) (BRASIL, 1997) com uma redução significativa no volume de dejetos e gases lançados no ambiente natural, sem comprometer a eficiência econômica da atividade.

É possível reverter o atual quadro de poluição, em benefícios ambientais, utilizando os dejetos como insumo na produção agrícola e na geração de energia elétrica e térmica, além de reduzir o consumo dos recursos naturais e melhorar a qualidade ambiental local.

A aplicação de tecnologias na promoção de uma produção mais ambientalmente sustentável foi o objetivo do projeto Tecnologias Sociais para a Gestão da Água (TSGA) em uma propriedade suinícola de Braço do Norte.

O presente trabalho busca apresentar as ações do projeto para adequação ambiental da propriedade, que conta com sistema de tratamento e valorização de dejetos, com foco na sustentabilidade ambiental da propriedade e gestão de recursos naturais.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

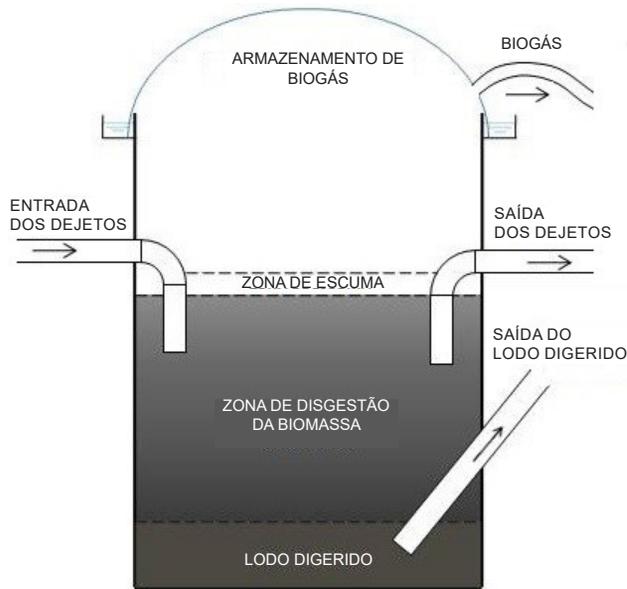
### 2.1 Tratamento do efluente e aplicação no solo

A forma mais usual de manejo de dejetos realizada no Brasil é o armazenamento em esterqueiras ou em lagoas para posterior aplicação no solo (GOSMANN, 1997). De acordo com Miranda (2005), a esterqueira serve para o armazenamento dos dejetos, onde será promovida a fermentação da biomassa e redução dos patógenos presentes. Estas são opções de baixo custo para os produtores que possuem áreas de cultivo suficientes, onde esses resíduos possam ser utilizados como fertilizante agrícola orgânico.

Em áreas de cultivo insuficientes, o dejetos excedente deve ser tratado. Várias são as tecnologias de tratamento que podem ser utilizadas na suinocultura. O tratamento biológico é uma excelente alternativa devido ao teor de matéria orgânica encontrado no efluente. Segundo Mohedano (2010), o alto valor da relação DBO/DQO demonstra a elevada biodegradabilidade do dejetos bruto.

Entre os sistemas de tratamento biológico recomendados está o tratamento anaeróbico em biodigestores seguido de lagoas de estabilização para polimento. O biodigestor (Figura 1) é um reator biológico que degrada a matéria orgânica (biomassa) em condições anaeróbias (ausência de oxigênio), produzindo um efluente líquido (biofertilizante) e gerando o biogás (KUNZ, HIGARASHI e OLIVEIRA, 2005).

Figura 1: Representação esquemática de um biodigestor



Fonte: Projeto TSGA.

### 2.2.1 Lagoa de estabilização com macrófita aquáticas (Lemnas)

Entre as diferentes configurações de lagoas de estabilização estão as lagoas de macrófitas lemnáceas (conhecidas popularmente por lemnas ou lentilhas d'água) (Figura 2), que podem ser utilizadas no tratamento de diversos tipos de efluentes orgânicos. No tratamento dos dejetos suínos, as

Figura 2: Exemplo de lagoa de lemnas utilizada para tratamento de dejetos suíno e detalhes da planta aquática da espécie *Landoltia punctata*



Fonte: Mohedano (2010)

macrófitas lemnáceas são utilizadas com sucesso, pois além de promover a remoção de nutrientes (N e P) do efluente, geram uma biomassa com elevado valor nutricional, alcançando mais de 40% de proteína bruta (IQBAL, 1999). De acordo com Mohedano (2012), essa biomassa pode ser incorporada na dieta de animais como peixes, aves, suínos e bovinos, reduzindo o custo de produção. Pode também ser utilizada como co-substrato no biodigestor para a produção de biogás.

### 2.2 Biogás e geração de energia

O biogás é uma mistura gasosa composta principalmente por gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ) originado por um processo biológico de decomposição da matéria orgânica por meio de digestão anaeróbia (FRIEHE, WEILAND & SCHATTAUER, 2010).

Segundo Weiland (2009), a produção de biogás através de digestão anaeróbia oferece significativas vantagens sobre outras formas de produção de bioenergia. A geração de energia através do biogás reduz drasticamente a emissão de GEE – comparada aos combustíveis fósseis – utilizando recursos disponíveis localmente. Além disso, a queima do combustível transforma o metano em dióxido de carbono, o qual é 23 vezes menos poluente em termos de impacto sobre as mudanças climáticas.

Segundo Oliveira (2012), a possibilidade de utilização do biogás para geração de energia térmica e elétrica agrega valor ao dejetos, diminuindo seus custos com tratamento. Os benefícios calculados em sua análise resultam na economia do produtor com a energia que deixa de comprar da concessionária ou na renda obtida com a comercialização da energia gerada na propriedade.

A utilização do biogás produzido aumenta, em média, 45% a eficiência energética da criação de suínos, pois recupera grande parte da energia da ração ainda presente nos dejetos (ANGONESE, 2006; LIRA, 2009). Porém a baixa eficiência na conversão do biogás em energia elétrica reduz este valor para 8%.

Dal Mago (2009), em estudos de regionalização da produção de biogás, estimou uma produção de 15 milhões de  $\text{m}^3$  biogás/ano para o município de Braço do Norte, com 9 milhões de  $\text{m}^3$   $\text{CH}_4$  no mesmo período.

Existem diversos arranjos físicos para a produção de biogás e energia elétrica. Marques (2012), avaliou a produção de biogás e energia elétrica em uma propriedade com 5000 animais em crescimento e terminação. A granja produz em média  $550 \text{ Nm}^3/\text{dia}$  de biogás e gera energia durante 10 horas diárias com um motogerador de 76 kW. Apesar da melhora ambiental e energética resultante da utilização do biogás, o autor concluiu nesse caso que o

investimento não é viável economicamente, pois o custo do kWh produzido foi superior ao pago para a distribuidora.

No sentido de tentar obter viabilidade econômica na produção de biogás e energia elétrica, Coimbra-Araújo et al. (2014) relataram o estudo de caso do condomínio de agroenergia de agricultores familiares na microbacia da sanga Ajuricaba em Marechal Cândido Rondon/PR. O projeto integra 33 propriedades rurais totalizando um rebanho de 400 vacas e 5000 suínos. Cada propriedade possui seu biodigestor conectado por um gasoduto de 25,5 km que leva 570 Nm<sup>3</sup>/dia de biogás até uma micro central termelétrica (MCT). A MCT possui um motogerador de 80 kW e um secador de grãos com capacidade para 470 sacos. A energia gerada é suficiente para abastecer todos os produtores, reduzindo assim seus custos de produção.

Em abril de 2012 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou a resolução normativa nº 482 que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração (até 100 kW) e minigeração (100 kW a 1 MW) distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica. Este sistema permite gerar energia mesmo quando não há demanda na propriedade e armazená-la na rede da distribuidora, evitando assim um possível desperdício de biogás e aumentando a eficiência da conversão do biogás em energia elétrica. Porém fatores como a rede monofásica no campo, limitação da potência instalada nas granjas e a incidência de impostos impedem resultados técnicos e econômicos melhores e ainda inviabilizam os projetos.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Caracterização da propriedade

O trabalho foi realizado em uma propriedade suinícola de Braço do Norte, sul do estado de Santa Catarina. A propriedade localiza-se na bacia hidrográfica do Rio Coruja/Bonito, um dos afluentes do Rio Tubarão.

Essa propriedade é considerada pequena, de base familiar, característica representativa da região. Possui uma área total de aproximadamente 24ha, dos quais 15ha recebem dejetos para adubação de culturas de milho e aveia. O plantel de suínos da propriedade conta com 30 matrizes em ciclo completo (CC) e um rebanho de aproximadamente 300 animais.

#### 3.2 Ações e estudos realizados

As ações realizadas pelo projeto TSGA na unidade demonstrativa de Braço do Norte, visaram a implantação de um sistema de produção de suínos com manejo dos dejetos que tornasse a propriedade ambientalmente sustentável.

Os subprodutos gerados no sistema de tratamento foram valorizados dentro da propriedade como insumo no processo de produção ou exterior ao processo, evitando contaminação dos recursos naturais da propriedade e da bacia hidrográfica.

Paralelamente foram realizadas ações de recuperação de áreas de preservação permanente (APP) degradadas.

#### 3.2.1 Tratamento do efluente

Tendo como base a unidade de produção de suínos, foram aplicadas tecnologias de manejo, tratamento e utilização dos dejetos, conforme esquema na Figura 3. Coletados na unidade de produção, os dejetos eram transferidos inicialmente para uma central de recolhimento composta por duas caixas de fibra de vidro de 5m<sup>3</sup> cada e, em seguida, bombeadas para o biodigestor (capacidade de 90m<sup>3</sup>). No biodigestor, os dejetos permaneciam por aproximadamente 30 dias. Este tempo de retenção hidráulica (TRH) permite que a matéria orgânica seja degradada e seja produzido o biogás pelas bactérias metanogênicas. Do biodigestor, os dejetos eram encaminhados para a lagoa de armazenamento (360m<sup>3</sup> de volume e 120 dias de TRH) para seu aproveitamento na agricultura (em torno de 70%). O excedente seguia para tratamento terciário com lagoas de lemnas.

O sistema contava com duas lagoas de lemnas em série, as quais eram responsáveis pela recuperação de nutrientes (como nitrogênio e fósforo) micronutrientes e metais pesados (como zinco e cobre, no caso da suinocultura), além de promover a inserção de oxigênio no meio líquido e bloquear a passagem de luz na coluna d'água, impedindo o desenvolvimento de algas. Após um tempo de retenção de 102 e 34 dias respectivamente nas lagoas de lemnas 1 e 2, o efluente tratado podia ser reutilizado para fins não nobres (como lavagem da granja) e a biomassa de lemnas – retirada a cada dois dias durante todo o processo – era fornecida como alimento para os peixes criados na propriedade.

#### 3.2.2 Aplicação de dejetos

Na propriedade piloto foram feitos alguns estudos relativos à aplicação dos dejetos no solo como biofertilizante, dentre eles: avaliação dos teores de N total e mineral (por BENEDET et al, 2013); avaliação da dinâmica do carbono e rendimento de culturas em solos submetidos à aplicação de dejetos de suínos e fertilizante nitrogenado mineral (por COUTO, 2010); e estudo de vulnerabilidade do solo à contaminação por fósforo (P) cobre (Cu) e zinco (Zn) (por COUTO, 2014).

A avaliação dos teores de nitrogênio total e mineral foi realizada de acordo com os seguintes tratamentos no solo:

testemunha sem adubação (T); adubação com dejetos líquidos de suínos equivalente a recomendação de N/ha-ano para a cultura do milho e da aveia (DL90) e ao dobro da dose (DL180); adubação com cama sobreposta de suínos equivalente a recomendação de N/ha-ano para a cultura do milho e da aveia (CS90) e ao dobro da dose (CS180). Foram selecionados blocos ao acaso com três repetições para o delineamento experimental, sendo que cada parcela possui dimensões de 4,5m X 6,0m.

As amostras foram coletadas a diferentes profundidades e em seguida foram secas, moídas, peneiradas com malha de 2 mm e levadas para análises de N total e mineral.

Valendo-se do mesmo delineamento experimental, o trabalho de Couto (2010) contou com os seguintes tratamentos: (i) testemunha (T); (ii) adubação com cama sobreposta de suínos com a recomendação normal do N às culturas (CS1) e com o dobro da recomendação (CS2); (iii) adubação com dejetos líquidos de suínos com a recomendação normal do N às culturas (DL1) e com o dobro da recomendação (DL2); e (iv) adubação com fertilizante nitrogenado mineral com a recomendação normal do N às culturas (AQ1) e com o dobro da recomendação (AQ2).

Já o estudo de vulnerabilidade do solo à contaminação por P, Cu e Zn buscou informações que indicassem o nível de poluição por esses elementos em áreas sob aplicação de dejetos líquidos de suínos (áreas de referência) e posteriormente extrapolou estes dados para as áreas com características ambientais semelhantes.

Primeiramente, o autor realizou um estudo de caso em dez propriedades suinícolas e uma área de floresta sem

aplicação de dejetos para entender e descrever os processos ambientais da suinocultura. Nesta etapa, através de dados de perda e cobertura do solo, tempo e quantidade de aplicação de dejetos líquidos de suínos e teores das frações de P, Cu e Zn no solo, estabeleceu a vulnerabilidade utilizando uma análise multicritério.

Após a primeira etapa, foi realizada a extrapolação dos teores de P, Cu e Zn das áreas de referência estabelecidas, e o levantamento das perdas de solo, cobertura do solo e tempo de aplicação de dejetos líquidos de suínos de parte da bacia hidrográfica Rio Coruja/Bonito. A partir de tais dados, e através de uma análise estatística multicritério, estabeleceu a vulnerabilidade à poluição por P, Cu e Zn da área avaliada.

### 3.2.3 Biogás e geração de energia

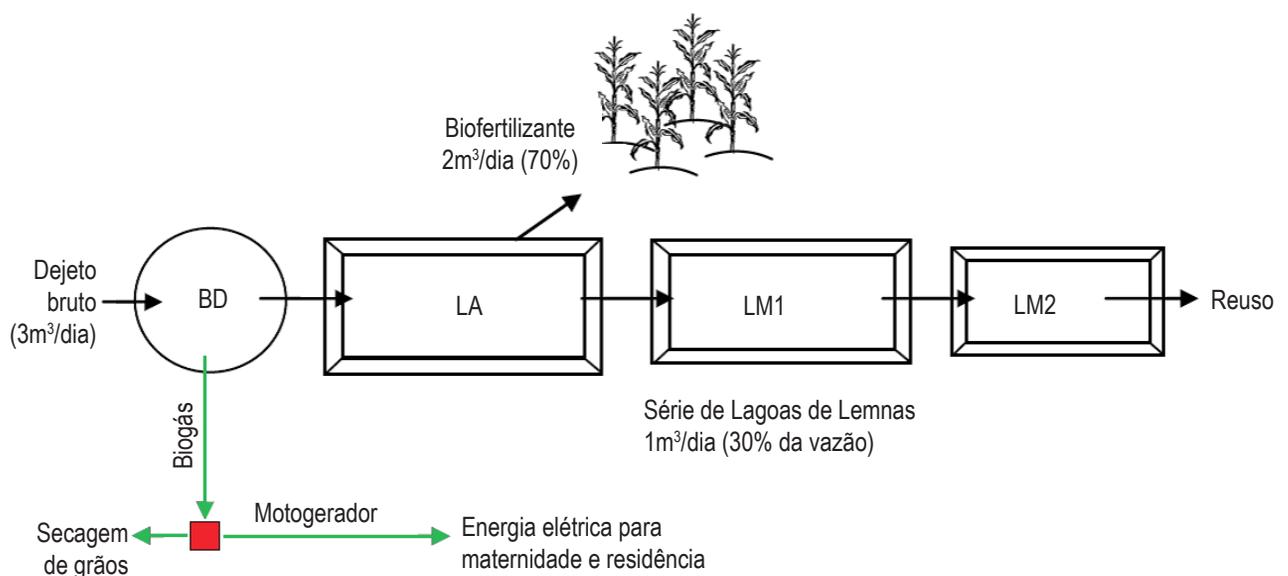
Na propriedade, que contava com 30 matrizes em ciclo completo, foi instalado um motogerador de 2,9 kW.

No estudo, foi construída uma rede exclusiva para levar a energia do gerador até a casa do produtor e à maternidade dos suínos. A proposta foi alimentar 4 refrigeradores de 400W na casa do produtor e mais 10 lâmpadas de 100W responsáveis por aquecer os leitões recém-nascidos na maternidade, totalizando 2,6 kW de carga.

A produção estimada de biogás por matriz foi de 1,15 Nm<sup>3</sup>/dia o que representa uma produção diária total de 28,75 Nm<sup>3</sup>. Baseado no consumo fornecido pelo fabricante de 2 Nm<sup>3</sup>/h, o moto-gerador foi instalado para funcionar 14,38 horas por dia.

O calor dos gases de escape do motor foi utilizado para secagem de grãos na unidade de silo secador onde o grupo gerador foi instalado.

Figura 3: Representação esquemática das unidades de tratamento dos dejetos e geração de energia.



Legenda: Biodigestor (BD); Lagoa de Armazenamento (LA); Lagoas de Lemnas 1 e 2 (LM1 e LM2)

Fonte: Adaptado de Mohedano *et al* (2012).

### 3.2.4 Recuperação de áreas degradadas

Com o intuito de adequar a propriedade rural de acordo com as exigências de um Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta assinado pelo proprietário e diminuir os impactos da degradação ambiental, foi desenvolvido o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) em APP de Mata Ciliar. A aplicação do PRAD visou recuperar e conservar as zonas ripárias da propriedade, o que fez parte das ações para obtenção da Licença Ambiental de Operação.

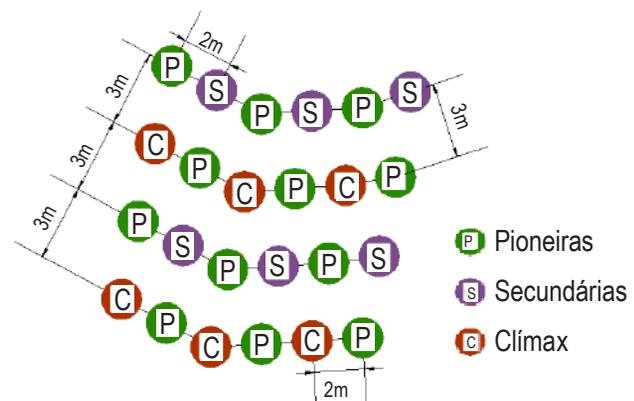
Foram selecionadas as faixas determinadas pelo Código Florestal Federal (Lei nº 12.651/2012), onde delimitou-se as zonas ripárias próximas aos afloramentos e cursos d'água, considerando-se uma faixa marginal de 30 metros para os açudes e riachos e 50 metros para nascentes. Porém, a recuperação de toda a área aconselhada legalmente para APP, inviabilizaria as atividades agropecuárias na propriedade devido a benfeitorias que, apesar de não respeitarem as distâncias determinadas por lei, eram de difícil realocação. Dessa forma, foram selecionadas áreas para recuperação que conciliassem aspectos relacionados à legislação ambiental, ao meio ambiente e ecossistemas influenciados pelas matas ciliares e às características de relevo, onde se procurou adaptar o polígono ideal às benfeitorias existentes (Figura 4).

O modelo de recuperação do PRAD considerou a diversidade de espécies e as inter-relações entre plantas e

animais. Como método de recuperação foi empregado o plantio de espécies nativas (Floresta Ombrófila Densa e Mista) em conjunto com o controle da regeneração natural de espécies, de acordo com o preconizado pela Instrução Normativa nº 05 do Ministério do Meio Ambiente.

Foi feita a demarcação e isolamento das áreas a serem recuperadas e realizado o plantio de mudas, visando estimular e acelerar o processo de sucessão natural da APP. Dessa forma, o plantio foi iniciado com as espécies pioneiras, depois as secundárias iniciais, secundárias tardias e por último as climácicas. O modelo de plantio seguido é apresentado na Figura 5.

Figura 5: Modelo de plantio seguido (espaçamento de 3m entre linhas e 2m entre plantas)



Fonte: Gonçalves (2012)

Figura 4: Áreas de APP e Reserva Legal da propriedade



Fonte: Adaptado de Gonçalves (2012).

## 4. APLICAÇÕES E RESULTADOS

### 4.1 Qualidade da água

#### 4.1.1 Tratamento do efluente

O Sistema de tratamento dos dejetos da propriedade apresentou ótimos resultados na remoção de DBO/DQO e nutrientes. O sistema biodigestor-lagoa de armazenamento apresentou resultados da ordem de 98% de eficiência na remoção de DQO (HENN, 2005). Já o biodigestor em si, obteve 90,2% de remoção no inverno e 97,3% durante o período de verão, devido a maior eficiência das bactérias metanogênicas nas temperaturas mais elevadas do verão (DAL MAGO, 2009). As lagoas de Lemnas, após um ano de monitoramento avaliando-se parâmetros determinados previamente, apresentaram como resultados do polimento do efluente, as seguintes eficiências de remoção: NTK= 98%, N-NH<sub>3</sub>= 99%, Pt= 94%, DQO= 96%, DBO<sub>5</sub>= 95%, ST = 92%, E. coli = 3 log (MOHEDANO, 2010). A concentração de oxigênio dissolvido no meio líquido, segundo Mohedano (2010) passou de praticamente ausente no efluente bruto para 3,02±1,2mg/L após o tratamento. A eficiência total do sistema foi de 99,9% na redução de DBO, 6 log na remoção de E. Coli e 99,8% na remoção de NTK e Pt, deixando o efluente em condições de ser lançado no corpo receptor a jusante ou ser aproveitado na propriedade para fins menos nobres. A biomassa de lemnas produzida durante o tratamento era utilizada como insumo para piscicultura na propriedade elevando a produtividade de tilápias, segundo relato do produtor. Esta biomassa apresentou em média 35% de proteína bruta (Mohedano *et al* 2012).

### 4.2 Qualidade do solo

#### 4.2.1 Aplicação de dejetos

O resultado obtido pelos autores na avaliação dos teores de N total e mineral mostrou maiores teores de nitrogênio total (até 15cm de profundidade) em solos com aplicação de 180kg N/ha-ano de cama sobreposta. No tratamento testemunha (sem aplicação de dejetos), foram observados que os maiores teores de N total estavam até os 10cm de profundidade, porém com valores inferiores aos outros tratamentos. Também se observou que a adição dos dejetos não influenciou os teores naturais de N total a partir dos 15cm de profundidade (Figura 6).

Na camada superficial de solo (até 2,5cm), foram obtidas maiores concentrações de N mineral com o tratamento de dejetos líquidos (180kg N/ha-ano), entretanto, para

as camadas mais profundas, foi o tratamento CS180 que apresentou os maiores teores (Figura 7).

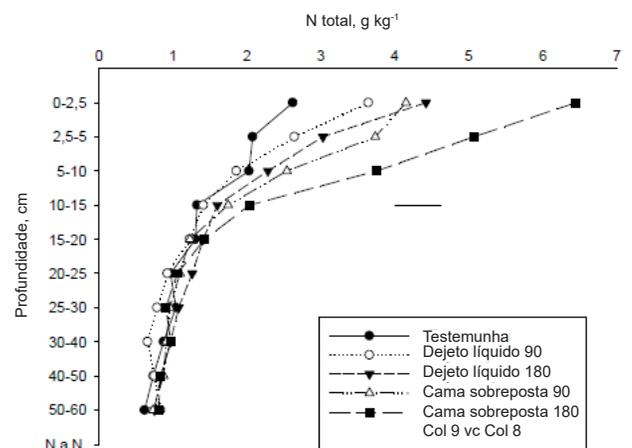
De acordo com os resultados obtidos por Couto (2010) no estudo da dinâmica do carbono e rendimento de culturas, tanto a aplicação de dejetos de suíno na forma líquida e sólida, quanto de fertilizante nitrogenado mineral não afetaram o teor de carbono orgânico total no solo e pouco influenciaram a biomassa microbiana. A respiração basal do solo não sofreu influência das doses e dos tipos de adubos testados, assim como estes também não afetaram a decomposição da palhada nem o rendimento da aveia e do milho. Influenciaram apenas nos atributos químicos pH, P, K, Ca e Mg, sendo que os maiores valores foram obtidos no tratamento com cama sobreposta (CS2).

Quanto aos estudos sobre a vulnerabilidade do solo à contaminação por fósforo (P), cobre (Cu) e zinco (Zn), em Couto (2014), o autor percebeu que as aplicações de dejetos líquidos de suínos aumentaram as frações de Cu e Zn solúvel, trocável, mineral, orgânica e total na camada superficial do solo, no entanto, o Cu e o Zn migraram no perfil do solo nas áreas com mais de 17 anos de aplicação de dejetos.

O Cu é acumulado principalmente na forma orgânica e mineral do solo, e o Zn preferencialmente na forma mineral. O Cu oferece maior risco à poluição das águas superficiais que o Zn, especialmente nas áreas com mais de 17 anos de aplicação de dejetos líquidos de suínos.

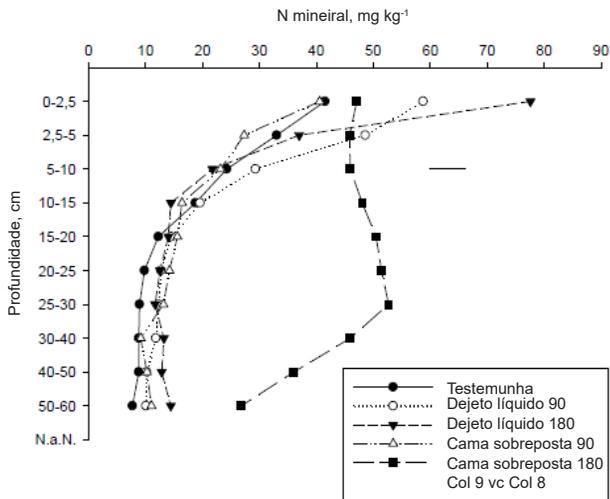
O alto da bacia do Rio Coruja/Bonito apresenta vulnerabilidade a P, Cu e Zn predominantemente “Muito Baixa” e “Média”, sendo o tipo de cultivo e o tempo de aplicação de dejetos suínos no solo os principais elementos responsáveis pelo resultado.

Figura 6: Quantidades de N total na camada de 0-60cm do solo com e sem aplicação de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos



Fonte: Benedet et al (2013)

Figura 7: Quantidades de N mineral na camada de 0-60cm do solo com e sem aplicação de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos



Fonte: Benedet *et al* (2013)

### 4.3 Qualidade do ar

#### 4.3.1 Captação de biogás e geração de energia

Apesar de ter sido projetado para operar por 14 horas diárias, na prática o grupo gerador funcionou de 3 a 4 horas, chegando ao máximo de 12 h/dia. Este tempo de funcionamento reduzido deveu-se principalmente a menor produção de biogás em dias frios e ao pequeno volume da campânula no biodigestor.

Devido ao moto-gerador utilizado não possuir controle da vazão de biogás, não foi possível obter um funcionamento estável com cargas variáveis. Dessa forma a proposta inicial de alimentar 4 refrigeradores e 10 lâmpadas não foi totalmente bem-sucedida, pois os refrigeradores representam o funcionamento intermitente de cargas indutivas, o que fazia com que o gerador funcionasse em frequências muito abaixo de 60 Hz. Entretanto, com a energia elétrica gerada, foi possível colocar em funcionamento as 10 lâmpadas de uma unidade da granja, o que promoveu uma economia de energia para a propriedade.

Caso o moto-gerador utilizado pudesse ser conectado à rede da distribuidora este poderia ter um desempenho muito superior e produzir uma significativa redução de consumo de energia elétrica sem apresentar os problemas descritos anteriormente, pois a rede torna a operação do motor estável devido ao amortecimento dos picos de carga.

Apesar do sistema conectado apresentar grandes vantagens técnicas em relação a um sistema isolado da rede, não existem atualmente moto-geradores de potência menor que 20kW aptos a serem conectados à rede. Além disso, os custos dos geradores existentes e dos equipamentos de conexão e proteção da rede sugerem projetos em granjas com consumo elétrico maior que 8000 kWh/mês (a qual necessitaria 2000 suínos ou 420 matrizes) para serem economicamente viáveis (CASARIN, 2015).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades implantadas visaram o gerenciamento dos recursos da propriedade, tendo como base a suinocultura, sua principal atividade econômica. Com as unidades de manejo de dejetos implantadas pelo projeto TSGA, foi possível iniciar o processo de consolidação da propriedade como uma unidade modelo de sustentabilidade na suinocultura. No conjunto, os produtos de cada segmento, foram transferidos e aproveitados internamente, diminuindo a necessidade de novos insumos. Como resultado houve uma significativa economia de recursos naturais, a geração de novos produtos e, conseqüentemente, uma nova fonte de renda para o produtor.

Considerando o estado de Santa Catarina e outras regiões com as mesmas características, o conjunto de atividades desenvolvidas naquela propriedade pode ser difundido e aplicado em outras unidades de produção de suínos. Certamente se estará caminhando para a sustentabilidade dessas granjas, com ganhos financeiros, sociais e ambientais para os agricultores e para a sociedade como um todo.

A implementação do PRAD iniciou-se com a nova fase do projeto TSGA e foi recém finalizado, não havendo, portanto, muitos resultados obtidos em termos de áreas já recuperadas. No entanto, o empenho para a produção mais sustentável e o correto manejo dos dejetos produzidos, assim como a averbação de reserva legal e o plano de recuperação de áreas degradadas possibilitaram a obtenção de licença ambiental e a conformidade da propriedade com a legislação vigente no estado. Dessa forma, esta propriedade tem sido considerada pelo projeto TSGA uma unidade demonstrativa (UD) de tecnologias para o manejo de dejetos e sustentabilidade ambiental.

Apesar da produção de biogás e energia elétrica ser a alternativa ideal para se obter uma suinocultura sustentável, esta tecnologia ainda enfrenta grandes barreiras técnicas, econômicas e políticas. A falta de tecnologia adequada ao tamanho das propriedades da região sul, falta de profissionais qualificados, falta de incentivos para projetos desse tipo, falta de incentivo a fabricantes de equipamentos da cadeia do biogás, inadequação da RN 482 e a incidência de impostos sobre a energia elétrica gerada por meio da micro e minigeração distribuída são algumas dessas barreiras.

## REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa ANEEL nº 482 17 de abril de 2012.**

ANGONESE, A. R. et. al. **Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 3, p. 745-750, 2006.

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS (Santa Catarina). **Relatório Anual 2013**. Concórdia: ACCS, 2014. 28 p.

BELLI FILHO, Paulo. **Stockage et odeurs des dejections animales: cas du lisier de porc**. 1995. 181 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química Industrial e Ambiental, Université de Rennes I, Rennes. França, 1995.

BENEDET, Lucas; MÜLLER JR, Vilmar; VENTURA, Barbara Santos; LAZZARI, Cleiton Júnior. Ribeiro; SOUZA, Monique; COMIN, Jucinei José. **Teores de Nitrogênio Mineral e Total em Solo Submetido a Oito Anos de Aplicações de Dejetos Suínos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34º, 2013, Florianópolis. Anais... . Florianópolis: CBCS, 2013. 4p.

BRASIL. Lei 9433 de 08 de janeiro de 1997. **Política Nacional dos Recursos Hídricos**. 1997.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.651, de 25 de janeiro de 2012. **Código Florestal Federal**. Brasília, DF.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006: Agricultura Familiar. Primeiros Resultados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 265 p.

\_\_\_\_\_. **Produção da Pecuária Municipal**, 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. 108 p.

CASARIN, Marco. Antônio. **Microgeração de energia elétrica a partir do biogás de dejetos suínos**. Trabalho não publicado. 2015.

COIMBRA-ARAÚJO, C. H. et al. Brazilian case study for biogas energy: **Production of electric power, heat and automotive energy in condominiums of agroenergy. Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 40, p. 826-839, 2014.

CORRÊA, Juliano Corulli; NICOLOSO, Rodrigo da Silveira; MENEZES, June Faria Scherrer; BENITES, Vinícius de Melo. **Critérios Técnicos para Recomendação de Biofertilizante de Origem Animal em Sistemas de Produção Agrícolas e Florestais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 8 p. Comunicado Técnico 486.

COUTO, Rafael da Rosa. **Dinâmica do Carbono e Rendimento de Culturas em Solo com Histórico de Aplicação de Dejetos Suínos e Fertilizante Nitrogenado Mineral**. 2010. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

\_\_\_\_\_. **Vulnerabilidade do Solo a Poluição por Fósforo, Cobre e Zinco, em Áreas Sob Aplicação de Dejetos Suínos**. 2014. 179 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

DAL MAGO, Anigeli. **Avaliação de Biodigestores com o Uso de Dejetos de Suínos em Braço do Norte e em Concórdia**. 2009. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

FRIEHE, Jörg; WEILAND, Peter; SCHATTAUER, Alexander. **Fundamentos da Fermentação Anaeróbia**. In: FNR. FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (Alemanha) (Org.). Guia Prático do Biogás: Geração e Utilização. 5. ed. Gülzow: FNR, 2010. Cap. 2. p. 20-30.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA **Instrução Normativa nº 11 - Suinocultura** Florianópolis: FATMA, 2014.

GONÇALVES, Juliane. **Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais: Estudo de Caso em Estabelecimento Suinícola em Braço do Norte / SC**. 2012. 132 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

GOSMANN, Hugo Adolfo. **Estudos Comparativos com Bioesterqueira e Esterqueira para Armazenamento e Valorização dos Dejetos de Suínos**. 1997. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

HENN, Alan. **Avaliação de Dois Sistemas de Manejo de Dejetos em Uma Pequena Propriedade Produtora de Suínos - Condição de Partida**. 2005. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Ambiental, Universidade Federal de SC, Florianópolis, 2005.

IQBAL, S. **Duckweed Aquaculture. Potentials, Possibilities and Limitations, for Combined Wastewater**

**Treatment and Animal Feed Production in Developing Countries.** Switzerland. SANDEC report n.6 91pp. mar.1999.

KUNZ, Airton; HIGARASHI, Martha Mayumi; OLIVEIRA, Paulo Armando de. **Tecnologias de Manejo e Tratamento de Dejetos de Suínos Estudadas no Brasil.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 22, n. 3, p.651-665, dez/2005.

LIRA, J. C. U. **Análise econômica e balanço energético do biogás em granjas de suíno.** 85p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2009.

MARQUES, C. A. **Microgeração de energia elétrica em uma propriedade rural utilizando biogás como fonte primária de energia elétrica.** 2012. 81p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel, 2012.

MIELE, Marcelo. **Contratos, Especialização, Escala de Produção e Potencial Poluidor na Suinocultura de Santa Catarina.** Tese (Doutorado). UFRGS. Porto Alegre. 2006.

MIRANDA, Cláudio Rocha de. **Avaliação de Estratégias para Sustentabilidade da Suinocultura.** 2005. 264 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MOHEDANO, Rodrigo de Almeida. **Uso de Macrófitas Lemnáceas (*Landoltia punctata*) no Polimento e Valorização do Efluente de Suinocultura e na Fixação de Carbono.** 2010. 270 f. Tese (Doutorado) - Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MOHEDANO, R. A., VELHO, V. F., COSTA, R. H. R., HOFMANN, S. M. & BELLI FILHO, P. 2012 **Nutrient recovery from swine waste and protein biomass production using duckweed ponds (*Landoltia punctata*): Southern Brazil.** Water Science and Technology 65 (11), 2042–2048

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de. **Produção de Suínos em Sistemas Sustentáveis.** In: II ANISUS- CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL. 2012. Anais... . Chapecó: ANISUS, 2012. p. 57 - 70.

WEILAND, Peter. **Biogas Production: Current State and Perspectives.** Applied Microbiology and Biotechnology, [s.l.], v.85, n.4, p.849-860, 24 set. 2009. DOI: 10.1007/s00253-009-2246-7.

# AVALIAÇÃO ECONÔMICA E DE EMISSÕES DE CO<sub>2</sub> DA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO CLASSE A: ESTUDO PARA GOIÂNIA - GO

*ECONOMIC AND CO<sub>2</sub> EMISSIONS ASSESSMENT OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION CLASS A WASTE: CASE STUDY FOR GOIÂNIA- GO*

Sara Duarte Sacho (UFG)  
Lucas Rosse Caldas, M.Sc (UnB)  
Simone Costa Pfeiffer, Dra. (UFG)  
Rosa Maria Sposto, Dra. (UnB)

## Palavras Chave

RSCD; resíduos classe A; reciclagem; custos; CO<sub>2</sub>

## Key Words

*C&D waste; class A waste; recycling; costs; CO<sub>2</sub>*

## RESUMO

O uso cada vez maior de resíduos sólidos da construção e demolição (RSCD), principalmente os resíduos Classe A, para a produção de agregados para pavimentação surgiu nos últimos anos como uma alternativa interessante para atingir os objetivos da sustentabilidade ambiental, porém o seu custo muitas vezes ainda é alto devido entre outros fatores, ao desenvolvimento tecnológico nacional existente para reciclagem, incluindo uso de energia. Diante disso, este trabalho se propõe a analisar a viabilidade econômica e ambiental destes resíduos. Além dos custos, foi feita uma quantificação das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da reciclagem de resíduos Classe A, considerando-se um estudo de caso no município de Goiânia - GO. Foram coletados dados em uma usina de reciclagem existente na região. A partir da análise econômica, observou-se que o material reciclado apresentou valor de mercado superior ao do agregado convencional fornecido pelas principais empresas goianas. Em relação às emissões de CO<sub>2</sub>, observou-se que a usina de reciclagem gera um valor de 2,6 kgCO<sub>2</sub>/t, que ficou entre os valores encontrados na literatura. Concluiu-se que a reciclagem de resíduos classe A para a realidade goiana é viável do ponto de vista de emissões, no entanto não vantajosa do ponto de vista econômico.

## ABSTRACT

The increasing use of solid waste from construction and demolition (C&D), mainly Class A waste, for the production of aggregates for paving emerged in recent years as an attractive alternative to achieve the goals of environmental sustainability. However, costs are still high due among other factors to the existing national technological development for recycling, including energy use. Thus, this study aims to analyze the economic and environmental viability of this waste. In addition to costs assessment, a quantification of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) from the recycling of Class A waste was made considering a case study in the city of Goiania - GO. Data were collected in an existing recycling plant in the region. From the economic analysis, it was found that the recycled material had a higher market value than the conventional aggregate supplied by major companies of Goiânia. Regarding CO<sub>2</sub> emissions, it was observed that the recycling plant generates a value of 2.6 kgCO<sub>2</sub> /t, which was among the values found in the literature. It was concluded that the recycling of Class A waste for reality of Goiânia is feasible in terms of CO<sub>2</sub> emission, however it was not advantageous from an economic point of view.

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil é reconhecida como um dos principais setores das atividades humanas, responsável pelo desenvolvimento econômico e social de qualquer país. No entanto, este desenvolvimento gera consequências negativas, como a exaustão dos recursos naturais, poluição do solo, água e atmosfera, modificação da paisagem natural e geração de grandes quantidades de resíduos.

No Brasil são geradas em média 0,6 toneladas de resíduos da construção e demolição (RSCD) por habitante todos os anos, o que representa o dobro da geração per capita de resíduos sólidos domiciliares, e 2/3 da massa de resíduos sólidos urbanos gerados nos municípios brasileiros (SINDUSCON, 2011). Esta grande quantidade de resíduos, quando mal gerenciada é responsável pela degradação da qualidade de vida urbana, sobrecarga dos serviços municipais de limpeza pública e possibilidade de trazer riscos à saúde pública.

Hendriks et al. (2004), Addis (2010) e Torgal et al. (2013) são alguns autores internacionais que abordaram o assunto relativo aos RSCD, e John (2000), Carneiro et al. (2001), Miranda et al. (2009) e Silva et al. (2015) autores nacionais.

No Brasil, já existem legislações e normas para os RSCDs, entre elas a Lei 12.305/2010, as Resoluções Conama 307/2002, Conama 348/2004, Conama 431/2011, Conama 448/2012 e Conama 469/2015. A Lei 12.305/2010 define a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, em que os RSCD também são discutidos. A Conama 307/2002 foi a primeira legislação específica voltada para os RSCD e as outras resoluções do Conama são modificações da primeira.

Entre as normas podem ser citadas as ABNT NBR 10004:2004, a ABNT NBR 15114:2004, a ABNT NBR 15115:2004 e a ABNT NBR 15116:2004. A primeira trata da classificação de tipos de resíduos, enquanto as outras são voltadas para a reciclagem e reaproveitamento de resíduos em obras de pavimentação, como agregados reciclados (resíduos classe A).

O Estado de Goiás foi um dos pioneiros a abordar o tema dos RSCD por meio da Política Estadual dos Resíduos Sólidos, com a publicação da Lei 14.248/2002.

De acordo com a Resolução Conama 307/2002, os RSCD são classificados em quatro classes: (A) - São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados como resto de concreto, argamassa, cerâmica, solo; (B) - São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras, gesso; (C) - São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação e (D) - São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção,

tais como: tintas, solventes, óleos, amianto e outros (BRASIL, 2002; BRASIL, 2004; BRASIL, 2011).

Apesar da existência de um arcabouço legal já consolidado, o que se observa na prática, é o não cumprimento das exigências, com formas de gerenciamento inadequadas dos RSCD, principalmente quando se trata da destinação final dada a estes resíduos, que em muitas vezes é realizada em locais inadequados.

De acordo com Ferreira (2010), atualmente podem ser encontradas três formas principais de destinação dos RSCD em Goiânia: Procedimentos de reciclagem e reutilização; Pontos de descarga clandestinas; e disposição no Aterro Sanitário Municipal. Nesse contexto, observa-se que em muitas obras é realizada a separação adequada destes resíduos em caçambas (CALDAS et al., 2015), no entanto, grande parte destes são enviados ao Aterro Sanitário Municipal, como verificado por Oliveira et al. (2013a), ou seja, em desacordo com o que é definido na Conama 448/2012, que determina que nesses casos os resíduos Classe A devem ser encaminhados para um aterro específico para RSCD. (BRASIL, 2012).

Neste sentido, a reciclagem dos resíduos Classe A e a sua incorporação como agregados reciclados torna-se uma importante forma de destinação final destes resíduos, devendo ser incentivada pelos gestores municipais. Esta tem dois principais benefícios: diminuição do consumo de recursos naturais virgens (areia e brita) e diminuição das áreas destinadas à disposição final destes resíduos.

De acordo com Ângulo et al. (2003), o processo de reciclagem dos RSCD pode ser considerado de forma simplificada um beneficiamento mineral, que compreende um conjunto de quatro operações unitárias divididas em: triagem; britagem; peneiramento; e auxiliares.

Os agregados reciclados podem ser utilizados em diversos serviços de engenharia como: camadas drenantes; lastros para assentamento de tubos ou de guias; envelopamento de galerias; estabilização de solos expansíveis ou com baixa capacidade de suporte; regularização e cascalhamento de ruas de terra; e pavimentação. Eles também podem ser utilizados na produção de concreto e argamassa para uso em contrapisos; componentes para alvenaria e infra estrutura urbana como blocos e meios-fios (MOTTA, 2005).

Dentre as aplicações apresentadas anteriormente, o emprego dos agregados reciclados em camadas de base, sub-base ou reforço de subleito de pavimentação tem-se mostrado promissor com uma boa aceitação no mercado de materiais para obras rodoviárias, diante a disponibilidade do material e da existência de uma tecnologia acessível de reciclagem. Assim, várias cidades do Brasil e no

exterior, já utilizam agregados reciclados na pavimentação visto que seus resultados são satisfatórios, por serem alternativas muito interessantes na substituição de materiais naturais, não renováveis, principalmente na pavimentação de vias de baixo volume de tráfego (LUZ; SAMPAIO, 2004).

É importante lembrar que a reciclagem dos RSCD, assim como qualquer atividade humana, também pode causar impactos ao meio ambiente. Fatores como o tipo de resíduo, a tecnologia empregada e a utilização proposta para o material reciclado, podem tornar o processo de reciclagem ainda mais impactante do que o próprio resíduo antes de ser reciclado. Por isso, a reciclagem apresenta riscos ambientais que precisam ser adequadamente gerenciados (JOHN, 2001).

Alguns estudos internacionais têm tido como objetivo a avaliação ambiental de concretos com agregados reciclados como o de Turk *et al.* (2015), Jiménez *et al.* (2015) e Serres *et al.* (2016). Todos concluíram a viabilidade ambiental da utilização de agregados reciclados, mas ressaltam a importância de avaliar as realidades específicas de cada caso, tais como tecnologia empregada, distâncias de transporte e viabilidade dos agregados naturais, entre outras.

Neste sentido, o processo de reciclagem dos RSCD, principalmente os resíduos Classe A, necessita ser bem planejado, que deve ser considerado além de questões técnico- econômicas, ambientais e sociais, apontado como tripé da sustentabilidade (SEIFFERT, 2011). O seguinte questionamento deve ser realizado: a reciclagem para os resíduos Classe A, de certa região, possui viabilidade técnica, econômica e ambiental?

A partir desta pergunta surgiu a motivação para a realização do presente trabalho, que tem como objetivo a avaliação econômica e ambiental dos resíduos Classe A do município de Goiânia – GO em uma indústria de reciclagem.

Para a avaliação econômica foram comparados os custos de aquisição do agregado natural em relação ao agregado reciclado de uma empresa pesquisada. Para a avaliação ambiental foi escolhido como critério as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) geradas no processo de reciclagem em relação aquelas geradas na produção do agregado natural. Foi dada preferência pelas emissões de CO<sub>2</sub> por este ser um dos aspectos ambientais mais relevantes dos últimos anos e de importância mundial, pois é um importante indicador do efeito estufa e aquecimento global (JOHN, 2010).

## 2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi dividida em quatro etapas: (1) pesquisa bibliográfica, (2) Caracterização da empresa pesquisada; (3) Avaliação dos custos; (4) Avaliação das emissões de CO<sub>2</sub>. As etapas foram apresentadas a seguir.

### 2.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica consistiu no estudo de literatura internacional e nacional, incluindo legislações e normas relacionadas à reciclagem de RSCD, com foco nos resíduos classe A, e alternativas para realizar a avaliação econômica e ambiental. As informações obtidas na pesquisa bibliográfica serviram de embasamento para as outras etapas da metodologia e o restante do presente trabalho.

### 2.2 Caracterização da empresa pesquisada

Nessa etapa foram realizadas visitas técnicas à usina da empresa selecionada durante três meses do ano de 2015; foram feitas entrevistas com os profissionais envolvidos e solicitados documentos com o objetivo de coletar dados sobre o processo de reciclagem utilizado, referentes aos:

- Custos de operação e manutenção dos equipamentos;
- Produtividade e quantidade de resíduo reciclado;
- Informações sobre a qualidade e desempenho do produto reciclado;
- Estudo sobre a tecnologia empregada;
- Levantamento e caracterização das máquinas utilizadas no processo;
- Consumo energético anual da usina;
- Principais fornecedores e clientes;
- Principais dificuldades encontradas no mercado goiano

Os dados foram coletados a partir de um questionário, elaborado pelos próprios autores e tabulados em planilha eletrônica (Microsoft Excel). Foi também realizado registro fotográfico das principais atividades desenvolvidas na usina.

### 2.3 Avaliação econômica

Para a avaliação econômica foi levantado o valor de venda da brita graduada simples (BGS), por este ser o produto gerado em maior quantidade e de maior interesse para a utilização na pavimentação. Para isto foram comparados três valores do material, considerando a representatividade na região goiana:

- Pesquisa dos valores de mercado da BGS nas três principais fornecedoras desse material em Goiânia.
- Valor encontrado no Custo Referencial de Materiais para atividades de terraplanagem, pavimentação e obras de arte especiais, elaborado pela Agência Goiana de Transportes e Obras (AGETOP, 2014).
- Valor comercial da BGS produzida pela empresa pesquisada.

Os valores obtidos foram apresentados em R\$ (reais) por volume de GBS produzido, em m<sup>3</sup>.

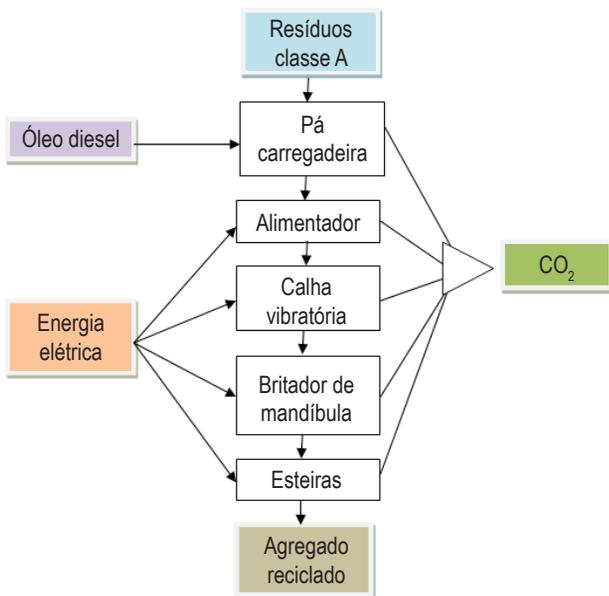
## 2.4 Avaliação das emissões de CO<sub>2</sub>

Para a avaliação ambiental foram levantadas as emissões de CO<sub>2</sub> do processo de reciclagem e foram comparadas com emissões de agregados graúdos (brita) presentes na literatura, obtidos na etapa da pesquisa bibliográfica.

Para quantificar as emissões de CO<sub>2</sub> foi necessário converter a energia elétrica consumida no processo juntamente com os combustíveis utilizados. O consumo de energia elétrica foi obtido a partir das potências das máquinas utilizadas no processo de reciclagem e os combustíveis pelo consumo (em L/h) da pá carregadeira. Não foi considerado o transporte dos resíduos do local de origem até a usina, somente as emissões relativas ao sistema produtivo, visto que os resíduos que chegam a usina são provenientes de diversas localidades.

Na Figura 1 é apresentado o fluxograma do processo.

Figura 01 – Processo de reciclagem e emissões de CO<sub>2</sub>



Para a conversão da energia elétrica em emissões de CO<sub>2</sub> foram utilizados os dados publicados no Balanço Energético Nacional (BEN, 2015) e para o diesel dados do relatório publicado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) em que:

- 1 MJ energia elétrica = 0,038 kgCO<sub>2</sub>
- 1 L diesel = 35,50 MJ = 2,63 kgCO<sub>2</sub>

Na Tabela 1 são apresentados alguns valores de emissões de CO<sub>2</sub> para o agregado graúdo (brita) encontrado na literatura.

Observa-se que os valores levantados apresentam uma considerável dispersão, com uma média de 2,95 kg-CO<sub>2</sub>/t e coeficiente de variação de 50%. O mais correto seria levantar as emissões de carbono para a realidade de

Goiânia, no entanto, não foi possível obter estes valores. Desta forma, os valores levantados servirão de parâmetro para comparar com o valor encontrado no processo de reciclagem dos resíduos para a produção da BGS.

Tabela 01: Emissões de CO<sub>2</sub> para a produção de agregados graúdos naturais.

Emissões agregados graúdos da literatura	
Emissões (kgCO <sub>2</sub> /t)	Fontes <sup>1</sup>
1,9	Rossi (2013)
4,0	Santorio e Kripka (2016)

Fonte: Elaborado pelos autores

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão apresentados a seguir.

### 3.1 Caracterização da empresa pesquisada

Para o funcionamento da usina de reciclagem, a empresa conta com um total de oito funcionários contratados, distribuídos nas atividades administrativas e de produção.

De acordo com o responsável, a empresa apresenta um gasto mensal total médio de R\$ 60.000,00, incluindo todos os gastos da produção e administrativos como aluguel, abastecimento de água, energia, contratação de mão de obra, combustíveis utilizados, entre outros. As atividades na usina acontecem de segunda a sexta-feira das 8:00 às 18:00 h.

A empresa cobra uma taxa de R\$ 10,00/m<sup>3</sup> para receber o entulho na usina. Durante a entrada dos resíduos na usina, são emitidas três vias do Controle de Resíduos (CTR), sendo a 1ª via entregue ao gerador, a 2ª via ao transportador e a 3ª via ao destinatário, que no caso é a própria empresa. No CTR constam as informações, assinaturas do gerador, transportador e destinatário, como também a caracterização, classificação e quantificação do resíduo recebido de acordo com o que é estabelecido nas resoluções do Conama.

Os resíduos chegam na empresa misturados com muitos materiais que não podem ser aproveitados no processo de reciclagem, como pedaços de madeira, metal, resíduos orgânicos, entre outros (Figura 2). Por isso é necessário que o

Figura 02 - Armazenamento temporário dos resíduos recebidos no pátio da usina



Fonte: Acervo dos autores (2015)

resíduo bruto, como é chamado, passe por uma etapa de triagem, onde os resíduos Classe A são separados manualmente dos outros resíduos que não podem ser reaproveitados.

De acordo com as informações fornecidas pelo responsável pela empresa, aproximadamente 20% dos resíduos recebidos não podem ser reaproveitados no processo de reciclagem, que são separados no procedimento de triagem e encaminhados para o Aterro Sanitário Municipal de Goiânia, que cobra uma taxa de R\$ 69,00/tonelada para a disposição final desses resíduos.

Após a triagem, os resíduos Classe A são transportados por uma pá carregadeira, até o alimentador, que recebe o resíduo e o encaminha por gravidade para a calha vibratória (Figura 3).

Figura 03 – Transporte dos resíduos para o alimentador com a pá carregadeira



Fonte: Acervo dos autores (2015)

Com a vibração, as partículas finas e solo presentes no material passam pelos espaços produzidos pelos materiais de maior granulometria e se acumulam no fundo; em seguida, são removidos da calha por gravidade e encaminhados por uma esteira até o local de armazenamento temporário na Pilha (Figura 4).

Figura 04 – Esteira e armazenamento temporário de solo e partículas finas



Fonte: Acervo dos autores (2015)

Os materiais que passam pela calha vibratória são encaminhados para o britador. O tipo de britador escolhido para o processo de reciclagem da empresa foi o britador de mandíbula, que possibilita a fragmentação dos materiais de grandes dimensões reduzindo-os para os processos seguintes sem a necessidade de uma fragmentação secundária.

Depois da britagem, o material é transportado por uma esteira até as peneiras vibratórias. Ao longo da esteira estão distribuídos dois ímãs, que realizam a separação de pequenos pedaços de metais que não são separados no processo de triagem (Figura 5).

Figura 05 - Esteira e dispositivo de ímã



Fonte: Acervo dos autores (2015)

O peneiramento do material é realizado por três peneiras vibratórias posicionadas verticalmente, para promover a separação do material em quatro granulometrias, gerando os produtos finais do processo de reciclagem.

A primeira peneira, retém o Rachão, que é encaminhado por uma esteira até o local de armazenamento temporário em uma Pilha 1; a segunda peneira retém a Brita 1, que é encaminhado por uma esteira até o local de armazenamento temporário na Pilha 2; a terceira peneira retém o Pedrisco, que é encaminhado por uma esteira até o local de armazenamento temporário na Pilha 3; por fim, o material que passa pela terceira peneira é areia, que é encaminhado por uma esteira até o local de armazenamento temporário na Pilha 4 (Figura 6).

Além dos quatro produtos finais provenientes do processo de reciclagem, a empresa produz ainda um quinto produto, chamado de brita graduada simples (BGS), que é

feita a partir da mistura dos outros materiais, em proporções exatas. Esse produto é bastante comercializado para obras de pavimentação (Figura 7).

Figura 06 – Peneiramento e pilhas de armazenamento temporário dos produtos finais



Fonte: Acervo dos autores (2015)

Figura 07 - Armazenamento temporário da brita graduada simples

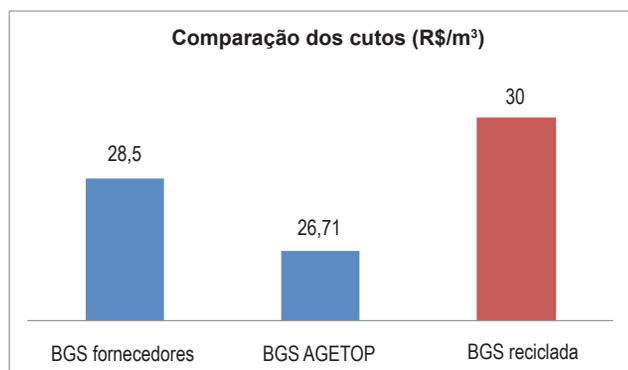


Fonte: Acervo dos autores (2015)

### 3.2 Avaliação econômica

A partir dos valores de venda pesquisados foram encontrados os custos apresentados na Figura 8.

Figura 08 – Comparação dos custos de aquisição



Fonte: Acervo dos autores (2015)

Percebe-se que o material reciclado comercializado pela empresa pesquisada apresentou valor de mercado

superior ao do produto comercializado pelas principais fornecedoras no contexto do mercado econômico de Goiânia, com uma diferença entre 5 e 11%.

Essa realidade pode ser explicada pelo fato da empresa estar trabalhando abaixo da sua capacidade de gerar lucros atualmente, entende-se que a partir do momento que a empresa receber uma quantidade de resíduos próxima a sua capacidade de produção, o preço final do seu produto poderá diminuir.

No entanto, é importante observar também que existe uma tendência de inversão dos preços apresentados a longo prazo, com a diminuição do preço do produto reciclado, e o aumento do preço do produto tradicional.

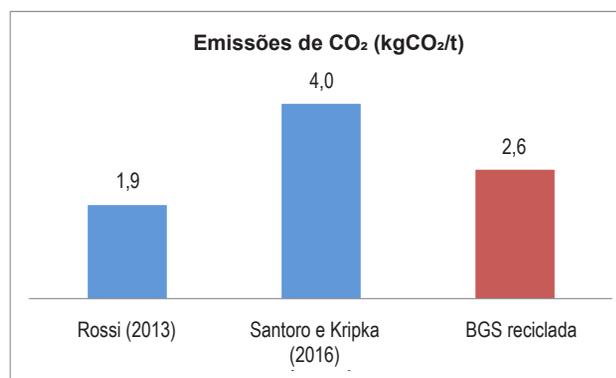
Este cenário de inversão é explicado pelo fato dos recursos naturais usados como matéria prima para a fabricação dos materiais de construção convencionais estão cada vez mais escassos, devido ao longo processo de exploração e degradação que sofreram ao longo dos anos.

Por outro lado, as alternativas de reaproveitamento e reciclagem dos RSCD tendem a ficarem mais acessíveis a partir de novas tecnologias e pesquisas, devendo ser incentivadas pela administração pública, com o objetivo de minimizar os impactos causados pela disposição inadequada desses resíduos e adequar-se as exigências de legislações ambientais recentes, incorporando assim, os custos ambientais ao preço final dos produtos.

### 3.3 Avaliação das emissões de CO<sub>2</sub>

Os valores de emissões de CO<sub>2</sub> encontrados estão apresentados na Figura 9.

Figura 09 – Comparação dos custos de aquisição



Fonte: Acervo dos autores (2015)

Observa-se que o valor de emissões de CO<sub>2</sub> dos RSCD provenientes da empresa estudada foi inferior ao valor de Santoro e Kripka (2016) e superior ao valor apresentado por Rossi (2013), estando entre valor apresentado por Oliveira et al. (2013b), igual a 1,8 kgCO<sub>2</sub>/t, e Berndt (2015), igual a 4,0 kgCO<sub>2</sub>/t,

sendo que ambos avaliaram emissões para agregados reciclados. O valor de Berndt (2015) pode estar mais distante por se tratar de um estudo internacional, em que a tecnologia empregada e a matriz energética são diferentes da brasileira.

Desta forma, o processo de reciclagem realizado por esta empresa pode emitir menor quantidade de CO<sub>2</sub> do que a produção de agregados naturais. Deve-se ressaltar que os números encontrados na literatura servem para uma primeira referência, porém isto não significa que a reciclagem é sempre mais vantajosa do ponto de vista de emissões, devendo ser analisado caso a caso. No entanto, é possível concluir que o processo de reciclagem, do ponto de vista de emissões não está distante do processo para a obtenção de agregados naturais, mostrando-se um processo viável.

Em estudos futuros sugere-se que sejam avaliadas as emissões dos agregados naturais da região goiana para comparação com os valores apresentado neste estudo, confirmando se os valores são próximos.

Pode ser avaliado o impacto das distancias de transporte para o município de Goiânia-GO, pois podem impactar de forma significativa, visto que o modal utilizado é o rodoviário com caminhões a diesel. Do ponto de vista da sustentabilidade para a destinação final de resíduos, além do tipo de procedimento adotado (aterramento, reciclagem, e etc.) deve-se atentar para à distância do local de geração de resíduos até o local de destinação final.

Deve-se ressaltar que mesmo se o processo de reciclagem for desvantajoso do ponto de vista de emissões de CO<sub>2</sub>, tem duas outras vantagens, que é a economia e preservação de recursos naturais e o aumento da vida útil dos locais de disposição final.

#### 4. CONCLUSÕES

No presente trabalho foi realizada a avaliação econômica e ambiental (por meio da quantificação das emissões de CO<sub>2</sub>) do processo de reciclagem de RSCD classe A, para a realidade de Goiânia – GO.

Foi pesquisada e caracterizada uma empresa de reciclagem da região. Do ponto de vista econômico o agregado reciclado gerado, a brita graduada simples (BGS) para pavimentação, apresentou custo maior quando comparada ao valor de agregados naturais similares vendidos na região.

Conclui-se que mesmo a BGS tendo o custo mais elevado, a tendência é de uma inversão dos preços apresentados a médio e longo prazo, tendo em vista o aumento do preço do produto tradicional, devido à diminuição de disponibilidade de produtos naturais no futuro.

Do ponto de vista das emissões de CO<sub>2</sub>, a BGS gera na empresa apresentou valor intermediário entre os

valores de emissões dos agregados naturais pesquisados na literatura, mostrando se viável.

Para futuras pesquisas sugere-se avaliar as emissões de CO<sub>2</sub> dos agregados naturais da região, incorporar os custos associados à destinação final e transporte dos resíduos, que não foram contabilizados no presente trabalho como também a avaliação de outros impactos ambientais relacionados à reciclagem de RSCD classe A.

#### REFERÊNCIAS

[1] SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO CEARÁ - SINDUSCON-CE. **Manual sobre resíduos sólidos da Construção Civil**. Fortaleza, 2011.

[2] HENDRIKS, C. F.; NIJKERK, A. A.; VAN KOPPEN, A. E. **O Ciclo da Construção**. 1ed. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2007. 250p.

[3] ADDIS, B. **Reúso de materiais e elementos de construção**. 1ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 368p.

[4] TORGAL, P. F.; TAM, V. W. Y.; LABRINCHA, J.A.; DING, Y.; BRITO, J. **Handbook of recycled concrete and demolition waste**. 1ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2013. 663 p.

[5] JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese de livre docência. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

[6] CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. (ORG). **Reciclagem de resíduo para a produção de materiais de construção**. Projeto resíduo bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal. 2001.

[7] MIRANDA, L. F. R.; ANGULO, S. C.; CARELI, E. D. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

[8] SILVA, R. B da; ANGULO, S. C.; PILEGGI, R. G.; SILVA, C. O. **Concretos secos produzidos com agregados reciclados de RCD separados por densidade**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 335-349, out./dez. 2015.

[9] BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 307**, de 5 de julho de 2002.

- [10] \_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 348**, de 16 de agosto de 2004.
- [11] \_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução Conama nº 431**, de 24 de maio de 2011.
- [12] FERREIRA, R. C.; SILVA, W. M.; SOUZA, L. O.; SILVA, A. M. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição e sua utilização como base, sub-base e mistura betuminosa em pavimento urbano em Goiânia – GO**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, nº 15, 2010.
- [13] CALDAS, L. R.; MENDES, M. M.; NASCIMENTO, M. L. M.; FONTELES, D. A. **Avaliação do Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em Canteiros de Obra**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 57., 2015. Anais... Bonito, MS, 2015.
- [14] OLIVEIRA, W. N.; ROCHA, V. P.; FERREIRA, O. M. **Mapeamento dos pontos de disposição de resíduos da construção civil e demolição em Goiânia**. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2013. Anais... Foz do Iguaçu, 2013a.
- [15] \_\_\_\_\_. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 448**, de 19 de janeiro de 2012.
- [16] ÂNGULO, S. C.; KAHN, H.; JOHN, V. M.; ULSEN, C. **Metodologia de caracterização de resíduos da construção e demolição**. Seminário de desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil. IBRACON. São Paulo, 2003.
- [17] MOTTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.
- [18] LUZ, A. B.; SAMPAIO, S. L. M. **Tratamento de minérios**. 4ª Edição. CETEM-MCT, Rio de Janeiro, 2004.
- [19] JOHN, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção**. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; CASSA, J. C. S. (ORG). Reciclagem de resíduo para a produção de materiais de construção. Projeto resíduo bom. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal. 2001.
- [20] TURK, J.; COTIC, Z.; MLADENOVIC, A.; ŠAJNA, A. **Environmental evaluation of green concretes versus conventional concrete by means of LCA**. Waste Management. v. 45. p. 2231 – 2242. 2015.
- [21] JIMÉNEZ, C.; BARRA, M.; JOSA, A.; SUSANNA, V. **LCA of recycled and conventional concretes designed using the equivalent mortar volume and classic methods**. Construction and Building Materials journal. v. 84. p. 245-252. 2015.
- [22] SERRES, N.; BRAYMAND, S.; FEUGEAS, F. **Environmental evaluation of concrete made from recycled concrete aggregate implementing life cycle assessment**. Journal of Building Engineering. v. 5. p. 24 – 33. 2016.
- [23] SEIFFERT, M. E. B. **Gestão Ambiental – Instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011.
- [24] JOHN, V. M. **Materiais de Construção e o Meio Ambiente**. In: ISAIA, G. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010. p. 97-121.
- [25] AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS - AGETOP. **Custo referencial de materiais – Tabela de Terraplanagem, pavimentação e obras de arte especiais**. Dezembro de 2014.
- [26] BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN) 2015: **Relatório Síntese ano base 2014**. Brasília-DF, 2015.
- [27] IPCC. 2006. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**, v. 2- Energy. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>> Acesso em 20 ago. 2015.
- [28] ROSSI, E. **Avaliação do ciclo de vida da brita para a construção civil: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.
- [29] SANTORO, J. F.; KRIPKA, M. **Determinação das emissões de dióxido de carbono das matérias primas do concreto produzido na região norte do Rio Grande do Sul**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 2, p. 35-49, abr./jun. 2016.
- [30] OLIVEIRA, L. S. et al. **Emissões de CO<sub>2</sub> dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição (RCD): dois estudos de caso**. 3., Anais... Encontro

Nacional Sobre Reaproveitamento de Resíduos na Construção Civil - ENARC, 2013b. p. 15.

[31] BERNDT, M. L. **Influence of concrete mix design on CO2 emissions for large wind turbine foundations.** Renewable Energy. v. 83. p. 608-614. 2015.

# COBERTURA VERDE: UM USO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*GREEN ROOF: SUSTAINABLE USE IN CONSTRUCTION*

---

Débora Pedroso Righi, M.Sc (UFRGS)  
Lucas Guilherme Köhler, Eng. (UNIPAMPA)  
Rogério Cattelan Antochaves de Lima, Dr. (UFSM)  
Almir Barros da S. Santos Neto, Dr. (UFSM)  
Gihad Mohamad, Dr. (UFSM)

## Palavras Chave

Sustentabilidade; Meio Ambiente; Construção Civil; Telhado Verde

## Key Words

*Sustainable; Environment; Building Construction; Green Green Roof*

## RESUMO

O conceito de desenvolvimento sustentável é discutido desde a década de 80, esse conceito tem invadido as mais diversas áreas do conhecimento e setores da economia, principalmente na construção civil. A construção civil é uma das principais fontes de economia mundial, sendo responsável por 63% da formação bruta de capital fixo no Brasil. Apesar da sua indiscutível importância para o desenvolvimento do país, a construção civil é apontada como uma das indústrias que mais impactam o meio ambiente. Para mudar esse aspecto à construção civil vem utilizando novos materiais que produzam o menor impacto possível ao meio ambiente e contribuam para o conforto térmico ou a redução do consumo de energia, inúmeros exemplos de novos materiais e tecnologias vem sendo empregados com essa finalidade.

Um exemplo de como a sustentabilidade pode trazer benefícios ao meio ambiente e a seus habitantes é o uso de coberturas verdes, estas coberturas caracterizam-se pela utilização de vegetação como cobertura de estruturas de qualquer porte. Esse tipo de construção proporciona o combate às ilhas de calor urbano, absorvendo gases do efeito estufa emitidos por veículos e melhorando a qualidade do ar nos centros urbanos. Este trabalho tem como objetivo apresentar a viabilidade da aplicação dos telhados verdes na construção civil. São mostrados também conceitos, propriedades, método de execução, vantagens, desvantagens da utilização do mesmo. Ao final do trabalho são extraídas algumas considerações, conclusões e apresentadas algumas aplicações no Brasil sobre o uso de telhados verdes.

## ABSTRACT

*The concept of sustainable development is discussed since the 80s, the concept has invaded the most diverse areas of knowledge and sectors of the economy, especially in construction. The construction industry is a major source of the world economy, accounting for 63% of gross fixed capital formation in Brazil. Despite its undoubted importance for the development of the country, construction is considered one of the industries that most impact the environment. To change this aspect of the construction has been using new materials that produce the least possible impact to the environment and contribute to thermal comfort and reducing energy consumption, numerous examples of new materials and technologies are being used for this purpose.*

*An example of how sustainability can bring benefits to the environment and its inhabitants is the use of green roofs, these roofs are characterized by the use of vegetation as any sized structures coverage. This type of construction provides combating urban heat islands, absorbing greenhouse gases emitted by vehicles and improving air quality in urban centers. This paper aims to present the feasibility of the implementation of green roofs in construction. They are also shown concepts, properties, method of implementation, advantages, disadvantages of using it. At the end of the work are drawn from some considerations, conclusions and presented some applications in Brazil on the use of green roofs.*

## 1. INTRODUÇÃO

O tema sustentabilidade tem apresentado crescente interesse entre pesquisadores acadêmicos. Sua importância se deve principalmente à atenção despertada face às mudanças climáticas causadas pela ação predatória do homem no meio ambiente causando uma emergência planetária (BACHA *et al.*, 2010).

O conceito de sustentabilidade tem invadido as mais diversas áreas do conhecimento e setores da economia. Na construção civil, este tema tem ganhado maior destaque nos últimos anos, por ser responsável por consumir 2/3 da madeira natural e cerca de 50% dos recursos naturais do planeta, sendo grande parte de recursos não renováveis e a fabricação de cimento ser responsável por 8% do total de emissões de gases, vem-se mudando a forma de construir, procurando adequar à sustentabilidade na construção civil (ANTUNES, 2009). O que proporciona um grande entrave para a criação da visão sustentável é a enorme dificuldade em relação aos custos, ainda elevados, de determinados elementos que permitem o enquadramento do empreendimento no conceito de sustentabilidade.

Desde meados da década de 2000, a maior parte da população tem se concentrado nas áreas urbanas, para atender essa demanda populacional foram construídas áreas de concreto como casas, edifícios, calçadas diminuindo cada vez mais as áreas verdes. Na busca para suprir a falta de áreas verdes nas grandes cidades um novo conceito tem ganhado maior destaque, conhecidos popularmente, como telhados verdes, é uma ideia sustentável que tem tudo para ajudar a balancear o concreto e a vegetação.

O conceito sobre telhados verdes não é algo inovador, sabe que a primeira obra que adotou esse método foi construída 605 a.C chamada de Os Jardins Suspensos, uma das Sete Maravilhas do Mundo Antigo, esta obra foi construída com um terraço em cima do outro e eram irrigados pela água bombeada do rio Eufrates. Nesses terraços estavam plantadas árvores e flores tropicais e alamedas de altas palmeiras (PEREIRA, 2015).

A ideia é transformar os "telhados verdes" em pequenos pulmões das grandes cidades criando corredores que facilitem a circulação atmosférica, melhore o clima, reduza o consumo de energia, provoque um decréscimo no uso do ar condicionado em regiões quentes e isolem o frio em regiões com invernos rigorosos, já que sob um telhado coberto de vegetação, as baixas temperaturas demoram mais para chegar aos espaços internos, um problema de pouca importância para o Brasil, mas essencial para países europeus e regiões montanhosas do México e Bolívia.

Outro aspecto interessante é que nas regiões de chuva intensa, as áreas naturais podem reter de 15% a 70%

do volume de águas pluviais, prevenindo a ocorrência de enchentes. Estudos demonstram que para uma cobertura verde leve de 100m<sup>2</sup>, cerca de 1400 litros de água de chuva deixam de ser enviados para a rede pública. Os telhados verdes reduzem também os efeitos danosos dos raios ultravioletas, os extremos de temperatura e os efeitos do vento, vez que nesses telhados a temperatura não passa de 25° C contra 60° C dos telhados convencionais.

## 2. SUSTENTABILIDADE

Segundo o Ministério do Meio Ambiente Brasileiro o setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. O Conselho Internacional da Construção – CIB aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Tais aspectos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente.

No Brasil, uma das maiores dificuldades para implementação da sustentabilidade no setor da construção civil, diz respeito à falta de iniciativas públicas de infraestrutura, o que acaba elevando, e muito, o custo de uma casa ou um prédio sustentável.

No mundo já existem certificações voltadas para construções sustentáveis, como a americana LEED (*Leadership in Energy and Environment Design*), mais famosa, e a francesa HQE (*Haute Qualité Environment*). Há ainda, a certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental), baseada na HQE, e que vem a ser o primeiro referencial técnico para construções sustentáveis. De modo geral, essas certificações se fundamentam no princípio de eficiência energética, uso racional de água, coleta seletiva, qualidade ambiental interna da edificação (ANTUNES, 2009).

Além de uma certificação brasileira, foi criado em agosto de 2007 o CBCS, Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, que tem como objetivo induzir o setor da construção a utilizar práticas mais sustentáveis, melhorando a qualidade de vida dos usuários, dos trabalhadores e do entorno das edificações. O CBDS é composto por diversos comitês que tratam de assuntos específicos relacionados à sustentabilidade no setor, como materiais e finanças (além dos óbvios, água e energia).

Segundo Antunes (2009) existem agências reguladoras governamentais que estabelecem e fiscalizam os empreendimentos dentro do conceito de sustentabilidade. Trabalham, juntamente com a iniciativa privada, para que

o impacto causado por esses empreendimentos e pelos resíduos gerados nas obras de construção civil e no funcionamento posterior do projeto sejam os mínimos possíveis. É muito importante que as próprias agências e a população em geral sejam capazes de dar preferência aos empreendimentos que sigam as práticas e determinações da aplicação do conceito de sustentabilidade. Assim, criam-se as forças necessárias para reunir condições favoráveis para a criação, o fomento e a consolidação de uma visão empresarial mais consciente e atenta para as questões ligadas ao meio ambiente e ao impacto de seus empreendimentos nele.

### 3. COBERTURAS VERDES

#### 3.1 Contextualização

Um planejamento urbanístico sustentável de uma cidade pode ser beneficiado por uma série de soluções pautadas na economia de energia, racionalidade do consumo, redução das emissões de poluentes e na manutenção do ciclo hidrológico local (OLIVEIRA, 2009).

Os telhados verdes, ecotelhados, coberturas vivas ou coberturas verdes são estruturas que se caracterizam pela aplicação de cobertura vegetal nas edificações com impermeabilização e drenagem adequadas. Os telhados verdes são estruturas que se caracterizam pela aplicação de cobertura vegetal nas edificações. Consistem basicamente em uma camada da vegetação, uma camada de substrato (onde a água é retida e a vegetação é escorada) e uma camada de drenagem responsável pela retirada da água adicional.

Os telhados verdes representam uma alternativa que compõem uma mudança de paradigmas projetuais, oferecendo a possibilidade de utilização de materiais locais, apresentando benefícios térmicos e acústicos, ganhos na umidificação do ar, suavização de altas temperaturas e filtragem de material particulado e gases nocivos à saúde humana (KREBS, 2005).

Segundo Antunes (2009) as plantas mais utilizadas são as xerófitas, plantas que vivem em região com pouca água, similar aos cactos, que economizam água e podem sobreviver em condições adversas em cima do telhado. Estas espécies não necessitam de podas e exigem pouca irrigação.

O telhado verde não funciona como uma estrutura independente, sendo necessária a execução de uma sub-base ou sub-telhado, como apoio para as telhas ecológicas. Este sub-telhado é igual ao telhado convencional que pode ser de fibrocimento, telha metálica, laje de concreto impermeabilizada, telha cerâmica e/ou geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade).

Todo o processo desde a execução até a manutenção da cobertura verde é realizado com máxima preocupação

na impermeabilização da laje, na drenagem pluvial, e no meio ambiente. Todas essas preocupações são levadas em consideração para garantir o bem-estar, tanto das pessoas que habitam a residência, quanto das pessoas que convivem nesta mesma sociedade, pois todos fazem parte do mesmo ecossistema.

#### 3.2 Benefícios do uso

Um dos mais importantes benefícios das coberturas verdes é a contribuição para a estabilização do clima ao seu entorno, servindo de isolante térmico, trazendo benefícios para os usuários e economia de energia, pois reduz gastos com a climatização e os efeitos das “ilhas de calor urbano”. Um estudo conduzido pelo Environment Canada Found demonstrou uma redução de 26% nas necessidades de resfriamento artificial nos dias quentes e uma redução de 26% nas perdas de calor nos meses de inverno (PIERGILLI, 2007).

Em termos de termoacústicas há uma melhora na edificação, tanto no inverno como no verão. Estudos de bioclimatismo indicam que, com o uso de coberturas vivas, seja possível melhorar em 30% as condições acústicas no interior da edificação, sem recorrer a sistemas de climatização ou ar-condicionado artificiais.

O teto verde também mantém a umidade relativa do ar constante no entorno da edificação, forma um microclima e purifica a atmosfera no entorno da edificação, formando um microecossistema. Contribui no combate ao efeito estufa, aumentando o ‘seqüestro’ (retirada) de carbono da atmosfera e ao mesmo tempo traz mais harmonia, bem estar e beleza para os moradores e/ou ocupantes da edificação. É também um excelente atrativo para pontos comerciais, tornando-os mais visíveis, mesmo quando distantes de locais estratégicos.

As plantas e a terra do telhado verde funcionam como um filtro natural da água, que pode ser armazenada ainda mais limpa, para depois ser usada na irrigação do jardim, nas bacias sanitárias, no chuveiro e, em regiões mais áridas, até para cozinhar e beber.

Os efeitos dos telhados verdes no escoamento superficial consistem em: uma redução no volume e na velocidade da água escoada, devido a capacidade de retenção das plantas e atraso no pico do escoamento, pois ocorre absorção da água no telhado verde (CASTRO 2011).

### 4. MÉTODOS DE EXECUÇÃO

#### 4.1 Impermeabilização

O processo de impermeabilização é o mais importante para uma excelente execução dos telhados verdes. Este

processo se caracteriza pela aplicação de uma manta PEAD ou manta asfáltica anti-raízes sobre o sub-telhado.

As geomembranas são mantas laminadas flexíveis de polietileno de alta densidade, são desenvolvidas para esta aplicação específica, asseguram uma alta resistência física a ruptura por tração e química a ácidos, bases, sais e solventes orgânicos e inorgânicos.

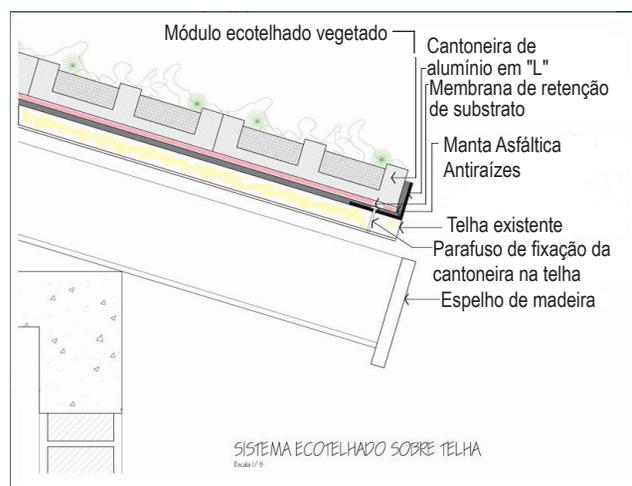
As geomembranas oferecem alto grau de segurança de impermeabilidade. Suas junções são realizadas através de soldagem eletrônica (Termo-Fusão), que podem passar pelos mais rigorosos testes de qualidade, durabilidade e resistência. (SOMA, 2009).

#### 4.2 Tipos de sistemas com sua execução

Segundo Souza (2009) visando a melhor adaptação do telhado verde aos diversos tipos de cobertura existentes, bem como aos diferentes tipos de plantas e regimes hidrológicos, a Ecotelhado, uma empresa de Porto Alegre/RS, desenvolveu três tipos de sistemas de utilização da ecotelha. São os sistemas: Modular, Alveolar e Laminado. Estes sistemas são descritos conforme execução da empresa Ecotelhado.

Porém todos os sistemas seguem, previamente, o mesmo processo de impermeabilização que se caracteriza pela aplicação de uma manta PEAD ou manta asfáltica anti-raízes que já foi mencionado anteriormente, seguido de uma membrana de retenção de nutrientes ou substrato, e logo em seguida a colocação dos módulos com o substrato e as plantas já germinadas conforme a Figura 01.

Figura 01 - Seção do Telhado com suas respectivas camadas.



Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br)

Outro ponto importante é o transpasse das membranas que ajudam a prevenir possíveis infiltrações. Este transpasse varia de acordo com o tipo da membrana devendo seguir os seguintes padrões nas emendas:

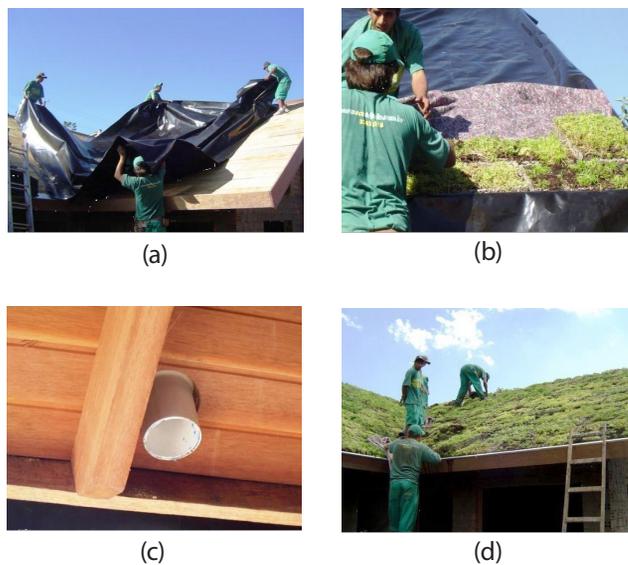
membrana anti-raízes, transpasse de 50 cm; membrana de retenção de nutrientes, transpasse de 5 cm; membrana filtrante, transpasse de 10 cm.

Em algumas ocasiões se faz necessário à substituição das telhas cerâmicas por tabuado de madeira, isso somente ocorrerá se as mesmas se encontrarem velhas e quebradiças. É recomendado o uso de tábuas por serem mais baratas do que as chapas compensadas e por serem bastante resistentes.

#### 4.2.1 Sistema modular

É o sistema mais utilizado, composto por módulos já vegetados dispostos lado a lado e colocados sobre a membrana anti-raízes. Este sistema permite a aplicação do ecotelhado praticamente sobre qualquer tipo de telhado ou laje, inclinados ou não e pesa cerca de 50 kg/m<sup>2</sup>. O telhado vivo se constitui, preferencialmente, de uma planta adaptada a solos rasos, resistentes à estiagem, de baixa manutenção como os seduns e outras suculentas. Neste sistema é vetada a utilização de grama devido à alta exigência de água.

Figura 02 – (a) colocação da membrana anti-raízes; (b) colocação da membrana de retenção de nutrientes e módulos Ecotelha; (c) detalhe do dreno; (d) acabamentos finais.



Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br)

Após a limpeza do sub-telhado onde é aplicada a cobertura realiza-se a colocação da membrana anti-raízes (Figura 02 (a)). Neste exemplo é possível visualizar a aplicação da membrana anti-raízes sem emendas, pois o telhado possui dimensões pequenas. Na Figura 02 (b) vê-se o detalhe da colocação dos módulos. Na primeira fiada os módulos são colocados na horizontal enquanto que o primeiro módulo da segunda fiada é colocado na posição vertical para garantir a alternância e consequentemente o maior travamento das demais fiadas, em um sistema que é similar ao travamento de uma alvenaria de blocos cerâmicos.

Na Figura 02 (c) é possível visualizar o detalhe do dreno. Pode ser contraditório drenar a água visto que as plantas devem resistir a longos períodos de estiagem, porém o dreno se faz necessário para impedir o acúmulo da água e posteriormente a morte das plantas por afogamento. O que garante a hidratação do sistema modular é a água retida nos módulos da ecotelha e no substrato, além das plantas serem típicas de regiões desérticas, ou seja, pouco consumidoras de água. Os arremates na junção das quedas do telhado são feitos cortando-se os módulos da ecotelha e os acabamentos finais consistiram em colocar o perfil "U" seguido da arrumação da vegetação (Figura 02 (d)).

#### 4.2.2 Sistema alveolar

Este sistema possui o mesmo princípio do sistema modular, o que difere é que o mesmo recebe uma membrana alveolar que se caracteriza por ser uma placa flexível feita de garrafa pet reciclada com dimensões 1,20 x 0,95m por 2cm de espessura com cavidades alveolares que auxiliam na retenção da água. Acima da membrana alveolar este sistema recebe ainda, uma membrana filtrante que é um tecido não tecido de alta permeabilidade que serve como proteção contra sujeiras nos alvéolos como ilustrado na Figura 03.

Figura 03 - Camadas do sistema alveolar. 1-manta antiraízes; 2-membrana alveolar; 3-membrana filtrante; 4-módulo ecotelha; 5-substrato leve (1cm ou mais).



Fonte: www.ecotelhado.com.br

Neste sistema é permitido o uso de maior variedade de plantas, como os arbustos, além de espécies nativas da região. Um exemplo dessas plantas são as gramas, que só sobrevivem porque os alvéolos retêm uma quantidade maior de água. O peso saturado deste sistema varia entre 60 a 80 kg/m<sup>2</sup> e cada 10 litros/m<sup>2</sup> corresponde a 1 cm de altura da lâmina d'água.

Existe ainda a possibilidade de se utilizar o sistema alveolar em telhados inclinados, porém a efetividade de suas características é inversamente proporcional à inclinação do telhado. Ou seja, quanto mais inclinado o telhado,

menores serão os efeitos acima mencionados. Na Figura 04 (a) (b) é possível visualizar a colocação da membrana alveolar, sendo cortada quando necessário como para fazer o arremate na chaminé. Na Figura 04 (c) pode-se ver a colocação da membrana filtrante e na Figura 04 (d) uma vista geral da instalação em uma residência.

Figura 04 – (a) colocação da membrana alveolar; (b) arremate da membrana alveolar; (c) colocação da membrana filtrante; (d) vista geral da instalação.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: www.ecotelhado.com.br

#### 4.2.3 Seção laminar

O sistema laminar se caracteriza por utilizar uma lâmina d'água, regulada por um "ladrão", sob um piso elevado feito de módulos de sustentação, que são nada mais do que os módulos de ecotelha "virados de cabeça para baixo". Este sistema só pode ser instalado sobre lajes planas sem declividade para ser possível à formação da lâmina. No caso de caimento, devem ser feitas subdivisões para manter o nível da água. Esta lâmina garante um suprimento de até 40 l/m<sup>2</sup> (4cm de altura) e exemplifica os benefícios de retenção pluvial e conforto térmico, portanto é ideal para o telhado de grama podendo-se, ainda, ampliar a variedade de forrações, inclusive permitindo a utilização de pequenos arbustos. O peso total do sistema é de 120 kg/m<sup>2</sup> já saturado, podendo variar de acordo com o tamanho da vegetação.

Este sistema permite, também, a purificação de águas cinzas - águas que são derivadas do uso doméstico ou comercial exclusivamente dos chuveiros, lavatórios de banheiro, banheiras, tanques e máquinas de lavar roupas - com posterior reutilização nos vasos sanitários do prédio.

Na Figura 05 pode-se ver um exemplo teste do sistema laminar feito na sede da Ecotelhado. Depois da membrana anti-raízes foram colocados os módulos invertidos seguidos

da membrana de retenção de nutrientes e do substrato onde foram colocadas as leivas de grama. Passados 30 dias de seca pôde-se ver que no sistema laminar a grama continuou verde enquanto que no lote testemunha ao lado ela ficou ressecada. Vale observar que o substrato neste sistema fica espalhado sobre a membrana de retenção, e não dentro dos módulos como nos sistemas modular e alveolar.

Figura 05 – (a) colocação do substrato leve fibroso; (b) colocação de leivas de grama; (c) detalhe do dreno lateral 4 cm; (d) diferença entre o sistema laminar e o lote experimental após 30 dias de seca.



Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br)

## 5. VANTAGES E DESVANTAGENS

Como vantagens as coberturas trazem vários benefícios como novas áreas verdes, menos gás carbônico devido ao sequestro do gás carbônico da atmosfera reduzindo a poluição e o efeito estufa. Servem como isolamento térmico, as condições ambientais de dentro de uma construção ficam mais amenas quando possuem um telhado verde, traz como vantagem também a limpeza devido a telhados normais necessitarem de limpeza com mais frequência, geralmente essa limpeza demanda recursos financeiros com o uso do hidrojateamento.

Mas não se pode deixar de mencionar que os telhados verdes também necessitam de cuidados, apesar de não precisarem de limpeza como um telhado convencional, os mesmos requerem cuidados que podem ser considerados benéficos, uma vez que o contato com a terra e com vegetais pode funcionar como terapia anti-estresse.

Os telhados verdes proporcionam uma melhora na acústica, impedindo a entrada de sons em determinadas frequências e a umidade também melhora com a utilização dos mesmos.

A evapotranspiração e a sombra produzidas pelas plantas ajudam a eliminar o efeito da Ilha de Calor Urbana

criado pelo excesso de superfícies reflexivas e impermeáveis nas cidades e nos subúrbios. Como as Ilhas de Calor Urbanas elevam a temperatura em áreas urbanas e suburbanas, elas acabam aumentando a demanda por aparelhos de ar-condicionado e iniciam um ciclo de consumo de energia que contribui para o aquecimento global. Se os telhados ecológicos se tornarem uma iniciativa comum nas construções, as cidades podem reduzir os efeitos incômodos das Ilhas de Calor Urbanas.

Porém, dentre algumas desvantagens, está o fato de que se o telhado verde não for bem cuidado ele pode atrair pragas urbanas como, por exemplo, o mosquito da dengue. O custo inicial de coberturas ecológicas muitas vezes afasta possíveis clientes. Como o telhado ecológico exige um trabalho profissional, análise estrutural cuidadosa e várias camadas e sistemas, acaba ficando muito "mais caros" do que telhados comuns.

Por enquanto, os benefícios econômicos de longo prazo já ultrapassam os custos iniciais. Como os telhados ecológicos protegem a membrana do telhado do clima severo e da radiação ultravioleta (UV), eles podem durar duas vezes mais do que os telhados tradicionais.

## 6. APLICAÇÕES NO BRASIL

No Brasil, apesar da pouca divulgação e do pouco conhecimento dos métodos de execução das coberturas verdes, é possível ver sua aplicação em alguns estados. A maior concentração dessa prática se encontra nas regiões sul e sudeste.

Na Figura 06 pode-se visualizar a Passarela Ecológica, que foi uma reforma realizada em uma antiga passarela, com uma parceria da prefeitura de São Paulo e o Unibanco, onde foram gastos R\$ 1.200.000,00 (um milhão e duzentos reais) para que, utilizando medidas sustentáveis, transformasse a passarela em uma passarela que impactasse o meio ambiente da menor maneira possível.

Os outros fatores sustentáveis utilizados nesta passarela foram: piso antiderrapante feito de borracha reciclada; uso de madeira plástica nos painéis laterais; elevador de deficientes feito de aparas de tubo de creme dental; a região redor da passarela recebeu piso permeável onde antes era cimentado, transformando o lugar numa praça com arbustos e árvores nativas.

A Figura 07 ilustra outro exemplo de telhado verde no Brasil, este foi realizado na Loja Fabricário em Porto Alegre, com a sua fachada antes e depois da execução do telhado verde. Na Figura 08, pode-se visualizar o ecotelhado na cobertura do Jornal Zero Hora, em Porto Alegre, realizado no mês de março de 2009. A área total de aplicação foi de 1.550 m<sup>2</sup> que foi feita em 32 horas com 12 profissionais. Foram utilizados 6500 módulos ecotelhado, 1.674 m<sup>2</sup> de

membrana anti-raízes, 1.550 placas alveolares, 1600 m<sup>2</sup> de membrana de retenção, 1.000 módulos maciços ecotelhado e 12.500 litros de substrato leve (ECOTELHADO, 2011).

A primeira escola ecológica do país foi inaugurada em maior de 2001 em um dos bairros mais carentes do Rio de Janeiro: Santa Cruz, zona oeste da cidade. O Colégio Estadual Erich Walter Heine foi projetado em forma de cavento para melhor ventilação, a escola possui telhado verde com vegetação que absorve o calor, em uma região em que a temperatura ultrapassa os 40 graus celsius no verão, e sistema de captação de água da chuva que é destinada posteriormente para as descargas dos banheiros, jardins e limpeza conforme Figura 09 (AGNOL *et al.*, 2013).

Figura 06 – Passarela ecológica – São Paulo.



Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br)

Figura 07 – Loja Fabricário em Porto Alegre (antes/depois).



Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br)

## 7. CONCLUSÕES

Como considerações finais, pode-se dizer que as coberturas verdes foram criadas como resposta a grande

degradação que o meio ambiente vem sofrendo, no sentido de tentar reverter este quadro de poluição crônica que aflige a sociedade durante décadas.

Porém, a aplicação das coberturas verdes se encontra restrita nas regiões sul e sudeste, devido ao fato de encontrar barreiras na sua divulgação e no conservadorismo dos engenheiros pouco informados. Acredita-se estar contribuindo para a divulgação desta alternativa tecnológica através deste artigo, que cumpre este papel de forma didática com a qual foram demonstradas as qualidades pertinentes a uma cobertura verde e as suas respectivas restrições no que se diz respeito à impermeabilização adequada e mão de obra qualificada.

Mas a sua ampla gama de contribuições apresentadas, conferem ao sistema um efeito social na medida em que fornece à sociedade um modelo de cultura sustentável, que é uma alternativa a um mundo mais ecológico e menos devastador.

Espera-se que os casos demonstrados possam servir de exemplo para as construções futuras, enfatizando a importância da necessidade de ser feito em paralelo uma ampliação e aprofundamento no estudo das coberturas verdes.

Figura 08 – Parque Gráfico Do Jornal Zero Hora.



Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br)

Figura 09 – Colégio Estadual Erich Walter Heine.



Fonte: [www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br)

## REFERÊNCIAS

AGNOL, L.D., GATTERMANN, L.S., CASA, M.G.S., **Sustentabilidade na arquitetura brasileira**. Segundo Seminário Nacional de Construções Sustentáveis, Passo Fundo/RS, 2013.

ANTUNES, J., **A sustentabilidade na construção civil**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/a-sustentabilidade-na-construcao-civil/36112/>>. Acesso dezembro de 2009.

BACHA, M.L., SANTOS, J., SCHAUN, A., **Considerações teóricas sobre o conceito de sustentabilidade**. VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2010.

CASTRO, A.,S., **Uso de pavimentos permeáveis e coberturas verdes no controle quali-quantitativo do escoamento superficial urbano**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

ECOTELHADO. Disponível em <[www.ecotelhado.com.br](http://www.ecotelhado.com.br)> Acesso em janeiro de 2011.

KREBS, L.F. **Coberturas vivas extensivas: análise da utilização em projetos na região metropolitana de Porto Alegre e serra gaúcha**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

OLIVEIRA, E.W.N.de. **Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico**. Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

PEREIRA, C.D.O., **Quando o telhado verde vira lei**. Disponível em <<http://caroldaemon.blogspot.com.br/2015/04/quando-o-telhado-verde-vira-lei.html>>. Acesso em junho de 2015.

PIERGILI, A.V.P. **Por que utilizar telhados verdes?** 2007. Disponível em: <[http://sitiogralhaazul.net/dev15/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42:por-que-tilizar-telhados-verdes&catid=30:design-ecolo](http://sitiogralhaazul.net/dev15/index.php?option=com_content&view=article&id=42:por-que-tilizar-telhados-verdes&catid=30:design-ecolo)>. Acesso em: maio de 2007.

SOMA, L. G. **Estudo do Processo de Impermeabilização de Edifícios Residenciais**. Programa de Conclusão de Curso, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo 2009.

SOUSA, C. G., **O Processo Construtivo Das Coberturas Verdes E Suas Principais Características**. Trabalho de Conclusão de Curso, maio de 2009.

# INTERAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS

## INTEGRATION OF PANELS THERMAL SOLAR

---

Silênia Priscila Lemes, Mestranda (UNIPAMPA)  
Gabriela Sá Brito, Eng. (UNIPAMPA)  
Rogério Cattelan Antocheves de Lima, Dr. (UFSC)  
Almir Barros da S. Santos Neto, Dr. (UFSM)  
Gihad Mohamad, Dr (UFSM)  
André Lübeck, Me. (UNIPAMPA)

### Palavras Chave

Sustentabilidade; Construção Civil; Energia Solar Térmica; Méio Ambiente

### Key Words

*Sustainable; Construction Civil; Energy Solar Thermal; Environment*

### RESUMO

O presente trabalho apresenta o conceito sustentabilidade na construção civil, onde a indústria da construção, principalmente o setor de edificações, apresenta uma elevada interligação com ambiente, sociedade e economia. A energia assume um papel importante no mundo, onde a maioria da nossa energia procede de combustíveis fósseis, essas reservas são limitadas e, a exploração dos mesmos se torna insustentáveis. Com o aumento do consumo de energia nos últimos tempos, principalmente em países desenvolvidos, em grande parte no setor doméstico, tem aumentado a dependência dos combustíveis fósseis, crescendo assim a necessidade de se apostar em energias alternativas, uma das alternativas é a da energia solar térmica. Portanto, este trabalho tem como principal objetivo o atual panorama da energia solar térmica para aquecimento de águas, além de relatar os tipos de sistemas solares para aquecimento de água, identificando suas funções e funcionamentos. Sendo os mais utilizados para energia solar térmica os coletores abertos, fechados e com tubos evacuados.

### ABSTRACT

This paper presents the concept sustainability in construction, where the construction industry, particularly the building sector, has a high interconnection with environment, society and economy. Energy plays an important role in the world, where most of our energy comes from fossil fuels, these reserves are limited and their exploitation becomes unsustainable. With the increase in energy consumption in recent years, especially in developed countries, largely in the domestic sector has increased dependence on fossil fuels, thus increasing the need to invest in alternative energy, one of the alternatives is solar energy Thermal. Therefore, this work has as main objective the current situation of the solar energy for water heating, and report the types of solar systems for heating water, identifying its functions and runs. Being the most used for solar thermal collectors open, closed and evacuated tubes.

## 1. INTRODUÇÃO

Construção sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificações, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras (ARAÚJO, 2016).

Ao lado do vento, que gera a chamada energia eólica, o sol pode ser considerado uma das mais limpas fontes de energia. A partir desses recursos naturais, é possível produzir energia sem a queima de combustíveis fósseis (energia termelétrica) ou a construção de barragens (energia hidrelétrica), que em geral, geram impactos negativos sobre o meio ambiente (FERRO, 2010).

Segundo Vulcano (2008) apud Madeira (2010), Portugal por ser um dos países europeus com maior número de horas de sol por ano, possui um enorme potencial para o aproveitamento de energias renováveis, principalmente a energia solar térmica. O consumo de energia para aquecimento de água no setor doméstico, não só em Portugal, mas em todo o mundo, representa uma grande parcela dos gastos de energia primária, sendo então essenciais que sejam criadas condições que permitam o desenvolvimento e a disseminação da energia solar (CASTANHEIRA, 2002).

A energia solar térmica é um dos métodos para aquecimento da água, aonde vem se desenvolvendo no mundo todo, por ser limpa e renovável, pois não polui o ambiente e não acaba, além, de se tornar econômico ao longo do prazo.

De acordo com Isoldi et al. (2009), estas tecnologias podem encarar-se como uma inovação na arquitetura e na construção, visto sugerirem uma ruptura com a utilização indiscriminada da natureza, dos recursos e fontes naturais.

No Brasil, o emprego de sistemas de aquecimento solar para água é relativamente baixo, em razão dos altos custos de instalação. A utilização de chuveiros elétricos como fonte de aquecimento de água, acaba por sobrecarregar a rede elétrica nos horários de pico. Devido a dificuldades para construção de novas hidroelétricas e termelétricas, entre outras fontes de energias não renováveis, é importante investir no processo de produção de energia gerada através da radiação solar (MUND, 2014).

Ferro (2010), relata que o Brasil pode ser considerado uma futura potência na geração de energia térmica solar, pois, além das condições naturais propícias – alta insolação nas cinco regiões nacionais, o país é dotado das matérias primas utilizadas na fabricação dos equipamentos necessários para produção desse tipo de energia como: cobre, alumínio, aço inoxidável, vidro e termoplásticos.

Para Mund (2014), investir em energias renováveis seria uma das maneiras de expandir a produção de energia

limpa, fazendo com que novas empresas deste meio possam se instalar no país, oportunizando novas possibilidades de empregos e pesquisas de desenvolvimento científico, alavancando o processo da transformação e captação da energia solar no país.

Portanto, este trabalho tem por finalidade gerar alternativas para edificações energeticamente mais eficientes, utilizando de energias renováveis e sistemas para redução no consumo de energia e climatização do ambiente.

## 2. TECNOLOGIA

A energia solar térmica proveniente do sol, sendo utilizada para aquecer fluidos, é captada por coletores, que são dispositivos concebidos especificamente para colher calor, ou seja, absorver luz do sol de maneira a produzir energia térmica, e ao mesmo tempo em calor aproximadamente 40% a 60% da matéria prima recebida (NEOSOLAR, 2016).

Para certas aplicações, como o aquecimento de água, essa forma de energia é considerada muito eficiente, pois pode ser coletada, armazenada, e utilizada com uma relação de custo benefício altíssima quando comparada a outras fontes de energia. Além do mais, a energia solar térmica é limpa e renovável, o que a torna desejável e sustentável (AZEVEDO, 2010).

O sistema de aquecimento pode variar em aberto ou fechado, mas todos chegam num denominador comum, o aquecimento da água. O sistema mais utilizado é o sistema fechado (mais utilizado no aquecimento para chuveiros, etc.), ou seja, placas coletoras absorvem o calor proveniente do sol e por convecção o calor é passado para as tubulações. Daí a água que passa pela tubulação também fica aquecida e é mandada para um reservatório, que funciona como uma espécie de garrafa térmica mantendo a temperatura da água constante (aquecida até a ordem de 60 graus). Assim, a água fica aquecida até o consumo (AZEVEDO, 2010 apud KOMECO, 2009).

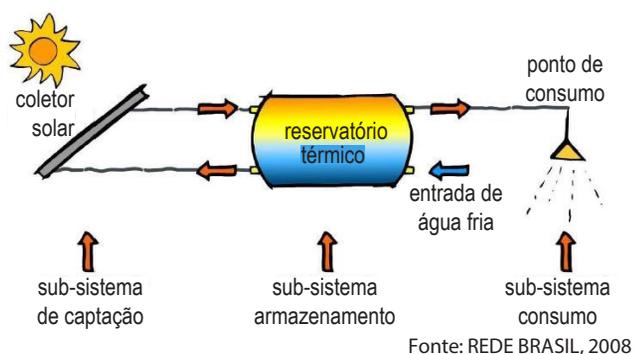
Um sistema de aquecimento solar de água, pode ser dividido basicamente em três subsistemas básicos (REDE BRASIL, 2008):

- **Captação:** composto basicamente pelos coletores solares onde circula a água a ser aquecida, as tubulações de ligação entre coletores e o reservatório térmico e, no caso de instalações maiores, a bomba hidráulica.
- **Acumulação:** seu componente principal o reservatório térmico, além de uma fonte de complementar energia, como eletricidade e gás, que garantirá o aquecimento auxiliar em períodos chuvosos, de baixa insolação ou quando ocorrer um aumento eventual do consumo de água quente.

- Consumo: compreende toda a distribuição hidráulica entre o reservatório térmico e os pontos de consumo, inclusive o anel de recirculação, quando necessário. É também conhecido como o circuito secundário da instalação.

A Figura 1 mostra um esquema básico de aquecimento solar de água.

Figura 01: Esquema de um sistema de aquecimento solar residencial  
Fonte: REDE BRASIL, 2008



Sendo que este sistema de aquecimento da água, consta de coletores solares, reservatório de água quente e tubulação de distribuição de água quente aos pontos de consumo.

De acordo com Green (2011), além de sua utilização como água quente, o uso da energia solar térmica tem proliferado para o aquecimento de piscinas residenciais, em países onde a legislação impede a utilização de outras energias para este fim.

## 2.1 Coletores solares

Os coletores são um dos mais importantes elementos do sistema de aquecimento solar. Os mesmos, promovem o aquecimento de um fluido, como água, ar ou fluido térmico, através da conversão da radiação eletromagnética proveniente do sol em energia térmica (REDE BRASIL, 2008).

As placas (coletores) deverão ser direcionadas para o norte a fim de obter melhor exposição ao sol. A inclinação do coletor solar depende da orientação solar, conforme a Tabela 1.

Segundo Ecycle (2016), a energia solar é captada por placas coletoras, que são constituídas por um conjunto de tubos no interior dos quais circula a água e que ficam reunidos no interior de uma caixa coberta por vidros. Os tubos e o interior da caixa são pintados de preto para maior absorção das radiações solares.

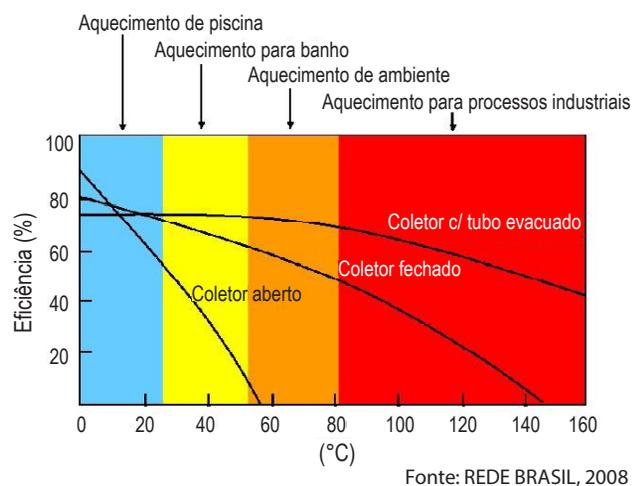
A escolha de um tipo de coletor solar depende basicamente da temperatura de operação requerida em determinada aplicação prática. Os tipos de coletores mais utilizados são, coletores aberto, coletores fechado e coletores com tubo evacuado (ECYCLE, 2016). A Figura 2 exemplifica a correlação entre os tipos de coletores solares e suas respectivas temperaturas de operação.

Tabela 01: Inclinação dos coletores solares em relação à horizontal

Cidades	$\alpha$ (Recomendado)
Natal	20°
Fortaleza	20°
Maceió	20°
Salvador	25°
Florianópolis	35°
Brasília	25°
Belo Horizonte	30°
Rio de Janeiro	30°
São Paulo	33°
Curitiba	35°
Porto Alegre	40°

Fonte: RINNAI, 2016.

Figura 02: Correlação entre os tipos de coletores e temperatura de operação



### 2.1.1 Coletor aberto

Os coletores abertos, chamados também de coletores sem cobertura, permitem a incidência dos raios do sol diretamente na placa absorvedora. Por não possuir cobertura não retém a radiação emitida pela placa absorvedora e produz aquecimento a temperaturas menores que outros tipos coletores, o que os torna mais adequados para aplicações que exigem temperaturas mais baixas, como por exemplo, o aquecimento de piscinas, que chegam a temperaturas aproximadas de 26°C a 30°C (CHEN, 2011). A Figura 3, demonstra um exemplo de coletor solar aberto. Esses coletores não possuem cobertura transparente nem isolamento térmico.

Para baixas temperaturas, o coletor solar aberto, apresenta um bom desempenho o qual decresce para

temperaturas mais elevadas. Os mesmos são fabricados de polipropileno, onde são resistentes ao cloro e outros produtos químicos (REDE BRASIL, 2008).

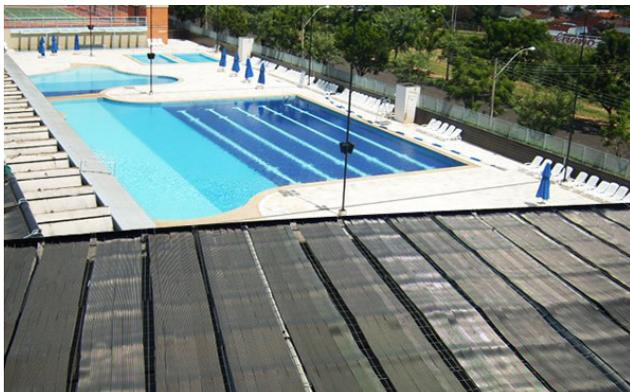
Figura 03: Coletor solar aberto



Fonte: REDE BRASIL, 2008

A Figura 4, ilustra coletores solares do tipo aberto, para aquecer piscina, instalados no SESC, na sede de Araraquara – SP.

Figura 04: Coletores do SESC



Fonte: HELIOTEK, 2016

### 2.1.2 Coletor fechado

Conforme Chen (2011), nos coletores fechados, o fluxo da radiação incidente (irradiação) é uniforme para toda a sua superfície coletora. São equipamentos destinados a aquecer a água a temperaturas compatíveis ao uso sanitário e outras aplicações. A Figura 5 ilustra um exemplo de coletor solar fechado.

É o mais comum e destina-se a produção de água quente a temperaturas inferiores a 100°C. O uso dessa tecnologia ocorre principalmente em residências, mas há demanda significativa e aplicações em outros setores como edifícios públicos e comerciais, hospitais, restaurantes entre outros (MUND, 2014).

Nesse tipo de sistema é possível alterar a potência do sistema realizando apenas a troca dos aquecedores, permitindo adequação da potência instalada ao longo da vida útil do sistema e das necessidades de seus usuários. Além

disso, é possível trabalhar com diversos aquecedores para aquecimento de água de um mesmo reservatório, o que pode garantir potências mais elevadas e maior segurança quanto ao fornecimento de água quente (CHEN, 2011).

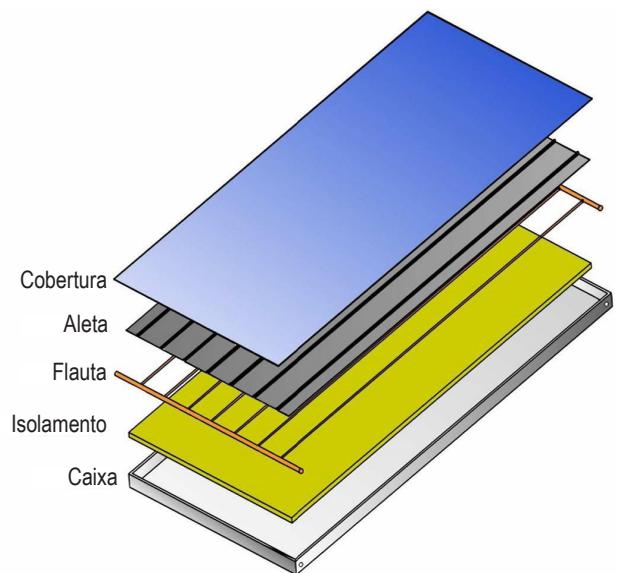
Figura 05: Coletor solar fechado



Fonte: QUALISOL, 2016

O coletor fechado é constituído por diversos elementos responsáveis pelo melhor aproveitamento possível da radiação solar, conforme ilustrado na Figura 6 e detalhado a seguir (REDE BRASIL, 2008):

Figura 06: Coletor solar fechado



Fonte: DASOL, 2016

- Cobertura: geralmente de vidro, policarbonato ou acrílico que permite a passagem da radiação solar e minimiza as perdas de calor por convecção e radiação para o meio ambiente.
- Placa absorvedora (aletas): responsável pela absorção e transferência da energia solar para o fluido de trabalho. As aletas metálicas, em alumínio ou cobre,

são pintadas de preto fosco ou recebem tratamento especial para melhorar a absorção da energia solar.

- Tubos (flautas/calhas superiores e inferiores): tubos interconectados através dos quais o fluido escoa no interior do coletor. Normalmente, a tubulação é feita de cobre devido à sua alta condutividade térmica e resistência à corrosão.
- Isolamento térmico: tem por objetivo, minimizar as perdas de calor para o meio. Fica em contato direto com a caixa externa, revestindo-a. Os materiais isolantes mais utilizados na indústria nacional são: lã de vidro ou de rocha e espuma de poliuretano.
- Caixas: geralmente fabricadas em perfil de alumínio, chapa dobrada ou material plástico e que suporta todo o conjunto.
- Vedação: importante para manter o sistema isento da umidade externa.

A Figura 7, ilustra coletores solar fechado para banho, do edifício do Hotel Quality da cidade de Jundai – SP.

Figura 07: Coletores fechados no Hotel Quality



Fonte: HELIOTEK, 2016

### 2.1.3 Coletor com tubo Evacuado

Este tipo de coletor consiste geralmente em tubos de vidro transparentes cujo interior contém tubos metálicos (absorvedores) (ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2016).

Segundo Chen (2014), temperaturas mais elevadas podem ser obtidas através da redução da perda térmica no coletor solar. Diversas técnicas podem ser aplicadas tais como: redução das perdas ópticas com coberturas específicas para essa finalidade, melhor absorção através de coletores de absorção seletiva e, redução das perdas por convecção no interior dos coletores através da criação de vácuo entre o absorvedor e a cobertura. Esta alternativa caracteriza o coletor a vácuo, cujo exemplo é apresentado na Figura 8.

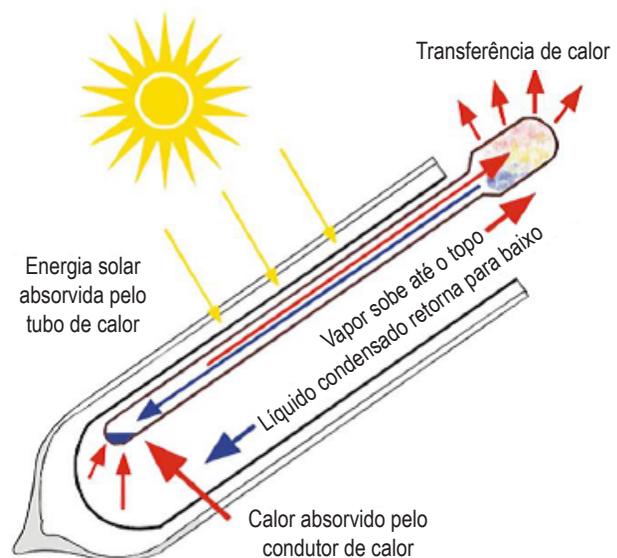
Figura 08: Coletor com tubo evacuado



Fonte: CHEN, 2011.

O coletor solar a vácuo possui uma capacidade de aquecimento superior em relação aos coletores convencionais, principalmente em lugares onde a incidência de radiação solares não sejam muito constantes, áreas com incidência de vento e em períodos nublados (RINNAI, 2016). Conforme o autor, isto se deve principalmente por causa de seu conceito construtivo, como mostra a Figura 9 e detalhado a seguir.

Figura 09: Conceito construtivo do tubo solar a vácuo



Fonte: ULTRASOLAR, 2016

A medida que a água é aquecida, pela diferença de densidade, essa água desloca-se para cima, e a água mais fria desce pelo tubo em um fluxo contínuo enquanto houver incidência de radiação solar.

## 2.2 Reservatório de água quente

A produção de água quente pode ser armazenada em reservatórios térmico, permitindo sua disponibilização em função da real necessidade dos usuários.

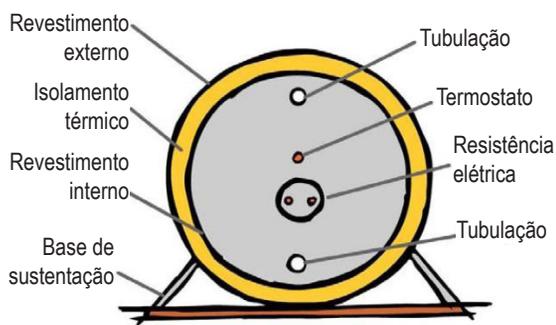
Conforme Mund (2014), para manter a água aquecida, o reservatório térmico deve contar com um baixo coeficiente de troca térmica com o ambiente, utiliza materiais que sejam resistentes à corrosão, que tenham uma boa rigidez estrutural e suportem temperaturas entre 60°C e 80°C, faixa normalmente utilizada nos sistemas domésticos.

Os diferentes tipos de materiais utilizados nos reservatórios são normalmente estabelecidos em função das características da água utilizada nos sistemas de aquecimento, porém são geralmente confeccionados em aço inoxidável ou aço vitrificado com revestimento em epóxi (CHEN, 2011).

Para garantir um bom isolamento térmico, o tanque metálico é normalmente recoberto por um bom material isolante (lã de vidro e poliuretano), com coeficientes de condução térmica na ordem de 0,03 a 0,04 W/mK. Um encapsulamento de aço galvanizado ou alumínio garante um bom acabamento e certa rigidez ao sistema (MUND, 2014).

As partes constituintes do reservatório térmico são mostradas na Figura 10 e assim detalhadas (REDE BRASIL, 2008):

Figura 10: Ilustração do reservatório térmico em corte



Fonte: REDE BRASIL, 2008.

- Corpo interno: fica em contato direto com a água aquecida e, por isso, deve ser fabricado com materiais resistentes à corrosão, tais como cobre e aço inoxidável nos reservatórios fechados. Nos reservatórios abertos, utiliza-se também, o polipropileno.
- Isolamento térmico: minimiza as perdas de calor para o meio. É colocado sobre a superfície externa do corpo interno, sendo a lã de vidro e a espuma de poliuretano os materiais mais utilizados.

- Proteção externa: tem a função de proteger o isolante de intempéries, tais como: umidade, danos no transporte ou instalação. Essa proteção é normalmente de alumínio, aço galvanizado ou aço carbono pintado. Não se recomenda o uso de lona plástica.
- Sistema auxiliar de aquecimento: é um sistema de aquecimento que tem como objetivo complementar o aquecimento solar de modo a garantir o fornecimento de água quente, seja em períodos de baixa insolação ou mesmo quando ocorrer consumo excessivo. Usualmente, o sistema de aquecimento auxiliar elétrico é constituído por uma ou mais resistências elétricas blindadas, colocadas no reservatório térmico em contato com a água armazenada. O acionamento dessas resistências pode ser controlado automaticamente por meio de um termostato, ou manualmente, pelo próprio usuário.
- Tubulações: servem para alimentação e para a distribuição de água quente aos pontos de consumo.

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recursos energéticos são utilizados pelo homem para satisfazer algumas de suas necessidades básicas em forma de calor e trabalho. Com o crescimento da população mundial a utilização de energia elétrica e de combustíveis fósseis, estão cada vez maiores. Com isso, alternativas energéticas vêm despertando interesse no mundo todo. Dentre estas, a energia solar térmica para aquecimento de água, principalmente devido à sua importância social, econômica, ambiental e tecnológica.

Ao longo deste artigo, foram apresentados os principais conceitos de energia solar térmica, relatando os tipos e funções de sistemas solares (painéis solares) para aquecimento de água.

Apesar do seu elevado custo inicial, este sistema de aquecimento de água se torna viável pois, em pouco tempo cobre o seu custo inicial. Além, de ser proveniente de uma fonte de energia limpa, sendo assim, preservando o meio ambiente e reduzindo a exploração insustentável de recursos naturais.

Esta tecnologia permite a união perfeita de economia, conforto e respeito ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. A.. **A moderna construção sustentável**. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>> Acesso em 30 jun. 2016.

AZEVEDO, R. M. **Energia e Meio Ambiente: Uma alternativa sustentável – Energia solar térmica**. Relatório

final de iniciação científica. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro, 2010.

CASTANHEIRA, L. F. C. **O planejamento energético urbano e o desenvolvimento sustentável.** Dissertação (mestrado) em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia de Universidade do Porto. Porto, 2002.

CHEN, B. **Manual técnico para projeto e construção de sistemas de aquecimento solar & gás natural.** Sistemas de Aquecimento de Água para Edifícios através da associação Solar & Gás Natural. Março, 2011.

DASOL. **Departamento Nacional de Energia Solar Térmica – Princípio de funcionamento.** Disponível em: <<http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/principio-de-funcionamento/>> Acesso em 06 de julho de 2016.

ECYCLE. **Aquecimento solar de água: entenda variações e funcionalidades dos tipos de sistema.** Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/3510.html>> Acesso em 07 de julho de 2016.

ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Tecnologias: Coletores Solares Térmicos.** Disponível em : <[http://energiasrenovaveis.com/DetailheConceitos.asp?ID\\_conteudo=41&ID\\_area=8&ID\\_sub\\_area=26](http://energiasrenovaveis.com/DetailheConceitos.asp?ID_conteudo=41&ID_area=8&ID_sub_area=26)> Acesso em 06 de julho de 2016.

FERRO, R. **Residências consomem 72% de energia solar gerada no país. 2010.** Disponível em: <<http://cb-csnoticias.blogspot.com.br/2010/07/residencias-conso-mem-72-de-energia.html>> Acesso em 30 jun. 2016.

GREEN, E. **Energia Solar Térmica.** Março de 2011. Disponível em: <<http://vazuerra.blogspot.com.br/2011/03/energia-solar-termica.html>> Acesso em 07 de julho de 2016.

HELIOTEK. Casas – **Projetos Residenciais e Comerciais.** Disponível em: <<http://www.heliotek.com.br/Cases/Projetos-Residenciais-e-Comerciais/>> Acesso em 06 de julho de 2016.

ISOLDI, R.; SATTTLER, M. A.; GUTIERREZ, E.. **Tecnologias inovadoras visando a sustentabilidade: um estudo sobre inovação, técnica, tecnologia e sustentabilidade em arquitetura e construção.** Universidade Federal de Pelotas, 2009. Disponível em < <http://www2.ufpel.edu.br/faurb/prograu/documentos/artigo3-sustentabilidade.pdf>> Acesso em 04 de jul. 2016.

MADEIRA, A. S. G. **Integração de painéis solares térmicos soluções de pós-construção.** Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa 2010.

MUND, L. F. **Análise da viabilidade técnica e econômica de coletores solares para aquecimento de água em residências.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharel) em Engenharia Mecânica – Faculdade Horizontina. Horizontina, 2014.

NEOSOLAR. **Energia Solar – Porta São Francisco.** Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia-solar/energia-solar.php>> Acesso em 06 de julho de 2016.

QUALISOL. **Energia Solar – Aquecimento Solar Plano.** Disponível no <<http://www.qualisol.eng.br/#!aquecedor-solar-plano/c1hbt>> Acesso em 06 de julho de 2016.

REDE BRASIL. **Noções iniciais sobre aquecimento solar.** Rede Brasil de Capacitação em Aquecimento Solar

RINNAI. **Manual do Usuário – Coletor Solar com Tubo a Vácuo.** Disponível em: <<http://www.rinnai.com.br/uploads/manual/117.pdf>> Acesso em 06 de julho de 2016.

RINNAI. Sistema de Aquecimento Solar (SAS) – **Manual de Instalações.** Disponível em: <<http://www.rinnai.com.br/uploads/manual/158.pdf>> Acesso em 07 de julho de 2016.

ULTRASOLAR. **Manual do usuário – Coletor solar com tubo a vácuo.** Disponível em: <<http://www.novacell.com.br/imagens/catalogos/Manual-VIVA03.pdf>> Acesso em 06 de julho de 2016.

# A DESMATERIALIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE ECODESIGN: OBSERVAÇÃO DE UM CENTRO EDUCACIONAL

*THE DEMATERIALIZATION AS ECODESIGN STRATEGY: OBSERVATION OF AN EDUCATIONAL CENTER*

---

Tassiane Bilik, Pós-graduanda (UTFPR)  
Adriano Heemann, Dr. (UFPR)

## Palavras Chave

Ecodesign; Editorial; Desmaterialização

## Key Words

*Ecodesign; Editorial; Dematerialization*

## RESUMO

O design editorial está fundamentado em uma quantidade significativa de mídia impressa. Esse material tem vida útil cada vez menor, sobretudo as folhas de provas didáticas utilizadas por centros educacionais. Diante desse contexto, o presente artigo discute possíveis benefícios da desmaterialização das provas tradicionais confeccionadas em papel e substituição por mídias eletrônicas contemporâneas. O estudo é conduzido com base em uma revisão bibliográfica e uma observação empírica dessa problemática no contexto de um centro educacional no estado do Paraná. O estudo conclui que a estratégia de desmaterialização pode resultar na economia anual de aproximadamente 58,9 toneladas de papel sulfite.

## ABSTRACT

*The editorial design is based on a significant amount of print media. This material has ever smaller life, especially the paper sheets of didactic tests used by educational centers. In this context, this article discusses possible benefits of dematerialization of the traditional tests made of paper and replaced by contemporary electronic media. The study is conducted based on a literature review and an empirical observation of this problem in the context of an educational center in the state of Paraná. The study concludes that the dematerialization strategy could result in annual savings of approximately 58.9 tons of paper.*

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo o IDEC (2004, p. 33-35), para se produzir 1 tonelada de papel são necessárias até 3 toneladas de madeira (10 a 20 árvores), aproximadamente 10 mil litros de água (mais do que qualquer outra atividade industrial) e 5 mil kW/hora de energia, (o quinto lugar na lista das atividades industriais que mais consomem energia). Além desses fatores, o uso de produtos químicos potencialmente tóxicos para a separação e branqueamento da celulose também representa um risco ambiental. De acordo com o IDEC (2004), o contexto do consumo crescente do papel sem posterior reciclagem constitui uma das atividades humanas mais nocivas ao meio ambiente em escala global.

A utilização estrita de madeira de reflorestamento, a utilização racional da água e energia, a aplicação reduzida do uso de cloro nos processos de fabricação e a melhoria da tecnologia de reciclagem são medidas que já vem sendo tomadas por esse setor industrial e que em muito contribuem para a minimização dos efeitos danosos do ciclo do papel. Contudo, essas são medidas que não significam necessariamente a adoção de uma estratégia educacional orientada à sustentabilidade. Diante desse contexto, o presente artigo se baseia em bases teóricas sobre a estratégia de desmaterialização e discute sua pertinência ao design editorial no contexto de um centro educacional.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Em termos metodológicos, o estudo aqui relatado é oriundo de uma revisão bibliográfica narrativa, seguida da observação da prática de um centro educacional paranaense que concebe e produz material didático orientado ao preparo de alunos para o ingresso no ensino superior. A revisão bibliográfica é delimitada às principais publicações nacionais sobre Ecodesign. Contudo, não há a intenção de exaurir o conhecimento teórico sobre o tema enfocado, tampouco de modificar a realidade do fenômeno prático observado.

O estudo tem como problema o seguinte questionamento: como a estratégia de desmaterialização pode ser pertinente à prática de um centro educacional? A partir deste problema, a investigação assume caráter qualitativo e adota como objetivo geral sumarizar os principais conceitos teóricos disponíveis na literatura consultada e, com base nisso, argumentar sobre a pertinência de implementação futura de uma estratégia de “desmaterialização” de provas didáticas utilizadas pela empresa observada. O objeto do presente estudo está delimitado papel consumido para confecção das folhas de provas didáticas. Portanto, não considera outros materiais como, por exemplo, tintas, polímeros de encadernação, energia para a produção e transporte das provas.

### 2.1 Empresas e ecodesign

É de conhecimento público que, no século XX, as Organizações Não-Governamentais (ONGs) contribuíram significativamente para o aumento da consciência ambiental e reação ao impacto ambiental oriundo do desenvolvimento econômico. Porém, orientar uma sociedade para a sustentabilidade parece não ser um desafio apenas para economistas ou industriais, pois tal orientação implica em aprimoramentos em diversos setores. No âmbito do presente artigo, o enfoque do estudo está delimitado a maneiras mais sustentáveis de se conceber o design editorial.

Dias (2006, p. 126) argumenta que entender de gestão ambiental pode ser uma vantagem não só para o meio ambiente, mas também para as empresas, uma vez que pode aumentar a competitividade das mesmas. Já, para Kazazian (2005), pode haver vantagem concorrencial a empresas que atrelam seu nome a aprimoramentos diversos, como o de respeitar o meio ambiente. Contudo, “outras motivações podem existir, principalmente a melhora da qualidade dos produtos, a redução dos custos e o estímulo interno pela inovação” (KAZAZIAN, 2005, p. 36). Manzini (2008, p. 23) sugere que “para ser sustentável, um sistema de produção, uso e consumo deve ir ao encontro das demandas da sociedade por produtos e serviços sem perturbar os ciclos naturais e sem empobrecer o capital natural”. Nesse mesmo sentido, Savitz e Weber (2006, p. 2) apontam que “uma empresa sustentável é aquela que gera lucro para os acionistas e simultaneamente protege o meio ambiente e melhora a vida das pessoas com quem interage”. Para os autores, a ecoeficiência é o componente básico para a sustentabilidade e significa a redução dos componentes utilizados para a produção dos bens e serviços. Isso geralmente aumenta de forma direta os lucros da empresa e reduz o impacto ambiental. DIAS (2006, p. 135) acrescenta que a ecoeficiência consiste em se produzir mais com menos, reduzir a geração de resíduos e a poluição no meio ambiente, além de possíveis responsabilidades por danos a terceiros.

Atualmente, a adoção de uma postura de design orientada a sustentabilidade parece ser um dos princípios fundamentais da gestão empresarial eficiente, embora não possa ser considerada garantia de sucesso financeiro de um projeto. Ademais, sua adoção exige comprometimento, assim como recursos e cuidados extras diante de alterações de estratégia, o que por sua vez pode acarretar custos e riscos adicionais (SAVITZ e WEBER, 2006, p. 234). Os autores mencionam um lado mais abstrato que converge para as oportunidades e riscos de mais difícil quantificação: a reputação da empresa, a satisfação dos empregados, a boa vontade dos clientes e o valor a ser considerado líder setorial (SAVITZ e WEBER, 2006, p. 39).

## 2.2 O design orientado à sustentabilidade

Segundo Krucken, um dos principais desafios do design contemporâneo consiste em “suportar o desenvolvimento de soluções para questões de alta complexidade, que exigem uma visão abrangente do projeto, envolvendo produtos, serviços e comunicação de forma conjunta e sustentável” (KRUCKEN, 2009, p. 44). Daí emerge o papel-chave do designer, uma vez que ele é um dos responsáveis por cogitar e selecionar materiais, processos produtivos e de definir o modo de operação de produtos, serviços e sistemas. Papanek (2007) aponta que as decisões dos designers “podem ter consequências ecológicas de grande alcance e a longo prazo” (PAPANEK, 2007, p. 31).

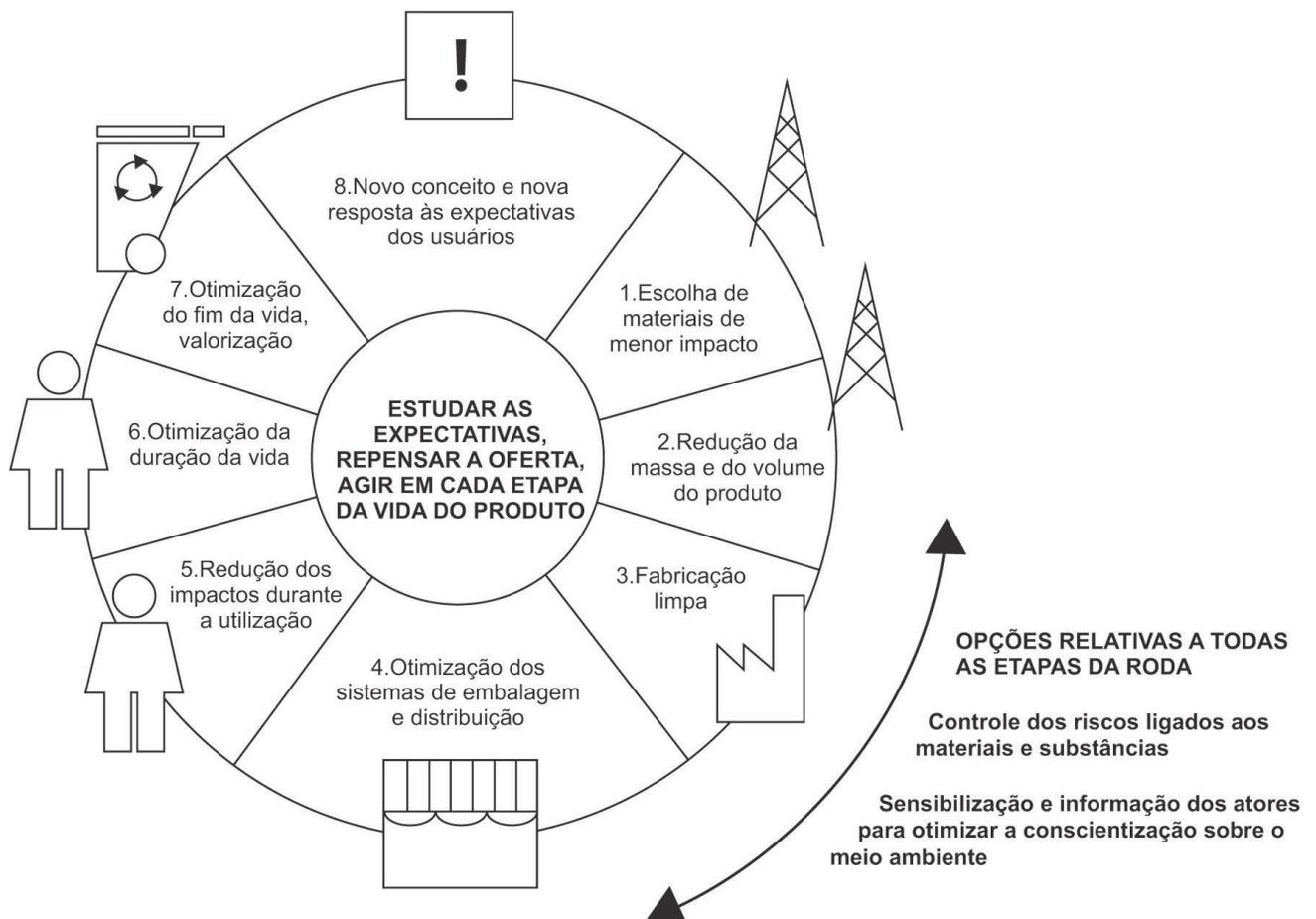
Para o IDHEA (2009), o conceito de Ecodesign pode ser definido em linhas gerais como

a ferramenta de projeto utilizada para o desenvolvimento de serviços e produtos, cujos processos não resultem em impactos sobre o meio ambiente, com a minimização no consumo de matérias-primas, redução na emissão de poluentes e efluentes e na geração de resíduos (2009).

Segundo MANZINI (2008, p. 28) Quando se objetiva a sustentabilidade, uma descontinuidade sistêmica deve acontecer e o centro de interesse deve passar a ser os resultados, focalizando o projeto nas atividades a serem realizadas. Ora, projetar soluções sustentáveis demanda o atendimento de uma série de requisitos (também aqueles tradicionais) que precisam ser harmonizados num todo. Assim, projetar é uma atividade cada vez mais complexa. Os sistemas passam a ser projetados de tal forma que também o consumo de recursos seja reduzido e o valor do que é projetado seja melhorado (MANZINI, 2008, p. 36).

O Ecodesign, no contexto exposto por Papanek (1995), é um processo que tem por consequência tornar a economia mais “leve”. Ou seja, consiste em reduzir os impactos de um produto e ao mesmo tempo conservar suas qualidades de uso, com o intuito de melhorar a vida dos usuários de hoje e amanhã. Esse mesmo processo é também chamado de “eco-concepção” por Kazazian (2005, p. 36). A gestão da concepção de produtos deve levar em conta não só as características físicas que satisfaçam o consumidor, mas também as variáveis ambientais que poderão alterar o produto em sua forma original (DIAS, 2006, p. 144).

Figura 01 - Ciclo de vida na eco-concepção



Fonte: Kazazian (2005)

Kazazian (2005, p. 36) ilustra sua argumentação de que, no processo de eco-concepção, o designer criador articula soluções para todo o ciclo do produto, incluindo os seus impactos ambientais (figura 01). Assim, o Ecodesign emerge como uma maneira de conceber um produto adequado em todo o seu ciclo de vida. Kazazian esclarece que o ciclo de um produto sustentável ideal, passa por etapas importantes como a escolha de materiais de menor impacto, redução na massa e volume, assim como a otimização da vida útil do mesmo, o que melhorará a percepção do valor do produto aos usuários.

Mas o designer antes de tudo deve aprender a desenvolver produtos e serviços também sustentáveis e, a partir daí, promover novas configurações entre diferentes atores buscando soluções inovadoras capazes de agregar interesses sociais, ambientais, tecnológicos e econômicos, o que ainda parece ser um desafio novo e considerado complexo para a cultura e prática do design (VEZZOLI, 2010). O autor apresenta três elementos-chave do design orientado para a sustentabilidade (VEZZOLI, 2010, p. 40):

- **Unidade de satisfação** como referência, ou seja, design da demanda/satisfação;
- **Interação de atores** como foco, ou seja, design das relações entre os atores envolvidos;
- **Sustentabilidade como objetivo**, ou seja, design para sistemas ecoeficientes e socialmente coesos e justos.

O autor ainda apresenta requisitos típicos e algumas diretrizes de projeto para minimizar o impacto ambiental (VEZZOLI, 2010, p. 59):

- **Minimizar** o uso dos recursos;
- **Selecionar** recursos e processos de baixo impacto ambiental;
- **Otimizar** a vida dos produtos;
- **Estender** a vida dos materiais;
- **Facilitar** a desmontagem.

A necessidade de operacionalização do Ecodesign não é nova, tampouco isolada. A ela está atrelada uma série de outras demandas por abordagens concretas que operacionalizem os novos modelos de consumo e produção mais sustentáveis no Brasil. A esse respeito, Santos (2015) apresenta o exemplo do Design de Sistemas Produto+Serviço (PSS), definido como resultado de uma estratégia mais ampla de inovação, redirecionando o foco de negócios do design da mera venda de produtos físicos para a venda de PSSs, que são conjuntamente capazes de atender integralmente demandas específicas de clientes. Portanto, uma mudança de abordagem desse tipo parece favorecer a desmaterialização

do consumo com possíveis benefícios ambientais, econômicos e sociais para todos os atores sociais como, por exemplo, governo, empresas e consumidores.

A sustentabilidade em projetos pode ser buscada por meio de uma multiplicidade de percursos, esses percursos podem ser subdivididos em três famílias fundamentais (MANZINI e VEZZOLI, 2008, p. 41). Percursos na área da eficiência são alcançados, por exemplo, quando os produtos limpos são recicláveis e operam no âmbito de uma ecologia industrial fechada e caracterizada por tecnociclos. Percursos na área da suficiência são atingidos quando os produtos são biológicos e biodegradáveis, caracterizados no âmbito da ecologia industrial por biociclos. Finalmente, percursos na área da eficácia partem dos atuais produtos e serviços ecoeficientes, isto é, com baixa intensidade de material. Em outras palavras, os percursos que enfocam a eficácia parecem ser caracterizados por uma ecologia industrial fortemente desmaterializada. Isso significa que os processos produtivos implícitos (sejam eles orientados à não-interferência ou à biocompatibilidade) devem tornar-se mais eficientes, mais leves, apresentar produtos finais com conteúdo mais elevado de conhecimento e informações e ainda contribuir para aumentar a inteligência do sistema.

A esse respeito, cabe ainda a observação de Kazazian, sugerindo que a desmaterialização tem por objetivo a redução do *input*, ou fluxo de matérias, no funcionamento econômico. Tem por objetivo principal descascar o crescimento econômico da exploração de matérias-primas, isto é tornar a primeira menos dependente da segunda (KAZAZIAN, 2005, p. 62). Conforme o autor, as estratégias de desmaterialização utilizam a otimização de seus meios como ferramentas de produção e concepção de produtos, sistemas e serviços que permitem que uma determinada empresa chegue a um resultado superior em comparação a aquele oriundo de uma estratégia clássica. A desmaterialização se torna ainda mais necessária em empresas que já se enquadram na evolução dos critérios de poder atual baseados em valores cada vez mais imateriais e intangíveis como, por exemplo, o domínio de marcas, de conhecimento científico ou tecnológico, as transferências de informação ou as estratégias de organização.

### 2.3 Possibilidade de desmaterialização em um centro educacional

Em termos conceituais, a desmaterialização em projetos parece ocorrer quando um produto passa a ter sua função e seu valor de uso significativamente ampliados em comparação a produtos similares. No caso do design

editorial observado em um centro educacional paranaense, a função de testar a capacidade de aquisição e retenção de conhecimento de alunos é atualmente mediada por provas tradicionais, impressos em folhas papel sulfite. De acordo com o que foi levantado durante a investigação (tabela 01), centenas de provas são impressas e reimpressas semanalmente em diferentes séries e frentes de ensino, o que totaliza o consumo de mais de 12 milhões de folhas (ou aproximadamente 58,9 toneladas) de papel sulfite a cada ano.

Cabe aqui considerar a existência de um exemplo de desmaterialização do papel denominado *Kindle*, desenvolvido pela empresa *Amazon*. No *Kindle*, podem ser utilizadas alternativas para o conforto do leitor, como a escolha da tela *e-Ink*, que emula o aspecto do papel impresso. Outro exemplo de ferramenta que pode dispensar o uso de papel são os *tablets*. Eles oferecem mobilidade, são menores e mais leves do que um computador comum, dispõem de espaço para amplo armazenamento de informação, como apostilas, livros, revistas, filmes, etc. em uma só mídia. Ambos os equipamentos podem ser considerados plataformas que apresentam a vantagem da interação com o conteúdo a dão suporte. Exemplos são as funções de editar, salvar, fotografar, sublinhar, ou seja, realizar articulações entre conteúdos de interesse. Dispositivos eletrônicos ainda podem oferecer conectividade a intranet e internet.

Entretanto, o advento das mídias digitais em substituição ao papel também pode significar desafios de

desenvolvimento. De acordo com Chartier, a empresa multimídia, em termos de rentabilidade, só pode ser eficaz sob três condições: que ela seja implantada no maior número de regiões produtivas no mundo, que ela congregue atividades afins – cada produto sendo, portanto, desde a origem, concebido para a diversificação –, e também que ela tenha uma capacidade de investimento enorme, com os crescentes custos de acesso aos bancos de dados (2009, p. 147).

No caso do material didático do centro educacional observado, o conceito de eco-concepção poderia ser aplicado por meio da inserção de conteúdo digital (desmaterializado) aos alunos e professores, em substituição ao consumo de material didático tradicional em papel (consumido e descartado anualmente). Neste caso, o acesso ao conteúdo didático digital, por sua vez, ocorreria por meio do acesso a mídias eletrônicas contemporâneas como *smartphones*, *tablets*, *notebooks* e computadores que já são de propriedade de alunos e professores. Para usuários que não dispõem de aparelhos desse tipo, o centro educacional poderia empresta-los temporariamente por meio de comodato.

Cumprir observar que, embora o ciclo de vida de produtos eletrônicos também emergja mundialmente como um problema ambiental significativo, a estratégia de desmaterialização aqui argumentada não prevê a produção de novos aparelhos eletrônicos para esta finalidade, mas sim o aproveitamento dos aparelhos que já são utilizados pelos usuários. Um aproveitamento desse tipo aumentaria

Tabela 01: Levantamento do consumo de papel em provas no centro educacional observado (2015)

Função do Material Didático	Qt de/ano	Nr. páginas	Tiragem	Folhas
Fascículo Revisões - Terceirão	18	30	5000	1350000
Semiextensivo	6	32	2000	192000
Aprofundamento geral	26	14	2000	364000
Aprofundamento - Biológicas	24	12	3000	432000
Aprofundamento - Tecnológicas	24	12	1300	187200
Aprofundamento - Humanísticas	24	12	1500	216000
Fascículos	40	10	400	80000
Provas	11	26	2500	357500
Simulados	3	60	5000	450000
Simulados - Semiextensivo	6	60	2500	450000
Revisão	1	216	5000	540000
Maratona - ENEM	1	272	5000	680000
Reforço	1	220	5000	550000
Maratona - Vestibular	1	448	5000	1120000
Superextensivo	1	508	5000	1270000
Discusivas	1	1768	5000	4420000
<b>Total Papel 75g/m<sup>2</sup> se 4,65 g/folha A4</b>	<b>188</b>	<b>3700</b>	<b>55200</b>	<b>126658700 58,9 Ton</b>

Fonte: Autores

o valor de uso tanto do aparelho quanto da mídia didática (então em formato digital). Além disso, com o uso da mídia digital, o usuário disporia de uma gama significativamente ampliada de possibilidades de provas didáticas, imateriais, interativas e atualizáveis, o que a mídia convencional em papel não é capaz de suportar. Assim, o valor e a função do conteúdo didático seriam ampliados significativamente, com importante redução de desperdício de material.

## 2.4 Discussão

Com base no referencial apresentado anteriormente, é possível argumentar que a desmaterialização pode constituir uma estratégia de Ecodesign pertinente ao centro educacional observado. A difusão de produtos digitais e serviços ecoeficientes apresenta uma notável convergência com o crescimento da economia de serviços e da informação, o que é uma das características das sociedades industrialmente maduras. A desmaterialização da economia na perspectiva da sustentabilidade pode ser vista como uma reorientação ambiental de um grande fenômeno em ação (MANZINI e VEZZOLI, 2008, p. 52-53).

Para aluno e professor, além de disporem de todo material usual das aulas em um único dispositivo com o volume reduzido, a desmaterialização das provas poderia ampliar a gama de funções para esses usuários. Estes poderiam vir a utilizar os dispositivos de formas ainda mais eficientes como, por exemplo, na comunicação entre alunos com professores, exibição de aulas e provas online, vídeos, filmes, exercícios com respostas instantâneas, auto-avaliações, orientações online, gráficos do rendimento do aluno, simulados, depoimentos de ex-alunos disponíveis em vídeo, fóruns com dicas pedagógicas, etc.

Para ilustrar ainda mais esta discussão, cabe recorrer a observação de Chartier (2009, p. 137), de que no livro digital, a composição na tela, a transmissão ao leitor, a recepção, a leitura e o armazenamento na memória informática são efetuadas sem que em nenhum momento haja inscrição em papel: isso torna uma realidade na micro-edição e nada nos impede de pensar que um dia se generalize.

O presente estudo também simulou a utilização de tablets não apenas para a realização de provas, mas também para a interação com apostilas e livros, a digitação de redações, o acesso a internet e comunicação entre alunos e professores. Observou-se, sobretudo, que a mídia digital proporciona mobilidade de uma ampla gama de informação, com leveza e baixa intensidade de material. Também os meios de acesso a mídia digital são ampliados, atualmente podendo se dar de modo sincronizado entre tablets, smartphones, notebooks ou computadores pessoais.

Contudo, o “produto” do centro educacional não seria a prova em papel, nem mesmo o aparelho eletrônico (hardware). Corroborando a estratégia da desmaterialização, neste novo arranjo, o produto da empresa passaria a ser o “serviço” que o usuário acessa (software). Assim, não mais seriam consumidas as 12 milhões de folhas (ou aproximadamente 58,9 toneladas) de papel sulfite a cada ano por este centro educacional. Embora o escopo do presente estudo não tenha englobado diferentes tipos de materiais didáticos de auxílio, é possível estimar que estes também poderiam passar a ser dispostos de modo digital, o que reduziria ainda mais o consumo de papel além de outros recursos.

Finalmente, no que concerne ao aproveitamento dos dispositivos eletrônicos já pertencentes aos usuários, cabe resgatar o raciocínio de que, como apresentado por Manzini e Vezzoli,

se um produto tem uma vida útil maior, não vai ser necessário novos materiais para serem transformados em novos produtos, isto é, confeccioná-los, transportá-los, e descartá-los, com toda a respectiva carga de impacto ambiental que o acompanha (2008, p. 150).

## 3. CONCLUSÃO

O presente artigo apresenta a sumarização dos principais conceitos teóricos disponíveis na literatura consultada e, com base nisso, apresenta argumentação sobre a pertinência de implementação futura de uma estratégia de desmaterialização de provas didáticas.

A perspectiva adotada, contudo, não é nova e o estudo aqui relatado tampouco é exaustivo. A estratégia de desmaterialização de provas didáticas, aqui demonstrada como sendo pertinente ao caso enfocado, deve ainda ser objeto de outros estudos que considerem os múltiplos aspectos e requisitos específicos da empresa.

Um plano operacional para tal desmaterialização transcende este estudo delimitado a uma etapa preliminar do assim chamado design estratégico. Contudo, uma vez que aceita a pertinência da conjectura aqui apresentada, a determinação do plano operacional constituiria um objetivo promissor para pesquisas futuras, provavelmente de natureza quantitativas e transdisciplinares, aderentes aos campos do Design, Marketing, Engenharia de Produção, Tecnologia da Informação, Gestão, Pedagogia entre outros.

Como discutido neste artigo, a estratégia da desmaterialização pode culminar em vantagens ambientais e de utilização. Contudo, conclui-se, finalmente, que sua implementação futura em um centro educacional também poderá constituir fator de inovação e de destaque perante as demais empresas do setor.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Fundação Araucária do Paraná pelo apoio na forma de bolsa de estudos.

## REFERÊNCIAS

IDEC. **O lado escuro do papel**. Revista do IDEC, São Paulo, v. 1, ed. 77, mai. 2004. Disponível na internet por [http em: <http://www.idec.org.br/uploads/revistas\\_materias/pdfs/2004-04-ed77-servico-ambiente.pdf>](http://www.idec.org.br/uploads/revistas_materias/pdfs/2004-04-ed77-servico-ambiente.pdf). Acesso em: 23 dez. 2015.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: Responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora SENAC, 2005.

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

SAVITZ, Andrew W.; WEBER, Karl. **A Empresa sustentável: o verdadeiro sucesso em lucro com responsabilidade social e ambiental**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

KRUCKEN, Lia. **Design e território: valorização de identidades e produtos locais**. São Paulo: Studio Nobel, 2009.

PAPANEK, Victor. **Arquitetura e design: ecologia e ética**. Lisboa: Edições 70, 1995.

Ecodesign. **Instituto para o desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA)**. Disponível na internet por [http em: <http://www.idhea.com.br/ecodesign.asp>](http://www.idhea.com.br/ecodesign.asp). Acesso: 11 jan. 2016.

VEZZOLI, Carlo. **Design de sistemas para sustentabilidade: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação”**. Salvador: EDUFBA, 2010.

SANTOS, Aguinaldo dos. **A premência de competências no país para o design de sistemas produto+serviço**. Design Brasil, 2015. Disponível na internet por [http em: <http://www.designbrasil.org](http://www.designbrasil.org)

[br/entre-aspas/a-premencia-de-competencias-no-pais-para-o-design-de-sistemas-produto-servico/#.Vo1uimSrS01](http://br/entre-aspas/a-premencia-de-competencias-no-pais-para-o-design-de-sistemas-produto-servico/#.Vo1uimSrS01)>. Acesso em: 5 jan. 2016.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

CHARTIER, Roger. **A aventura do livro: do leitor ao navegador**. São Paulo: UNESP, 2009.

# SUSTENTABILIDADE NO CONSUMO COLABORATIVO: UMA REFLEXÃO SOBRE A DISSEMINAÇÃO DE VALORES SUSTENTÁVEIS A PARTIR DE TROCADORES DE LIVROS

*SUSTANABILITY IN COLLABORATIVE CONSUMPTION: A REFLECTION ABOUT DISSEMINATION OF SUSTAINABLE VALUE FROM THE TRIBE OF BOOK EXCHANGERS*

---

Roberto Zimmer Araujo, Mestrando PPGDesign (UNISINOS)  
Karine Freire, Dra. PPGDesign (UNISINOS)

## Palavras Chave

Design; Sustentabilidade; Consumo Colaborativo

## Key Words

*Design; Sustainability; Collaborative Consumption*

## Resumo

Este artigo foi desenvolvido para analisar as formas de consumo colaborativo de trocadores de livros como um modo disseminação de valores para sustentabilidade, uma tribo com estrutura difusa cujo elo de ligação é a leitura por prazer. A partir de entrevistas em profundidade com membros desta tribo e da observação não participante de suas ações, foram investigadas características relevantes do processo de difusão de valores sustentáveis para que designers possam se apropriar e projetar sistemas colaborativos que contribuam com o desenvolvimento de uma cultura de sustentabilidade. Entre os elementos mais evidentes estão o valor da história e memória dos produtos, do coletivo e comunitário, do consumo com cuidado e conservação, e da experiência ampliada a novos sentidos para os objetos, que segundo Malaguti (2009) são alguns dos valores fundamentais para uma cultura de sustentabilidade.

## Abstract

This paper was developed to analyze the ways of collaborative consumption of books exchangers as a means of spread values for sustainability, a tribe with diffuse structure and which linking value is reading for pleasure. From interviews with members of this tribe and non-participant observation of their actions, it was investigated relevant characteristics of the process of diffusion of sustainable values to designers be able to appropriate it and design collaborative systems which contribute with the development of a sustainable culture. Among the more evident elements are the value of history and memory of products, of collective and communitarian, of consume with care and conservation, and of the extended experience to new SENTIDOS to the objetcs, which to Malaguti (2009) are some of the values do a sustainable culture.

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo é um fenômeno que não se limita a escolha de um artefato em função do benefício primário que lhe é atribuído. O indivíduo se comunica com o ambiente social a partir de diversas formas, inclusive do consumo. E mais, a compra e o consumo de um determinado objeto podem ser considerados, pela visão de Featherstone (1995), como um meio de estabelecer relações sociais. Ou ainda, como uma forma de afirmação da identidade e integração a grupos sociais (BAUDRILLARD, 1995), o que pode se desdobrar na formação de tribos de consumo. A partir disso, sugere-se que o estabelecimento de tribos explora o processo de comunicação do indivíduo com o ambiente a partir do consumo e sua relação de pertencimento a grupos sociais. Esta expressão do indivíduo está articulada a dimensão simbólica dos artefatos e aos significados atribuídos a eles e ao processo de consumo.

Essa dimensão simbólica se relaciona ao valor social do consumo, que consiste em aspectos sociais que permeiam processos de produção, comercialização e consumo dos produtos, inclusive valores morais e a atuação e reputação das organizações (KRUCKEN; TRUSEN, 2009). Dessa forma, sugere-se que as relações sociais numa tribo de consumo são capazes de influenciar hábitos entre indivíduos em função do compartilhamento destes valores.

Considerando tribos de consumo colaborativo, considere-se a possibilidade de que o valor social dessa forma de consumo esteja relacionado à sustentabilidade, e por isso pode contribuir para a difusão de uma cultura de sustentabilidade entre seus integrantes. Segundo Botsman e Rogers (2011), os sistemas colaborativos surgem como um contraponto a lógica econômica dominante e buscam, a partir de redes sociais inteligentes suportadas por base tecnológica novas formas de consumo. No entanto, se observa que essas novas formas de consumo relacionam um diferente conjunto de elementos que passam a ser valorizados na ocasião do consumo, e que fortalecem a projeção de identidade.

Este artigo foi elaborado com o objetivo de identificar os modos pelos quais uma tribo de consumo colaborativo pode difundir os valores de sustentabilidade, e para isso explora as características da tribo de trocadores de livros. A tribo é constituída por consumidores em sistemas de redistribuição de livros, ou seja, portais virtuais que promovem relações horizontais entre leitores que disponibilizam livros e propõem trocas entre si.

## 2. TRIBOS DE CONSUMO

No ato de comprar e consumir, um indivíduo não busca apenas o valor concreto daquilo que consome, como se alimentar de algo para saciar sua fome ou comprar uma

peça de roupa para se abrigar do frio, mas também um valor abstrato relacionado a um conceito que envolve características e qualidades que irão diferenciá-lo dos demais indivíduos, e pelo qual os indivíduos expressam para o mundo algo sobre si mesmos (FEATHERSTONE, 1995; DOUGLAS; ISHERWOOD, 2004)

Com base nisso, compreende-se que a cultura de consumo proporciona aos indivíduos uma maior expressão de sua personalidade a partir das escolhas de compra e consumo que efetua. A dimensão simbólica dos artefatos, portanto, dialoga com a possibilidade de expressão do indivíduo, o que contribui para que as escolhas de consumo sejam um modo de afirmação de identidade consigo e com os demais.

McCracken (2003) aponta que os bens de consumo nos quais o consumidor investe tempo, atenção e seus recursos financeiros, estão carregados de significados culturais, sendo estes significados utilizados pelos consumidores para expressão individual e de seus princípios, construção de noções de si, cultivo de ideais, criação e sustentação de estilos de vida. Essa identificação com grupos sociais pode acontecer na forma de tribos de consumo. Segundo Cova e Cova (2001), tribos são unidades de referência utilizadas em pesquisas pós-modernas sobre consumidores que consistem em grupos de indivíduos que compartilham experiências similares e emoções e se unem em comunidades vagamente interligadas. Estes são agrupamentos difusos de consumidores na sociedade contemporânea.

O estabelecimento destes grupos tem por característica a instabilidade ou efemeridade. Diferente de grupos de referência ou subculturas de consumo, não existe uma relação clara de hierarquia, autoridade, *ethos* e uma rígida estrutura na tribo. Para Cova e Cova (2001), as tribos são agregados dinâmicos de pessoas emocionalmente conectadas cuja relação é difusa e difícil de medir, pois muitas vezes não chegam a ser explícitas. A relação entre as pessoas numa tribo é sustentada pelo *linking value*, ou seja o elemento de ligação que mantém a identificação dos integrantes do grupo. Tribos também são caracterizadas por traços temporais: num ciclo de vida mais curto elas emergem, crescem, atingem um pico, declinam e se desfazem.

Conforme indicam Douglas e Isherwood (2004), bens são acessórios rituais e o consumo é um processo ritual no qual a função primária é dar sentido a um fluxo de acontecimentos. Considerando esta indicação, se compreende que ao praticar um ritual de consumo, e não somente o consumo por si, o indivíduo passa a comunicar ao meio social a reafirmação de sua noção de si e identificação com a tribo.

### 3. CONSUMO COLABORATIVO COMO UMA ALTERNATIVA PARA SUSTENTABILIDADE

A partir da década de 1970, Lipovetsky (2007) destaca a presença de maior individualismo e consumismo na sociedade contemporânea, e passa a defini-la como “sociedade de hiperconsumo”. A sociedade do hiperconsumo é caracterizada por ações de capitalismo predatório que se forma em um ambiente em que a produção em série e larga escala, sistema que passa a ser questionado como a melhor opção para o consumidor. Percebe-se uma desaceleração do consumo em função de uma possível saturação do mercado de massa. Essa saturação introduz ao consumidor aos poucos uma nova esfera de questionamentos e avaliação de questões ligadas a culpa, consciência social e bem-estar social. O consumidor, aos poucos, passa a procurar alternativas que reduzem o impacto social e ambiental de seu consumo, principalmente no que se refere a desigualdade entre classes sociais e a escassez de recursos naturais. (LIPOVETSKY, 2007).

Neste contexto, o sistema econômico contemporâneo passa a ser composto também por organizações que exploram outras formas de consumo, estimulando diferentes formas de interesse do consumidor e promovendo variedade no mercado de massa. (LIPOVETSKY, 2007). Como uma dinâmica alternativa, se observa na sociedade contemporânea movimentos que promovem o consumo colaborativo. Segundo Botsman e Rogers (2011), o compartilhamento é a base de um sistema cultural e econômico emergente que inspira diferentes modelos de negócio. Os negócios que se constituem na lógica do consumo colaborativo estruturam uma rede entre usuários que promove compartilhamento, troca, empréstimo, microaluguel, empréstimo e doações de bens através de tecnologia. Independente da sua motivação principal, o consumidor que decide consumir colaborativamente está buscando uma solução prática, seja ela a economia de tempo ou de recursos financeiros, o acesso a um serviço que atende melhor suas necessidades, ser mais sustentável ou permitir relacionamentos mais estreitos com pessoas e não com marcas. (BOTSMAN; ROGERS, 2011). Pode-se dizer que o consumo colaborativo é um modo de consumo consciente, na perspectiva do Instituto Akatu (2002, p.9): “ser um consumidor consciente significa fazer de seu ato de compra um ato de cidadania, isto é, ser capaz de escolher produtos, serviços e empresas fornecedoras que contribuam para uma condição de vida ambientalmente sustentável e socialmente justa.

O consumo colaborativo também está relacionado a ideia de consumo suficiente apresentada por Alcott (2008), em especial a primeira de suas duas premissas,

que é uma forma de consumo que estimula a consciência da sustentabilidade. A primeira premissa do consumo suficiente afirma que o consumidor está apto a consumo, ou seja, o consumo é uma escolha e não uma condição. Ou seja, o consumidor colaborativo está apto às formas tradicionais de consumo, mas opta por esta alternativa.

A segunda premissa do consumo suficiente diz respeito à motivação para consumo. Alcott (2008) coloca que o consumo é limitado por diversos aspectos, e o ponto que motiva o menor consumo no seu conceito de suficiência é relacionado ao impacto ambiental. Este artigo chama atenção também a relevância de considerar além do impacto ambiental, o impacto social do consumo.

Por considerar estes impactos, compreende-se que o consumo colaborativo é um fenômeno capaz de disseminar valores para uma cultura de sustentabilidade a partir do estímulo a consciência em relação ao consumo. Malaguti (2009) contribui com esta questão ao sugerir uma série de valores relacionados a sustentabilidade para transformação de uma cultura de hiperconsumo para uma cultura sustentável, relacionados na tabela 1. Os valores para uma cultura sustentável refletem consciência em relação ao impacto do consumo, o que se articula a ideia de consumo consciente de Akatu (2002) e suficiente de Alcott (2008).

Para Malaguti (2009), os valores fundamentais para construção de uma cultura de sustentabilidade apresentam diferentes possibilidades de desdobramento em processos de projeto. Ao serem projetados considerando estes valores, produtos e serviços os carregam intrinsecamente e compõe a comunicação do indivíduo com o meio social através do consumo, bem como passam a ser compartilhados com os demais em grupos sociais como as tribos de consumo.

Manzini e Vezzoli (2005) colocam que é papel do design para sustentabilidade articular o que é tecnicamente possível com o que é ecologicamente necessário. Com isso, um caminho do design para sustentabilidade é seguir na sugestão de Alcott (2008) de articular tecnologias sociais de modo que gerem consciência em relação ao impacto do consumo por meio da fronteira entre necessidade e desejo e o senso inato de justiça, sendo que a articulação destes elementos da forma ecologicamente necessária, sendo Manzini e Vezzoli (2005), é papel do design para sustentabilidade.

Manzini e Vezzoli (2005) também colocam que “desenvolver atividades no plano cultural que tendam a promover novos critérios de qualidade” é uma maneira de contribuição do design para sustentabilidade. O consumo colaborativo é um fenômeno que permite reflexão em relação ao consumo e a articulação com a construção para cultura de sustentabilidade a partir da disseminação

Tabela 1: Valores associados a consumo e sustentabilidade.

Valores relacionados a consumo	Valores relacionados a sustentabilidade
Consumo no sentido predatório (destrutivo, que devora e gasta até o fim dos recursos).	Cuidado, conservação, fruição.
Acúmulo de coleções e experiências superficiais.	Ampliação da experiência com novos sentidos e usos para objetos.
Conveniência associada ao hábito do descartar.	Outras “conveniências”, como sobrevivência, manutenção, equilíbrio.
Virgindade, novo, eterna juventude.	Velhice, história, memória, experiência e marcas acumuladas com o tempo, durabilidade.
Compreensão de luxo como ostentação, aparência, exclusividade, ousadia ou transgressão gratuita.	Compreensão do luxo como atitude comprometida com uma causa, coragem para rupturas e qualidade de vida.
Criação de ídolos como referenciais de identidade e beleza.	Conceito amplo de beleza que respeita e valoriza a diversidade.
Propriedade e posse individual.	Valorização do bem-comum, do coletivo, do comunitário.

Fonte: Malaguti (2009), com adaptações.

de seus valores fundamentais. Para o design sustentável é pertinente exploradas as características dos grupos sociais que praticam este consumo colaborativo e como a disseminação destes valores acontece.

As tecnologias sociais, e neste contexto sugere-se as redes formadas entre consumidores para o exercício da troca de livros das diversas formas como podem se estabelecer, presentes nos negócios que promovem consumo colaborativo permitem relacionamentos mais estreitos com pessoas e não com marcas sugere a possibilidade de uma relação mais pessoal entre consumidores, os sensibilizando em relação a uma constituição de tribos de consumo. Belk (2010) afirma que nos sistemas colaborativos é estabelecida uma ligação social entre envolvidos, o que não indica necessariamente a constituição de uma tribo de consumo, bem como não a nega, mas inspira a reflexão a respeito da relação deste consumo com afirmação da sua identidade e reconhecimento com um grupo.

Para Botsman e Rogers (2011), consumo colaborativo está relacionado ao ressurgimento de um senso de comunidade na sociedade, que diz respeito a um maior interesse das pessoas em participar ativamente dos processos que envolvem aquilo que compram e consomem, ou seja, assumir uma postura menos passiva em relação a seu lugar na cultura de consumo. Com isso, o sistema colaborativo pode ser percebido como uma área fértil para a criação de tribos de consumo uma vez que estimula a

participação do consumidor nos processos envolvidos àquilo que consome, ampliando sua relação com os diversos signos ali representados e a possibilidade de identificação, bem como uma também maior relação entre indivíduos no sistema, o que pode contribuir para a identificação do usuário com o coletivo.

É pertinente observar que esta visão está estreitamente relacionada a valorização do bem comum, do coletivo e do comunitário ao invés do individual, o que é colocado por Malaguti (2009) como um dos valores fundamentais da cultura de sustentabilidade. Sendo o sistema colaborativo uma alternativa emergente frente ao contexto social de hiperconsumo (BOTSMAN; ROGERS, 2011), é possível que os usuários sejam caracterizados pela crítica em relação a fatores do sistema vigente. No processo de comunicação com o meio social que um usuário produz ao consumir colaborativamente, o indivíduo reforça sua identificação como pertencente a uma tribo que questiona a situação vigente e que se empenha nas soluções emergentes. No sentido de ampliar o debate sobre esta colocação, a próxima seção é dedicada a explorar características de uma tribo de consumo colaborativo.

#### 4. METODOLOGIA

Para compreender as formas de colaboração para disseminação de valores sustentáveis por trocadores de livros, foi realizada uma pesquisa qualitativa exploratória,

Tabela 2: Trocadores de livros entrevistados

Identificação	Profissão	Local de residência	Portais de troca de livro que utiliza	Meio de realização da entrevista
Entrevistado A	Designer	São Paulo/SP	Trocando Livros	Ligação telefônica
Entrevistado B	Autônomo (serviços industriais)	São Paulo/SP	Trocando Livros	Conversação instantânea por escrito
Entrevistado C	Nutricionista	Varginha/MG	Skoob; Trocando Livros	Chamada de voz via internet
Entrevistado D	Industriário	São Sebastião do Caí/RS	Skoob; Trocando Livros; Livra Livro	Conversação instantânea por escrito
Entrevistado E	Consultor de Tecnologia da Informação	Três Corações/MG	Skoob; Livra Livro	Conversação instantânea por escrito
Entrevistado F	Estudante de Arquitetura e Urbanismo	São Paulo/SP	Trocando Livros; Livra Livro; Book Smooch	Conversação instantânea por escrito

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

com pesquisas bibliográficas, documentais e de campo. A partir da definição do campo como os portais de trocas de livros, foram realizadas seis entrevistas em profundidade com trocadores de livros, que já haviam efetuado no mínimo uma operação de troca. Os trocadores de livros foram identificados dentro das comunidades de troca, contatados via por mensagens dentro destes portais e convidados a entrevista, podendo ser realizada da forma que melhor lhe conviesse – via chamada de vídeo, de áudio ou mensagens pela internet, ou telefônica. Na tabela 2 estão relacionadas informações sobre os trocadores de livro entrevistados. As entrevistas foram realizadas em setembro de 2012.

Além das entrevistas, foi realizada observação não participante das interações dos seis trocadores de livros no ambiente digital por dois meses (setembro e outubro de 2012) com outros usuários a partir dos espaços de diálogo abertos nos portais.

## 5. TRIBO DOS TROCADORES DE LIVROS E DISSEMINAÇÃO DE VALORES SUSTENTÁVEIS

Existem diversas formas de sistemas que reproduzem a lógica do consumo colaborativo. Entre as mais conhecidas, estão aquelas que adaptam às novas tecnologias antigos hábitos de escambo. Este é o princípio norteador do “mercado de redistribuição”, um sistema que baseia-se na troca

de produtos físicos obsoletos entre indivíduos, partindo do princípio de que o bem não tem mais serventia para o atual dono, mas pode ter para um novo. Estes sistemas existem em formato de trocas livres entre usuários e também em plataformas de revenda. (BOTSMAN; ROGERS, 2011)

No mercado de redistribuição do Brasil, um produto bastante presente é o livro. Além de haver um grande número de portais exclusivos de redistribuição de livros, em portais de redistribuição não especializados é comum a presença deste de produto ou até seções específicas. Nos portais de redistribuição de livros, sejam portais especializados neste produto ou generalistas que contenham esta oferta, os usuários se conectam entre si para promoção de trocas. Este artigo não faz distinção entre portais especializados ou generalistas que disponibilizam este tipo de item.

Chama atenção nas comunidades de troca, em primeiro momento, a relação que se estabelece entre os usuários. Entre os usuários observados, identificou-se que eles mantêm um breve relacionamento durante a combinação da troca que vai além da negociação formal, se estendendo a gostos semelhantes entre indivíduos e situação de identificação entre pares.

É interessante apontar que os trocadores de livros pesquisados apresentam o hábito de se comunicar de forma tecnomediada. Os seis usuários observados mantêm perfis

em redes sociais diversas, sendo que parte deles mantém fóruns e grupos variados dedicados a leitura por lazer nestas redes. Este fator indica o hábito dos consumidores destes serviços em trocar de informação referente à literatura. Esta relação com a informação de literatura por lazer se constitui como o linking value de uma tribo de consumidores formada por trocadores de livros. A relação que se desenvolve entre os consumidores é entre leitores, e por isso existe uma identificação entre estas pessoas pela partilha do gosto em comum, como pode ser percebido na afirmação do Entrevistado C: “a principal característica das pessoas envolvidas neste processo é a própria colaboração e compartilhamento dos mesmos interesses”.

Os interesses compartilhados pelos consumidores são compreendidos como a marca que demonstra um conjunto de valores para o usuário, o que dialoga com a perspectiva de Belk (2010), na qual é marcante no processo colaborativo a imaterialidade do produto, ou seja, o conjunto de valores que se aplicam a ele e não o produto propriamente dito: mesmo que o resultado final da operação seja o livro, o processo de consumo envolve um conjunto de valores que supera a instância física. Este elemento fica evidente na afirmação do Entrevistado A ao comentar que “o livro não é apenas um objeto, ele tem uma história”.

Esta dimensão está relacionada ao valor para sustentabilidade colocado por Malaguti (2009) referente a história, velhice, memória, experiência e marcas acumuladas com o tempo, em detrimento da valorização da virgindade, do novo e da eterna juventude. Valorizar a dimensão histórica de um livro trocado é evidência da disseminação de um valor fundamental da sustentabilidade pela tribo de trocadores de livros. O Entrevistado A também afirma que “pode encontrar no site (portal de troca de livros) preciosidades, raridades, (...) uma preciosidade que é importante para você, mas que para outra pessoa não tem mais valor”, o que torna ainda mais evidente a valorização da história e da memória por meio dos acervos dos usuários ao invés da evidência aos lançamentos e novos livros atribuída pelo comércio literário tradicional.

Entre trocadores de livros se percebe afeição, mesmo sem que se conheçam de fato. As operações no mercado de redistribuição de livros ocorrem pela internet em todo território brasileiro, no entanto, ao estabelecerem uma conexão de troca, os usuários estabelecem uma relação de afeto, como pode ser percebido no relato do Entrevistado A, a seguir:

“Quando você faz a compra tradicional, você faz a troca direta com um ser que não existe chamado livraria. Eu não me preocupo se a Cultura (livraria) vai ficar triste comigo, mas eu realmente me

preocupo se aquelas pessoas que me pediram o livro (no sistema de troca) vão ficar tristes se o livro não chegar direito na casa delas ou se eu recusar. Por que recusar uma troca? Corta o coração recusar uma troca. Já se a Cultura me disser que o livro que eu quero não tem disponível eu não vou ficar triste com ela. Quando você está dentro da comunidade (de trocas) existe uma parte afetiva envolvida e a grande maioria das pessoas não quer desapontar a outra pessoa”. (Entrevistado A)

Fatores como estes expressam o valor fundamental para sustentabilidade de Malaguti (2009) de ampliação da experiência ao invés de experiências superficiais na cultura de hiperconsumo. No lugar da experiência superficial da aquisição de um livro a partir do comércio tradicional, o trocador de livro tem essa experiência ampliada num contexto ao interagir com outros consumidores e explorar sentimentos humanos como afeição entre estes usuários.

Essa experiência ampliada estimula também o cuidado, a conservação e a fruição ao invés do consumo no sentido destrutivo, que representa outro valor para sustentabilidade proposto por Malaguti (2009). No contexto colaborativo o livro é um produto que deve ser consumido com cuidado e conservado uma vez que será trocado com outros consumidores também. A afeição que se estabelece entre trocadores pela experiência ampliada pode estimulá-los a conservação do livro no melhor estado físico possível para que os próximos consumidores que o possuírem tenham com ele também uma experiência agradável.

É interessante pontuar que foi observado estreitamente temporário no relacionamento entre indivíduos, um fato recorrente durante as trocas. Foi percebido que no momento em que dois usuários iniciam uma negociação de troca, é comum eles adicionarem seus perfis na rede de troca e permanecerem algum tempo conversando a respeito dos livros trocados ou outros. Em alguns casos, os usuários migram essa amizade para outras plataformas digitais de interação e redes sociais diversas, bem como ambientes presenciais, a exemplo do encontro de Skoobers (usuários da rede social Skoob, específica para leitores e que proporciona ambiente de trocas) do Rio Grande do Sul, evento periódico no qual usuários se reúnem em determinado local de Porto Alegre para conversar sobre literatura.

Embora esta relação emocional esteja estabelecida e seja facilmente percebida, ela é difusa e de difícil medição, o que se articula às características de uma tribo de consumo de acordo com Cova a Cova (2001). A relação emocional se articula também a um sentimento de comunidade

que constitui um ambiente de solidariedade e acolhimento. Este fator reforça os valores para sustentabilidade de cuidado e conservação do produto articulado a experiência ampliada no contexto colaborativo, bem como a valorização do bem comum e do coletivo (MALAGUTI, 2009).

Os trocadores de livro também comentam sobre fatores relacionados a entretenimento no uso destes sistemas. O Entrevistado E destaca: “o valor econômico contribui bastante para a troca de livros, mas também uso por ser divertido”. Na fala se compreende a associação o benefício econômico, fortemente presente no sistema de redistribuição, com uma prática agradável, somando benefícios. É pertinente observar a menção do fator econômico pelo Entrevistado E, que é frequentemente comentado entre os entrevistados, como o Entrevistado B que ao comentar “trocando se economiza, pois quando existe a troca não é necessário pagar o preço de um novo produto” traz com clareza o benefício econômico percebido na troca. É interessante refletir sobre este ponto não só por ser um benefício bastante pontuado pelos usuários e por isso compreendido como altamente relevante, mas também por articular a ideia da vantagem econômica a um ambiente afetivo e relacionado ao lazer do consumidor. A identificação dessa vantagem também reforça o estímulo para maior cuidado, conservação e fruição dos livros, disseminando este valor para sustentabilidade.

É interessante observar que a aliança do benefício econômico fortemente presente e do sentimento de comunidade estimula um maior volume de consumo. Em função de a aquisição de livros pelos trocadores envolver menor custo financeiro (apenas a despesa de transporte) e da capitalização da capacidade ociosa dos livros já lidos, é relatado como um hábito haver uma frequência maior de trocas do que se praticava de compras tradicionais antes da adesão à rede, como pode ser percebido no relato do Entrevistado E.

“A frequência de troca é maior do que a de compra. Até não costumava comprar muito antes, mas a partir do momento em que conheci os sites de troca aumentou meu hábito também de comprar em sebos para ter maior volume de livros e poder estar trocando”. (Entrevistado E)

É pertinente observar que o conceito expandido do livro adquirido no sistema de troca é basicamente restrito ao trocador. O usuário do sistema de troca de livro compreende a dimensão simbólica comentada e a valoriza em processos individuais, no entanto, existe uma diferença quando o livro em questão não é para sua propriedade. Entre os trocadores de livros entrevistados houve uma rejeição inicial em relação a possibilidade de uso de livros

adquiridos em sistemas de troca para presentear pessoas de fora da tribo. Alguns usuários comentaram que já haviam presenteado amigos e familiares com livros adquiridos em sistemas de redistribuição, mas como presentes casuais ou informais, fora de datas festivas. Para tais eventos, ainda há preferência pela alternativa de um livro novo ou então presentear com um livro usado somado a outro presente. Estes fatores podem ser percebidos no relato do Entrevistado C, a seguir, que os articula mais a disseminação de valores para cultura de sustentabilidade de cuidado, conservação e fruição segundo Malaguti (2009).

“Para presentear alguém dependeria do estado de conservação do livro. Se fosse um livro que eu sei que a pessoa quer muito, não tem problema. Ou então um livro que estivesse muito bem conservado, mas aí só podemos ter certeza depois de receber o livro (após a troca). (...) Já utilizei livros trocados para presentear meus pais, por exemplo, mas era data especial, então também tinha comprado outras coisas para dar junto”. (Entrevistado C)

No processo de comunicação com o ambiente social a partir do consumo (FEATHERSTONE, 1995), quando o trocador de livro adquire um livro trocado para si comunica a importância que dá a imaterialidade do produto sugerida por Belk (2010), que neste produto relaciona a história do objeto, a valorização de seus recursos financeiros e o compartilhamento com um grupo de indivíduos com gostos semelhantes. No entanto, na situação da entrega de um presente, esta dimensão imaterial se fragiliza, e possivelmente em função de outros valores que tenha intenção de comunicar, o sistema não atende as expectativas. A relação que os entrevistados fazem com o presente numa data especial sugere que o fato de o livro trocado ter um valor menor em moeda possa ser uma evidência de depreciação da importância do presente, e por isso a preferência pelo artefato novo.

Um elemento que compõe a proposta de valor do mercado de redistribuição de livros é a respeito da sustentabilidade ambiental promovida através da reutilização de bens. Esta sustentabilidade existe uma vez que é diminuído o número de objetos a serem descartados e a geração de resíduos (BOTSMAN; ROGERS, 2011). É interessante refletir sobre a relação entre a tribo de trocadores de livros e o pensamento ecológico. Se percebe que estes consumidores pontuam este como um benefício da sua prática, no entanto colocam isso como um benefício lateral. Os consumidores se identificam com esta característica, mas não se compreende que ela seja determinante para participação no sistema.

Em relação a isso, Botsman e Rogers (2011) afirmam que a evidência de ações ambientalmente corretas neste sistema é decorrente de processos que não exijam esforços extras. O consumo colaborativo se coloca originalmente como um contraponto a uma sociedade de hiperconsumo (LIPOVETSKY, 2007) que apresenta como uma consequência o hábito do descarte e a geração excessiva de resíduos. O ativismo ecológico, portanto, é um dos pilares que fundamentam o sistema, no entanto tem um significado explícito de menor relevância entre os trocadores de livros entrevistados, sendo evidente implicitamente no sistema colaborativo que se estabelece.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão proposta, se pode compreender os trocadores de livros como uma tribo de consumo na perspectiva de perspectiva de Cova e Cova (2001), que estabelece um aglomerado de pessoas emocionalmente conectadas cuja relação é difusa e difícil de medir, sendo que em determinados momentos a relação entre indivíduos não é explícita. A relação entre os indivíduos dessa tribo é sustentada pelo linking value, ou elemento de ligação, da literatura por lazer, e entre eles se estabelece uma relação afetiva. É importante pontuar que não há hierarquia ou estruturas demarcadas neste conjunto de pessoas, bem como não há um ethos ou fronteiras estabelecidas, o que seriam elementos necessários para caracterização deste grupo de consumidores como uma expressão de grupo melhor estruturada, assim como subculturas de consumo.

A partir da análise das características da tribo de trocadores de livros pode-se compreender que o fenômeno do consumo colaborativo é capaz de disseminar valores para uma cultura de sustentabilidade já que explora uma consciência em relação aos impactos sociais e ambientais do ato de consumir. Entre os valores fundamentais para uma cultura de sustentabilidade para Malaguti (2009) os mais evidentes no contexto estudado foram: (1) o valor da história, velhice e memória do produto ao invés da virgindade, do novo e da eterna juventude; (2) o valor do bem comum, do coletivo e comunitário no lugar da propriedade individual; (3) cuidado, conservação e fruição no lugar do consumo de modo destrutivo; e (4) ampliação da experiência com os sentidos ao invés de experiências superficiais. Estas características estão relacionadas a dimensão imaterial do produto, aspecto pontuado por Belk (2010) como relevante em processos de compartilhamento.

Estes valores para sustentabilidade estão intrínsecos no sistema colaborativo e se disseminam entre os

consumidores. É interessante observar que os trocadores de livros pesquisados por vezes não compreendem o consumo colaborativo que praticam como uma ação sustentável, embora concordem com o princípio. É possível que essa identificação não aconteça por uma associação do termo sustentabilidade ainda a dimensão ecológica e uma relação não tão evidente com o sistema de troca de livros. Esse fator também permite compreender que os valores para sustentabilidade passam a estar naturalizados para o consumidor no sistema colaborativo.

Finalmente, o artigo considera a relevância da apropriação das características do processo de difusão dos valores da sustentabilidade nestes contextos para que projetem sistemas de redistribuição de objetos e contribuam para o desenvolvimento de uma cultura sustentável.

## REFERÊNCIAS

- ALCOTT, Blake. The sufficiency strategy: Would rich-world frugality lower environmental impact? **Ecological Economics**. Fev. 2008. v. 64, 4. ed., p. 770-786.
- AKATU. **Diálogos Akatu. Consumidor, o poder da consciência**. São Paulo: Instituto Akatu, 2002.
- BAUDRILLARD, J. **A sociedade de consumo**. Rio de Janeiro: Elfos, 1995.
- BELK, R. Sharing. **Journal of Consumer Research**. V.36, 2010.
- BOTSMAN, R. ROGERS, R. **O que é meu é seu: como o consumo colaborativo vai mudar o nosso mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO – ECO 92/RIO 92. Rio de Janeiro, 1992. **Agenda 21 Global**. Capítulo 4: Mudança dos padrões de consumo. Disponível em [http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/\\_arquivos/cap04.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/cap04.pdf). Acesso em 29 de janeiro de 2016.
- COVA, B. COVA, V. **Tribal aspects of postmodern consumption research: the case of French in-line roller skaters**. **Journal of Consumer Behavior**. V.1, 67-76, 2001.

DOUGLAS, M. ISHERWOOD, B. **O mundo dos bens**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006.

FEATHERSTONE, M. **Cultura de consumo e pós-modernismo**. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

LIPOVETSKY, G. **A felicidade paradoxal: ensaio sobre a sociedade do hiperconsumo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

KRUCKEN, Lia. TRUSEN, Cristoph. **A comunicação da sustentabilidade de produtos e serviços**. In: MORAES, Dijon de. KRUCKEN, Lia. (Org.) Cadernos de estudos avançados em Design: Sustentabilidade I. Barbacena: Editora da Universidade do Estado de Minas Gerais, v.a, 2009. Disponível em [http://www.tcdesign.uemg.br/pdf/Sustentabilidade\\_I.pdf](http://www.tcdesign.uemg.br/pdf/Sustentabilidade_I.pdf)

MANZINI, Ezio. VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 1ª ed. 1ª reimpressão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

MCCRACKEN, G. **Cultura e consumo**. Rio de Janeiro: Mauad, 2003.

# DESEMPENHO DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO PRODUZIDAS COM BORRACHA DE PNEUS

*PERFORMANCE COATING MORTARS PRODUCED WITH RUBBER TIRES*

---

Nayra Alberici Pinto, Mestranda (FEIS/UNESP)  
Cesar Fabiano Fioriti, Doutor (FCT/UNESP)

## Palavras Chave

Resíduos de borracha; Material alternativo; Desempenho

## Key Words

*Rubber tires; Alternative material; Performance*

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar argamassas mistas de revestimento produzidas com 10% em volume de resíduos de borracha de pneus, em substituição parcial ao agregado miúdo, aplicadas em painéis de alvenaria. Foi analisado o desempenho das argamassas de revestimento mediante a realização de ensaios de permeabilidade à água, resistência ao impacto de corpo duro e susceptibilidade à fendilhação. As granulometrias de borracha utilizadas foram denominadas de fina (#0,075mm) e grossa (#2,38mm). Os resultados indicaram nas argamassas produzidas com borracha: tendência de maior permeabilidade à água com o aumento da granulometria da borracha; que a maior granulometria apresenta o melhor resultado de impacto de corpo duro; e que não ficam sujeitas a ocorrência de fissuras. Diante disso, teve-se como indicativo de melhor resultado a granulometria de borracha fina.

## ABSTRACT

This work aimed to study mixed coating mortars produced with 10% by volume of residues tires rubber in partial replacement to aggregate kid, applied in masonry panels. Was analyzed the behavior of coating mortars by conducting tests of permeability to water, impact resistance hard-body and susceptibility to cracking. The different sizes of rubber used were called thin (# 0.075mm) and thick (# 2.38mm). The results indicated in the mortars produced with rubber: trend of greater permeability to water with increasing particle size of rubber; the largest rubber size presented the best result hard-body impact; and that are not subject to the occurrence of cracks. Given this, as indicative of better result the size of thin rubber.

## 1. INTRODUÇÃO

A recente discussão do problema ambiental causado pelos resíduos é uma demonstração da necessidade de metodologia de pesquisa e desenvolvimento que inclua os aspectos ambientais. Pois a questão ambiental vem sendo amplamente discutida a nível nacional e internacional nos últimos anos, tendo mobilizado a opinião pública e assumindo um papel preponderante nas comunidades.

De maneira paralela é importante que sejam desenvolvidas técnicas construtivas que diminuam o volume de resíduos de pneus gerados atualmente. De fato, a utilização deste material para a produção de argamassas pode ser uma das alternativas para o problema dos resíduos de pneus. Ainda mais no Brasil, onde há a tradição de se executar os revestimentos em argamassa.

Estudos sobre a produção de argamassas com borracha de pneus demonstram a possibilidade de este material substituir, parcialmente, agregados de origem natural, contribuindo para o meio ambiente em função de utilizar um resíduo poluente e substituí-lo por materiais de fontes naturais finitas. Foram observadas, no entanto, modificações do comportamento das argamassas nos estados fresco e endurecido, em relação às argamassas sem incorporação de borracha de pneus.

De maneira geral, os resultados mostram que a produção de argamassas com borracha de pneus implica em uma diminuição significativa na densidade de massa aparente no estado fresco e no estado endurecido, na resistência à compressão e na resistência à tração por flexão (PEDRO, 2011; TRIGO et al., 2005).

No entanto, verifica-se uma descida do módulo de elasticidade e um melhor desempenho na resistência ao impacto de corpo duro. Desta forma, e visto que em argamassas de revestimento a resistência não é uma prioridade acima de determinados níveis, este comportamento (ductilidade melhorada) é uma característica que melhora a durabilidade do material (RAGHVAN et al., 1998; PEDRO, 2011).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de argamassas de revestimento produzidas com duas diferentes granulometrias de borracha de pneus, por meio de ensaios de permeabilidade à água, resistência ao impacto de corpo duro e susceptibilidade à fendilhação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Os materiais utilizados na composição das argamassas mistas foram o cimento CP II F-32, cal CH-III, areia natural e a borracha de pneus. Com a finalidade de caracterizá-los,

foram determinadas as densidades de massa aparente dos materiais: cimento e cal – ambas pela NBR NM 23 (ABNT, 2011), areia e borracha de pneus – ambas pela NBR NM 45 (ABNT, 2006). Posteriormente foram determinadas suas densidades de massa absoluta: cimento e cal ambas pela NBR NM 23 (ABNT, 2011), areia – NBR NM 52 (ABNT, 2009) e a borracha de pneus – NBR NM 53 (ABNT, 2003), conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1: Resultados de densidade de massa dos materiais.

Material	Densidade de massa (g/cm <sup>3</sup> )	
	Aparente	Absoluta
Cimento	1,450	3,080
Cal	0,689	2,393
Areia	1,509	2,617
Borracha	0,320	1,150

As duas granulometrias de borracha utilizadas foram obtidas através do processo mecânico de recauchutagem de pneus de caminhões. Tais resíduos possuem uma composição bastante diversificada em relação as suas dimensões, e sua separação no local de beneficiamento é uma prática impossível. Sendo assim, optou-se por executar a seleção por processo de peneiramento em laboratório.

Durante o beneficiamento da amostra de borracha de pneus foram descartados o aço e o nylon, ou quaisquer outras impurezas que pudessem afetar o desempenho das argamassas produzidas de forma mais significativa. O total de aproveitamento dos resíduos de borracha de pneus coletados foi de 80%. Assim, o 20% de material restante ficou constituído de pedaços grandes da banda de rodagem dos pneus, ficando excluídos deste estudo. A seguir, a descrição da borracha de pneus que foi utilizada:

Figura 1: a) Borracha fina; b) Borracha grossa



Fonte: Elaborado pelos autores

- borracha fina: apresenta forma granular (tipo pó), passante na peneira #0,075mm, Figura 1a;

- borracha grossa: também com forma alongada (tipo fibra), apresenta comprimentos máximos por volta de 10mm, passante na peneira #2,38mm, Figura 1b.

## 2.2 Produção dos painéis

Foram confeccionados um total de 8 painéis de alvenaria com dimensões de 50cm x 50cm, sendo que primeiramente foram feitos os moldes em madeira para facilitar a execução dos painéis. Posterior a isso, aplicou-se duas demãos de verniz marítimo (Figura 2a), impermeabilizando-os, isso foi realizado com o objetivo de se evitar que a madeira absorvesse a água da argamassa de assentamento.

Depois da secagem do verniz nos moldes foram fabricados os painéis de alvenaria, isso foi realizado diante da colocação de tijolos comuns (cujas matéria prima é argila misturada com um pouco de solo arenoso), possuindo dimensões de: 10,20cm x 5,20cm x 22,20cm, na posição espelhada, com argamassa de assentamento de traço 1: 1: 3 (cimento, cal e areia), adotada segundo THOMAZ (2001), com a junta de argamassa de assentamento sendo de aproximadamente 1cm. Finalizando essa etapa, os painéis de alvenaria receberam o chapisco (Figura 2b) de traço 1: 3 (cimento e areia), adotado também conforme THOMAZ (2001), para que ocorresse posteriormente, maior aderência da argamassa de revestimento.

Figura 2: a) Detalhe de molde de madeira; b) Total de 8 painéis com aplicação de chapisco.



Fonte: Elaborado pelos autores

## 2.3 Composição dos traços

Foi adotado neste trabalho o traço em volume de materiais secos (cimento, cal e areia) 1: 1: 5, conforme THOMAZ (2001), com substituição parcial de 10% em volume do agregado miúdo por borracha de pneus. O teor de borracha de pneus utilizado representa uma quantidade significativa, considerando-se que a massa específica da borracha é baixa. Além disso, levando-se em consideração resultados obtidos nas referências PEDRO (2011), TRIGO et al. (2005), FIORITI (2007), os mesmos sempre utilizaram teores de borracha que variaram de 3% a 20% em volume, em suas composições cimentícias.

Inicialmente foi feita a transformação dos traços em volume para massa, onde os proporcionamentos dos materiais, em massa, foram definidos a partir dos resultados da densidade de massa do cimento, da cal, da areia e da borracha de pneus.

O plano experimental incluiu a execução de 4 traços de argamassas, sendo 3 com utilização de borracha de pneus e 1 sem a utilização de borracha (controle – parâmetro de comparação). A espessura da argamassa de revestimento aplicada nos painéis de alvenaria foi de 1,5cm.

A borracha de pneus foi separada em faixas granulométricas bem definidas, apresentando inclusive uma fácil distinção visual. O intuito das diferentes granulometrias foi observar sua influência no comportamento das argamassas de revestimento.

As Tabelas 2 e 3 apresentam o quantitativo dos materiais utilizados em cada traço de argamassa produzido em laboratório.

Tabela 2: Quantidade de materiais utilizados no traço da argamassa controle.

Materiais	kg/m <sup>3</sup>	% Volume
Cimento	283,89	9,22
Areia	1487,16	56,83
Cal	133,21	5,57
Borracha	0,00	0,00
Água	283,89	28,39
Σ	2188,15	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 3: Quantidade de materiais utilizados no traço das argamassas com borracha de pneus.

Materiais	kg/m <sup>3</sup>	% Volume
Cimento	283,89	11,73
Areia	1251,63	49,68
Cal	133,21	11,57
Borracha	53,42	10,00
Água	283,89	17,01
Σ	2006,04	100,00

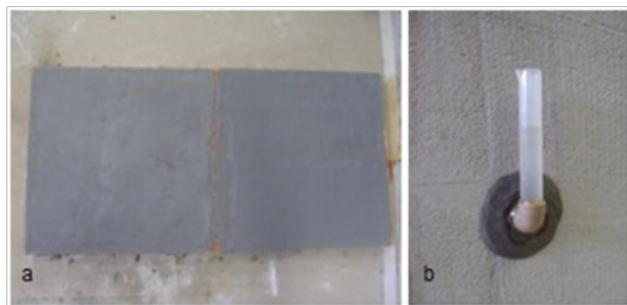
Fonte: Elaborado pelos autores

## 2.4 Ensaios do programa experimental

### 2.4.1 Permeabilidade à água

Nestes ensaios fez-se a opção pelo Método do Cachimbo (CSTC, 1982). O ensaio de permeabilidade à água foi realizado nas idades de 7, 28 e 56 dias, com a utilização de um painel por traço de argamassa produzida. Foi utilizado como resultado final a média aritmética apresentada pela fixação de 2 cachimbos (Figura 3) em cada painel estudado.

Figura 3: a) Painéis revestidos com argamassa; b) Cachimbo fixado na argamassa.

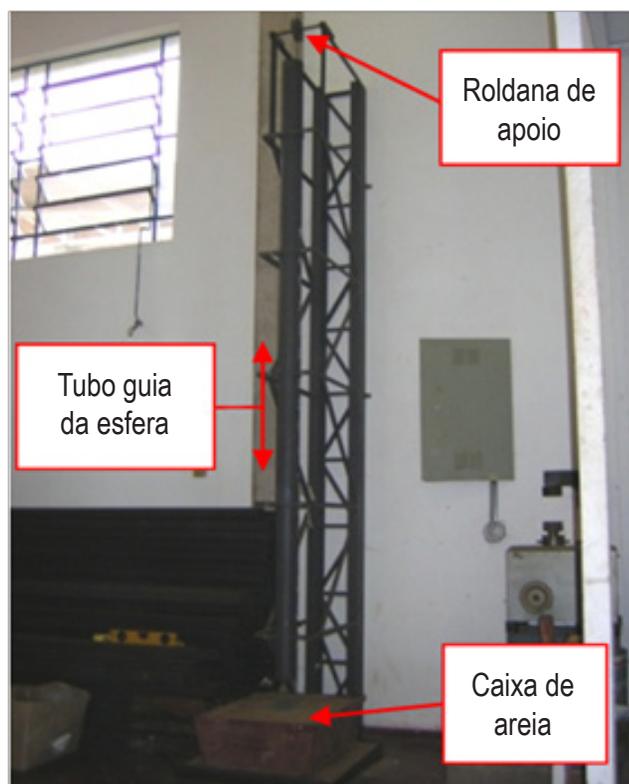


Fonte: Elaborado pelos autores

#### 2.4.2 Resistência ao impacto de corpo duro

Para a avaliação dessa propriedade foi utilizado uma adaptação de dois métodos CSTB (1993) e a extinta NBR 9454 (ABNT, 1986). Os ensaios de resistência ao impacto de corpo duro foram realizados aos 28 dias de idade, utilizando um painel por traço de argamassa produzido. O aparato utilizado na realização dos ensaios está apresentado na Figura 4.

Figura 4: Aparato utilizado no ensaio de impacto de corpo duro.



Fonte: Elaborado pelos autores

#### 2.4.3 Susceptibilidade à fendilhação

O ensaio de susceptibilidade à fendilhação não segue nenhuma norma ou especificação. Este ensaio consiste em efetuar uma observação visual à argamassa de revestimento aplicada no painel, ao longo do tempo, de modo a detectar a existência de fissuras.

Este ensaio ocorreu nas idades de 7, 28 e 56 dias, em cada painel produzido por traço de argamassa.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Permeabilidade à água

A permeabilidade à água é uma propriedade dos revestimentos relacionada com a absorção capilar da estrutura porosa e eventualmente fissurada da camada de argamassa endurecida. A permeabilidade desta camada tem fundamental importância na determinação da estanqueidade do sistema vedação, e no nível de proteção que o revestimento deve oferecer a base contra a ação das chuvas ou de águas de lavagem da edificação. Na sequência serão apresentados os resultados dos ensaios de permeabilidade através da Figura 5.

Pelos resultados da Figura 5 percebe-se que o aumento da granulometria de borracha de pneus incorporada na argamassa apresenta uma tendência de absorver mais água, conseqüentemente sendo mais permeável.

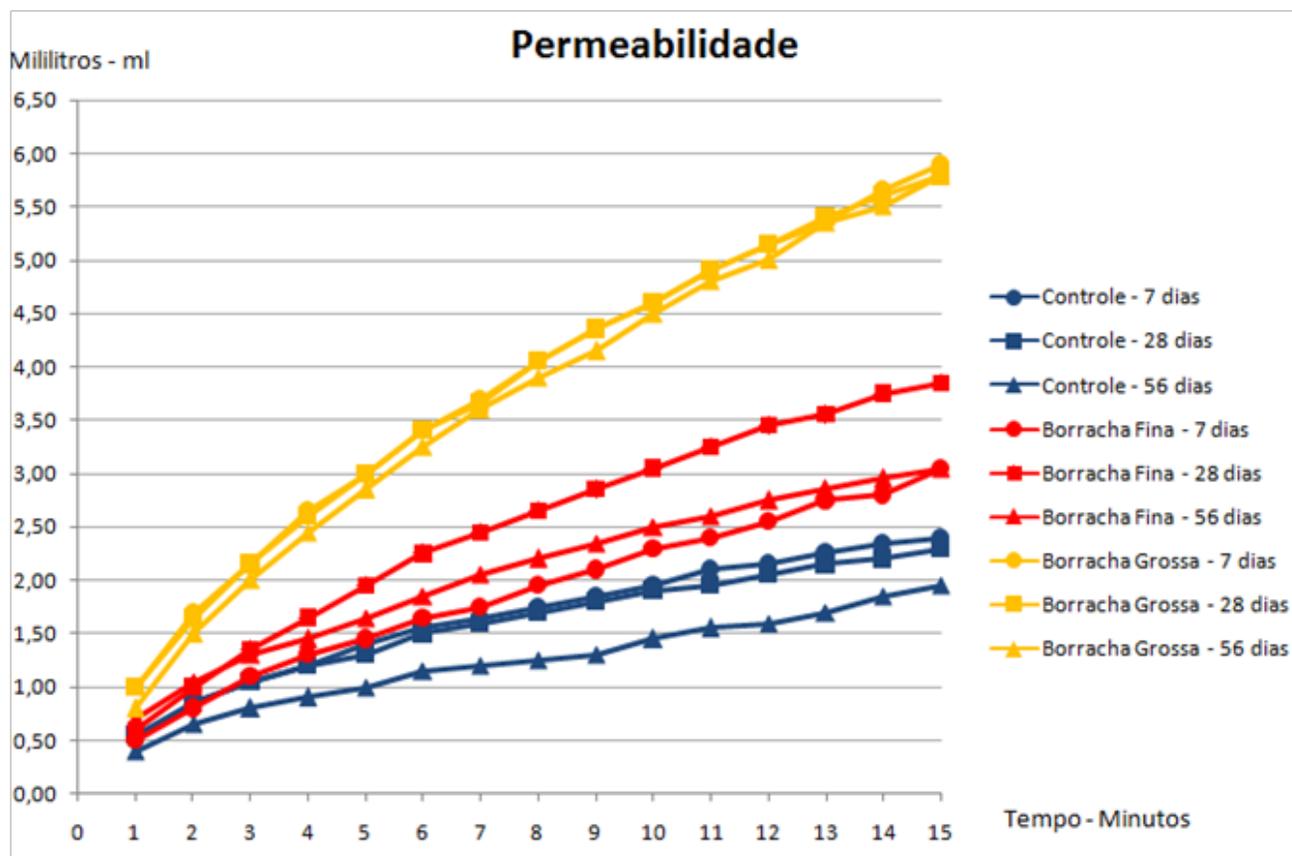
Podemos notar que a argamassa produzida com a borracha fina (0,22 ml/min) apresentou os melhores resultados de taxa média de absorção de água em relação à argamassa controle (0,15 ml/min).

Visualmente se observou uma diferenciação do aspecto quanto à rugosidade das argamassas de revestimento produzidas, sendo que a argamassa controle ficou com um aspecto mais liso enquanto a argamassa com incorporação de borracha grossa apresentou aspecto final mais rugoso, o que de certa forma pode ter contribuído em uma maior absorção da água. Isso se explica pelo fato de a borracha ser um material que, possivelmente, não preenche todos os vazios produzidos pelo compósito, deixando assim um material mais permeável.

Segundo TRIGO et al. (2005), que analisaram diferentes granulometrias de borracha de pneus no concreto, os mesmos concluíram que a capacidade de absorção de água sofreu interferência com as dimensões das partículas de borracha, pois para as granulometrias mais finas a absorção de água foi menor.

Foi observado por este trabalho que o uso de borracha de pneus altera a propriedade de permeabilidade de água na argamassa de revestimento, baseado em que todos os traços de argamassas com incorporação de borracha de pneus obtiveram taxas médias de absorção de água maiores que a taxa média de absorção de água da argamassa controle.

Figura 5: Resultados da relação: tempo x permeabilidade à água.



Fonte: Elaborado pelos autores

### 3.2 Resistência ao impacto de corpo duro

A resistência ao impacto de corpo duro está relacionada com a capacidade que a argamassa de revestimento tem, de oferecer segurança no uso e garantir seu desempenho após o choque, em termos físicos e visuais durante o seu tempo de vida útil, sendo expressa em termos de energia de impacto (em Joule). Na sequência serão apresentados os resultados dos ensaios de resistência ao impacto de corpo duro através da Tabela 4.

De acordo com os resultados da Tabela 4, verifica-se que foi necessário um maior número de impactos, e consequentemente maior energia, para a observação do aumento das fissuras iniciais das argamassas produzidas com borracha de pneus, em relação ao aumento da fissura inicial da

argamassa controle. Porém, nas argamassas com borracha de pneus ocorreu o surgimento das fissuras iniciais com um menor número de golpes do que na argamassa controle.

Analisando sob outro ponto de vista, destaca-se ainda que ao examinar a evolução da fissura inicial até a espessura final observada, puderam-se constatar em todos os casos as seguintes ocorrências:

- para a argamassa controle à aplicação de um único impacto subsequente à fissura inicial determinou o aumento da abertura desta à no mínimo 1mm, e resultou ainda no seccionamento total da argamassa de revestimento e do painel de alvenaria;
- para as argamassas produzidas com de borracha de pneus à aplicação de alguns impactos subsequentes à

Tabela 4: Resultados da resistência ao impacto de corpo duro.

Determinação da Resistência ao Impacto nos Painéis										
Traço	Idade (dias)	1ª Fissura Observada				Última Fissura Observada				Observações
		Nº Impactos	Altura de Queda (m)	Resistência ao Impacto (J)	Espessura (mm)	Nº Impactos	Altura de Queda (m)	Σ de Energia (J)	Espessura (mm)	
Controle	28	14	1,50	116,62	0,10	15	1,60	132,30	1,00	Seccionamento Total
Borracha Fina	28	11	1,20	75,46	0,10	15	1,60	132,30	1,00	Seccionamento Parcial
Borracha Grossa	28	13	1,40	101,92	0,10	19	2,00	204,82	1,00	Seccionamento Parcial

Fonte: Elaborado pelos autores

primeira fissura resultou tão somente no aumento da abertura das fissuras à no máximo 1mm, além disso, acarretou no seccionamento parcial das argamassas e dos painéis de alvenaria.

Percebeu-se, depois da realização do ensaio na argamassa com borracha grossa, que alguns dos resíduos de borracha de pneus (com formato alongado – tipo fibra) estavam ainda contribuindo para a integridade física das argamassas. Uma interação semelhante a esta foi observada anteriormente por RAGHVAN et al. (1998), que ao ensaiarem corpos de prova de argamassa produzidas com borracha de pneus à flexão relataram que é possível verificar que após a falha da matriz da argamassa os pedaços de borracha suportam a fissuração e previnem a ruptura total do corpo de prova.

Para DHIR et al. (2003), que realizaram ensaio de impacto de corpo duro no concreto utilizando duas granulometrias diferentes, concluíram que a dimensão das partículas de borracha de pneus influenciou nos seus resultados, pois os melhores resultados foram obtidos quando se trabalhou com borracha de dimensões maiores.

De maneira geral, as argamassas de revestimento contendo borracha de pneus suportaram maior absorção de energia antes do aumento das fissuras iniciais até o máximo de abertura de 1mm, se comparados com a argamassa controle. Além disso, a argamassa com a granulometria grossa apresentou a maior capacidade de absorção de energia (tenacidade), quando comparada com a argamassa controle.

### 3.3 Susceptibilidade à fendilhação

Os resultados mostraram que, ao fim de 56 dias, nenhum tipo de argamassa apresentava fissuração alguma. Assim, conclui-se que as argamassas produzidas com a incorporação de 10% (em volume) de borracha de pneus não apresentam susceptibilidade à fendilhação.

PEDRO (2011) que trabalhou com argamassas incorporadas de 5%, 10% e 15% de borracha de pneus observou que ao final de 3 meses, nenhum tipo de argamassa produzida em seus ensaios apresentava qualquer fissuração. Sendo assim, o citado autor concluiu que as argamassas produzidas para as diferentes taxas de substituição de agregados naturais por agregados de borracha de pneus usados não apresentam susceptibilidade à fendilhação.

## 4. CENÁRIOS DE REDUÇÃO DA BORRACHA DE PNEUS

Diante dos resultados apresentados, tendo em vista a aceitação desta argamassa de revestimento com incorporação de borracha de pneus, no percentual estudado de 10% em volume, poderíamos realizar uma simulação de

estimativa do consumo de borracha proveniente do processo da recauchutagem de pneus:

– 10% de borracha de pneus incorporado na argamassa de revestimento: será necessário aproximadamente 1kg de borracha de pneus na produção de 1m<sup>2</sup> de argamassa de revestimento. Com a incorporação de 10% (em volume), teríamos um consumo de borracha de aproximadamente 225kg em uma habitação social de 40m<sup>2</sup>, e considerando que a habitação fosse reproduzida 200 vezes em um conjunto habitacional, teríamos um consumo em torno de 245.000kg de borracha de pneus de recauchutagem na produção das 200 casas.

Estes números indicam uma redução significativa de resíduos de borracha da recauchutagem de pneus no cenário de disposição final.

Portanto, conforme a estimativa apresentada, a utilização de borracha de pneus na argamassa de revestimento contribui na redução desse tipo de resíduo que é gerado, além de ser mais um material alternativo para a construção civil.

## 5. CONCLUSÕES

Nos ensaios de permeabilidade à água, observou-se que com o aumento das granulometrias da borracha de pneus as argamassas de revestimento tiveram tendência de aspecto mais rugoso e conseqüentemente mais permeabilidade à água.

Com relação à resistência ao impacto de corpo duro, o comportamento de ruptura das argamassas de revestimento produzidas com borracha de pneus foi diferente da argamassa controle, pois foram observadas significativas alterações que demonstraram a efetiva participação física da borracha de pneus na contenção do seccionamento da argamassa. Porém, não foi possível quantificar tal contribuição, mas é visível o aumento da capacidade de absorção de energia (tenacidade) das argamassas com borracha de pneus. Pode ser constatado que a argamassa com a granulometria de borracha grossa apresentou o melhor resultado de impacto, indicando que as dimensões das partículas de borracha interferem na absorção de energia das argamassas.

Com os resultados de susceptibilidade à fendilhação, obteve-se como conclusão que as argamassas incorporadas com 10% (em volume) de borracha de pneus de diferentes granulometrias não apresentam fissuras.

Diante dos resultados obtidos, tem-se como indicativo de melhores resultados avaliando todos os ensaios, a granulometria de borracha fina, com o percentual de 10% em volume de borracha de pneus a ser adicionada na argamassa de revestimento. É possível afirmar, contudo, que é necessário ampliar o conhecimento sobre o

comportamento de argamassas produzidas com borracha de pneus. Faz-se necessário que mais pesquisas venham ser desenvolvidas com o intuito de enriquecer os conhecimentos sobre este material alternativo.

## AGRADECIMENTO

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão da bolsa a autora.

## REFERÊNCIAS

PEDRO, D. A. G. **Desempenho de argamassas fabricadas com incorporação de materiais finos provenientes da trituração de pneus**. 2011, 155 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

TRIGO, A. P. M.; MARQUES, A. C.; AKASAKI, J. L.; MARINHO, J. R. D. **Argamassa com adição de resíduos de borracha submetida à elevada temperatura**. In: **Congresso Brasileiro do Concreto**, 47, 2005, Olinda. Anais... Olinda: IBRACON, p. 55-63.

RAGHVAN, D.; HUYNH, H.; FERRARIS, C. F. **Workability, mechanical properties, and chemical stability of a recycled tyre rubber-fillet cementations composite**. *Journal of Materials Science*, v. 33, p. 1745-1752, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 23: **Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: **Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: **Agregado miúdo – Determinação de massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 53: **Agregado graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água**. Rio de Janeiro, 2003.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção civil**. São Paulo: Editora Pini, 2001.

FIORITI, C. F. **Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material**

**alternativo**. 2007. 202 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778: **Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro, 2005.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION – CSTC. **Hydrofuges de surface: choix et mise en oeuvre**. Bruxelles. (Note D'Information Technique – NIT n. 140), 24 p., 1982.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT – CSTB. **Certification des enduits monocouches d'imperméabilisation: Modalités d'essais**. Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, L.341, C.2669-4, 7p., 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9454: **Determinação da resistência ao impacto de piso cerâmico**. Rio de Janeiro, 1986. (norma extinta).

DHIR, R., PAINE, K. E MORONEY, R. **Recycling of used tyres in concrete**. *Concrete*, London, v. 37, nº 9, p.47-48, 2003.

# A CONCEPÇÃO DE CIDADES CRIATIVAS SUSTENTÁVEIS

*THE DESIGN OF SUSTAINABLE CREATIVE CITIES*

---

Tiago Bitelo da Silva (UNISINOS)  
Fabricio Farias Tarouco, Dr. (UNISINOS)

## Palavras Chave

Cidades criativas; Sustentabilidade; Planejamento urbano; Soluções criativas; Urbanismo

## Key Words

*Creative cities; Sustainability; Urban planning; Creative solutions; Urbanism.*

## RESUMO

O tema da sustentabilidade tem sido amplamente discutido desde a crise energética dos anos 70, momento em que a humanidade percebeu a importância e necessidade de consumo responsável dos recursos naturais. Nesta oportunidade surgiu também a premissa de que devemos consumir os recursos existentes de forma a satisfazer as necessidades atuais sem comprometê-los para as gerações futuras. Um pouco mais recente, o conceito de 'cidades criativas' surge como pólo irradiador de conhecimento e soluções inovadoras no âmbito das cidades, sendo a sustentabilidade uma pauta importante neste contexto. Entretanto, ao conectar e replicar tais visões, torna-se fundamental uma análise das reais necessidades e iniciativas de cada comunidade, a serem abordadas neste artigo.

## ABSTRACT

*The sustainability theme has been highly discussed since the energetic crisis of the 70's. At that time, the importance of responsible consumption of natural resources was realized by humanity. This opportunity also emerged the premise that we should consume the resources in order to meet the needs of the present without compromising the ability of future generation. In recent time, the concept of "Creative cities" emerged as a center of spreading knowledge and innovative solutions for the cities. Additionally, the sustainability is an important concept in this context. However, to connect and replicate this concept is essential analysing the real needs and the initiatives of each community, and this will be treated in this article.*

## 1. INTRODUÇÃO

É consenso, nos dias atuais, que o uso eficiente dos recursos naturais se tornou fundamental para garantir a vida das gerações futuras. O meio ambiente em degradação e o esgotamento dos recursos existentes são em grande parte consequências dos atuais processos utilizados, especialmente, na construção civil e na operação de edifícios, onde há grande consumo de energia e, por consequência, desperdícios.

Segundo Amaral (2013), o meio ambiente propicia as condições de vida no planeta e é do meio natural que são extraídas as matérias-primas mais utilizadas na indústria. Sabendo que os recursos naturais são finitos, ganha visibilidade o conceito de desenvolvimento sustentável, preconizando atender as necessidades atuais da humanidade sem comprometer a disponibilidade de recursos para as gerações futuras. Numa busca pela racionalização dos recursos naturais surgiram diversas frentes que buscaram reconhecer quais seriam os responsáveis pela degradação ambiental, sendo, posteriormente, a construção civil apontada como uma das maiores consumidoras de recursos e geradora de resíduos.

No atual ritmo de desenvolvimento, Vassalo e Figueiredo (2010) destacam que a ONU projeta que no ano de 2050 o planeta terá aproximadamente 2,5 bilhões de habitantes a mais do que hoje, totalizando 9 bilhões de pessoas em todo o globo terrestre. Por volta do ano 2030 há a previsão de que 80% da população viverá nas cidades. Neste contexto, aceleram-se as demandas relativas ao crescimento do consumo de recursos naturais, ampliando assim a degradação de ecossistemas no ambiente urbano, além das consequências sociais, tais como crescimento desordenado, desqualificação de periferias, aumento do desemprego, criminalidade e pobreza, entre tantas outras.

A cidade sustentável interpretada por Vassalo e Figueiredo (2010) é aquela organizada de modo que seus habitantes tenham a possibilidade de satisfazerem suas necessidades, aliado ao seu bem-estar sem denegrirem o ambiente natural, garantindo especialmente a manutenção dos recursos necessários para a vida presente e futura.

Neste contexto, Costa, Seixas e Oliveira (2009) introduzem o conceito de cidade criativa propondo uma relação entre criatividade e promoção do desenvolvimento urbano, através da valorização das atividades culturais e criativas na promoção econômica e no desenvolvimento territorial. São apontadas três grandes vertentes aplicadas nesta relação: o desenvolvimento de ferramentas e soluções criativas alinhadas aos novos contextos sociais e culturais, o foco na indústria e setores criativos e a capacidade em atrair recursos humanos criativos. Por sua vez,

Moraes e Schwartz (2011) apontam que a cidade criativa é um território vinculado aos fluxos de informação, abrangendo diversas esferas, permeando o virtual e real, público e privado, produção e consumo.

Sendo a cidade criativa um polo irradiador de conhecimento, este artigo irá abordar a questão da sustentabilidade aproximando-a das práticas implementadas nestas cidades, visto que o tema ambiental é uma agenda recorrente e de suma importância em escala global e que pode ser impulsionado com o reforço da criatividade.

## 2. A SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA E NO URBANISMO

Para Motta e Aguilar (2009), o desenvolvimento da humanidade se baseia em um consumo cada vez maior de recursos naturais, gerando degradação e poluição ambiental, conforme já mencionado. Essas limitações na quantidade de recursos e as mudanças ambientais e climáticas cada vez mais perceptíveis mostram que este quadro é insustentável a médio e longo prazo.

Estima-se que as cidades já utilizam mais de 50% das fontes mundiais de energia, sendo o setor da construção civil responsável pelo consumo de 40% dos recursos naturais, 40% da energia e 40% das emissões poluentes, tendo consequências desastrosas sobre o meio ambiente (MOTTA, AGUILAR, 2009). Entende-se então que a partir deste cenário a busca por um modo de vida mais sustentável tornar-se-á cada vez mais presente na sociedade, incluindo-se obrigatoriamente nesta busca a indústria da construção civil.

As consequências apontadas, se nenhuma providência for tomada para o cenário atual, pelo Unep Global Environment Outlook 3 (UN-GEO3, 2002), são de que em torno de 70% da superfície do planeta e sua vida selvagem sofrerão impactos e poderão ser dizimados até o ano não muito distante de 2032. Nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, o quadro é agravado pela alta taxa de urbanização nestes locais, com o aumento da população e o crescimento econômico (CSILLAG, 2007) acelerado.

Uma das primeiras definições de desenvolvimento sustentável foi divulgada pelo Brundtland Report no ano de 1987, onde afirmou-se que o desenvolvimento sustentável é aquele no qual as demandas por recursos do presente são atendidas sem comprometer o acesso das gerações futuras a estes recursos (GONÇALVES, DUARTE, 2006). Este tema teve em pauta nas décadas seguintes através de conferências de âmbito mundial como a Rio'92, no Rio de Janeiro em 1992, e a Rio+10, em Johannesburgo, em 2002.

O conceito da construção sustentável teve em seu início como foco a concepção de edifícios energeticamente mais

eficientes, necessidade esta advinda da crise do petróleo nos anos 70. Araújo (2008) cita que, com o passar do tempo, as necessidades foram sendo modificadas e o conceito da sustentabilidade na construção passou a abranger outras diretrizes, tais como o entulho gerado nas obras, uso racional da água, os resíduos gerados na operação dos edifícios e as emissões de CO<sub>2</sub> envolvidas em todo o processo.

Conforme Edwards e Hyett (2013), a sustentabilidade posiciona-se cada vez mais como um item de relevância do projeto arquitetônico no século XXI, o qual possui uma dimensão social e também estética, servindo a tecnologia como ligação entre ambas. Trata-se de um novo conceito do projeto de arquitetura no qual há uma conciliação do habitat humano e a natureza. Estes autores apontam que a sustentabilidade é um indicador chave da qualidade do projeto, pois um projeto sustentável deve gerar valor por um período maior de tempo, utilizando os recursos existentes. Também comparam a tríade Vitruviana composta por Firmitas, Utilitas e Venustas com o chamado pilar da sustentabilidade, sendo o viés econômico, social e ambiental as bases da teoria sustentável.

O projeto sustentável deve ser fruto de uma visão holística de pensamento, sem separar os propósitos a serem atingidos. A formação de equipes multidisciplinares, altamente especializadas em áreas distintas da sustentabilidade, pode ser considerada como uma forma de restringir o acesso ao conhecimento e à arquitetura ecológica a proprietários e investidores de alto poder aquisitivo (ARAÚJO, 2008). Por outro lado, ao se disseminar o conhecimento aplicado ao projeto sustentável, este poderá tornar-se de domínio público, sendo um processo cultural da disciplina de projetos.

Na arquitetura contemporânea observa-se, de forma crescente, o uso intensivo da tecnologia na viabilização de práticas sustentáveis, sendo apontado por Edwards e Hyett (2013) que a tecnologia é o motor mais importante do projeto. Além da tecnologia, há itens normativos que apoiam o projetista ao conceber uma arquitetura sustentável. Araújo (2008) cita as normas ISO 21930 (2007) – Sustentabilidade na construção civil – Declaração ambiental de produtos para construção e ISO 15392 (2008) – Sustentabilidade na construção civil – Princípios gerais. O Comitê Técnico da ISO traz o seguinte conceito para definir as edificações sustentáveis (ARAÚJO, 2008, página 2), no qual verifica-se a importância da relação entre a edificação e o meio urbano e regional:

*“Edificação sustentável é aquela que pode manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida e harmonizar-se com o clima, a tradição, a cultura e o ambiente na região, ao mesmo tempo em que conserva a energia e os recursos,*

*recicla materiais e reduz as substâncias perigosas dentro da capacidade dos ecossistemas locais e globais, ao longo do ciclo de vida do edifício (ISO/TC 59/SC3 N 459) ”.*

Goulart (2010) traz à reflexão o fato de que os projetistas procuram alcançar uma harmonia não somente estética, mas também ecológica entre a edificação e o ambiente natural e urbano onde está inserida. Há uma busca por estratégias a nível urbano, como a minimização das ilhas de calor e impacto no microclima, com o uso dos espaços verdes.

O crescimento urbano vem sendo incrementado nas últimas décadas, segundo Vassalo e Figueiredo (2010) devido ao crescimento econômico, a globalização, ao desenvolvimento tecnológico e a migração das áreas rurais para as áreas urbanas. Este crescimento não foi acompanhado de forma adequada pela gestão pública, ocorrendo então sem um planejamento adequado. Algumas estratégias em resposta a estas questões vêm sendo utilizadas, tais como o incentivo ao uso do transporte público, a promoção de combustíveis menos poluentes, a reciclagem de materiais, além de programas de reabilitação de espaços urbanos degradados ou sub-utilizados. Os modelos chamados de Cidades Sustentáveis, Cidades Globais, Cidades Verdes ou ainda Cidades Inteligentes possuem uma finalidade única, que é a de combinar em seus processos a viabilidade econômica com a preservação dos ecossistemas naturais onde foram inseridas, aliada a uma busca pela qualidade de vida de seus habitantes. É a partir desta conexão que se obtém então a tão desejada sustentabilidade urbana.

O modelo de cidade sustentável defendido por Sánchez e Moura (1999) é composto por boas práticas que articulam eficácia energética e qualidade de vida, onde o planejamento urbano é o agente denominador de ações que buscam a redução da degradação ambiental através de tecnologias para reciclagem e despoluição. Estas ações vão desde a educação ambiental, no desenvolvimento da consciência ecológica, até ações estruturais como projetos de técnica urbana.

### 3. A SUSTENTABILIDADE DAS CIDADES CRIATIVAS

De forma complementar, Furtado e Alves (2011) citam que a sustentabilidade ambiental é um fator de competitividade global, sendo que as cidades criativas possuem um papel importante na revitalização dos centros urbanos, visto que o fomento às atividades culturais leva à criação de espaços e equipamentos importantes, trazendo maior vitalidade à cidade, atraindo mais pessoas e diferentes culturas. Para uma abordagem concreta de sustentabilidade nas cidades dos criativos, é necessária uma

governança democrática que promova estratégias de planejamento urbano aliadas à disponibilidade em trabalhar com recursos e culturas locais.

Uma cidade criativa ecológica pode ser classificada (VASSALO, FIGUEIREDO, 2010) como aquela em que há uma visão aberta de experimentação de todo seu potencial de recursos humanos e tecnologias, possibilitando uma resposta rápida às mudanças necessárias. Sendo assim, deve-se buscar uma redução do impacto ao meio ambiente em um contexto urbano onde haja um equilíbrio entre as áreas construídas, na qual a infraestrutura ofertada deve ser segura e eficiente e as áreas rurais protegidas.

Conforme Sánchez e Moura (1999), as cidades que possuem o reconhecimento de cidade-modelo acabam por ter uma visibilidade de âmbito internacional e uma maior capacidade em atrair investimentos, ganhando um status de “cidades internacionais”. Estes modelos têm sido replicados principalmente em itens como programas ambientais de eficiência energética, preservação de áreas verdes, sistemas de transporte e organização de megaeventos.

Quando se trata da preservação de áreas verdes, Lerner (2003) comenta sobre a importância das praças e cita exemplos diversos tipos de intervenções bem-sucedidas, como por exemplo, o Aterro do Flamengo no Rio de Janeiro ou o Central Park de Nova Iorque (EUA). Essas praças, conforme o autor, devem ter uma amarração com o tecido urbano onde são inseridas, sendo esta conexão variável conforme o local de sua implantação.

Na cidade de Bilbao, na Espanha, foi recuperada uma região degradada pela atividade industrial, até então sendo estes antigos espaços compostos por áreas de solos contaminados e ruínas industriais (FURTADO, ALVES, 2011). Estes locais foram totalmente remodelados, atualmente abrigando espaços de lazer, com galerias de arte, zonas de negócios aliados a uma alta qualidade arquitetônica das intervenções. Tais ações tiveram foco nas questões culturais e de sustentabilidade, especialmente nas intervenções de infraestrutura aplicadas ao local.

Em uma intervenção de âmbito nacional, Vassalo e Figueiredo (2010) resgatam o Programa Polis desenvolvido em Portugal, que teve início com intervenções urbanas realizadas em 28 cidades do país. O programa contemplou a requalificação de áreas degradadas, valorização do patrimônio histórico e natural, com a recuperação de áreas ribeirinhas e costeiras. A qualidade e a presença de elementos naturais na paisagem urbana foram fundamentais para a preservação do meio ambiente, sendo que o planejamento urbano precisa promover uma conexão entre os diferentes espaços existentes, contribuindo com a biodiversidade.

Já no caso da cidade brasileira de Curitiba-PR, algumas de suas ações sustentáveis e criativas mais populares são a criação de programas de reciclagem de lixo, a valorização e expansão das áreas verdes, os investimentos em educação ambiental e a implantação de parques urbanos temáticos (SÁNCHEZ, MOURA, 1999). Este padrão criado de cidade sustentável insere a mesma em um contexto global, requalificando o ambiente urbano, inspirando orgulho em seus habitantes e trazendo confiança a possíveis investidores.

Lerner (2003) defende também a importância da arborização, onde há exemplos como o de Xangai, que a cada quatro metros, em todas as ruas, há uma árvore se crescendo. Na cidade de Curitiba foram plantadas um milhão de árvores nos últimos anos, sendo lançada pela Prefeitura Municipal a campanha “A Prefeitura dá a sombra e você, a água fresca”. Nesta campanha a população foi incentivada a colaborar com o projeto, irrigando e cuidando das árvores plantadas pelo poder público. Também com a finalidade focada em se humanizar uma intervenção, em Curitiba, ao se propor a vegetação dos conjuntos habitacionais os moradores foram os responsáveis pela escolha das espécies vegetais a serem plantadas em suas proximidades, criando uma identidade ‘verde’ para a região.

Ao tratar de cidades-modelo, Sánchez e Moura (1999) posicionam os casos de Curitiba e Cingapura como referências que tiveram suas soluções urbanísticas criativas replicadas em diversas outras localidades do mundo, representando um novo padrão dominante de sucesso. Entretanto, em um contexto de mundo globalizado, estes modelos impõem um modo padronizado que traz uma hegemonia desterritorializada, pois quando ocorre a aplicação destes modelos, são geralmente necessárias grandes mudanças de cunho estrutural a um alto custo, assumidos prioritariamente pela administração pública, sendo necessário, para legitimar estes investimentos, uma conexão entre a intervenção urbanística e a ideologia de comunidade.

Para Furtado e Alves (2011) quando se faz uso da abordagem de cidade criativa na busca de um desenvolvimento sustentável, a Arquitetura é apontada como chave interveniente das ações, já que possui um grande potencial transformador sobre o espaço urbano, indo da escala do edifício ao planejamento urbano. Estas intervenções trazem nova vida a estruturas obsoletas, sendo os empreendimentos ícones atratores de grandes massas.

Girardet (1999) complementa trazendo a questão de que para criar cidades sustentáveis deve haver uma ligação entre o planejamento de usos do solo e o planejamento de recursos, possibilitando o consumo de forma responsável sem prejuízos para as condições de vida de seus habitantes.

#### 4. CONCLUSÕES

O tema da sustentabilidade está em voga no âmbito da arquitetura e urbanismo, tendo avançado muito nos últimos anos, não somente pelo avanço tecnológico em si, mas devido à facilidade de troca de informações típica de um mundo globalizado. A necessidade em se poupar recursos naturais é indiscutível e o planejamento urbano deve tratar o assunto de forma prioritária, por isso justifica-se a proposta deste artigo.

A partir da popularização dos entendimentos de cidades-modelo e cidades criativas, o mundo passou a ter referências de boas práticas aplicadas em diversos contextos urbanos. Estes, relacionados ao planejamento urbano, envolvem soluções em transporte público, zoneamento urbano, gerenciamento de resíduos, entre outras políticas públicas tidas como bem-sucedidas em suas cidades de origem, entre elas estão as cidades citadas aqui. Sendo necessária uma crítica à replicação de modelos, conforme apontado, pois cada local possui legislações, morfologias e culturas diferentes que necessitam adaptações ou propostas inéditas. Quando o foco é a reprodução de modelos, um aprofundado estudo das necessidades alinhadas aos interesses das comunidades torna-se fundamental.

Assim, as cidades criativas, tidas como modelos globais em diversos aspectos, podem e devem contribuir na difusão de boas práticas em toda e qualquer área do conhecimento, especialmente quando se busca inovação. Ao exercerem ações de cunho ambiental, colocam a preocupação com o meio ambiente como um modelo a ser seguido, sendo muitas destas, inclusive, tendo como principal imagem a de cidade sustentável.

Como importante referência desta discussão, a cidade de Curitiba é frequentemente apontada como disseminadora de soluções inovadoras, implantadas em sua maioria na gestão do então Prefeito, arquiteto e urbanista Jaime Lerner. Tal cidade tornou-se uma referência nacional e internacional, tendo o título de cidade da qualidade de vida concedido, em 2015, pela Agência Classificadora Austin Ratings e pela revista IstoÉ, após análise de 212 indicadores relacionados às áreas social, econômica, fiscal e digital. Seu sistema de transporte público uma prática exportada para diversos locais, seja no Brasil ou no exterior, além de suas boas práticas na área ambiental.

De forma mais abrangente, as cidades criativas devem prosseguir com suas soluções inovadoras, propondo novas ideias para um mundo cada vez mais conectado. Não somente na área ambiental, conforme apresentado, mas também no desenvolvimento de novas políticas públicas para as demais áreas de um planejamento urbano.

#### REFERÊNCIAS

AMARAL, Marco Antônio Teixeira de. **Green building: análise das dificuldades (ainda) enfrentadas durante o processo de certificação LEED no Brasil**, 2013.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da, 2008.

COSTA, Pedro; SEIXAS, João; OLIVEIRA, Ana Roldão. **Das Cidades Criativas à Criatividade Urbana? Espaço, Criatividade e Governança na Cidade Contemporânea. CD de Atas do XV Encontro da APDR subordinado ao tema Redes e Desenvolvimento Regional, realizado em Cabo Verde**, p. 6-11, 2009.

CSILLAG, Diana. **Análise das práticas de sustentabilidade em projetos de construção latino americanos**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DEGANI, Clarice Menezes; CARDOSO, Francisco Ferreira. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo**, 2002.

EDWARDS, Brian; HYETT, Paul. **Guía básica de la sostenibilidad**. Editoria Gustavo Gili, 2004.

FURTADO, Gonçalo; ALVES, Sandra. **Cidades criativas em Portugal e o papel da arquitetura: Mais uma estratégia a concertar. Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 99, p. 125-140, 2012.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. Ambiente construído**, Porto Alegre, V. 6, n. 4, p. 51-81, 2006.

GOULART, Solange. **Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano. Apostila da Disciplina Desempenho Térmico em edificações. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. v. 2, p. 12, 2010. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em <[www.labeee.ufsc.br/graduação/ecv\\_5161](http://www.labeee.ufsc.br/graduação/ecv_5161)> Acesso em 10/11/2014

LERNER, Jaime. **Acupuntura Urbana**. Editora Record, 2003.

MORAES, Julio Lucchesi; SCHWARTZ, Gilson. Cidades criativas e conexão audiovisual. **Informações FIPE**, 2011.

MOTTA, Silvio FR; AGUILAR, Maria Teresa P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 1, p. 88-123, 2009.

SÁNCHEZ, Fernanda; MOURA, Rosa. Cidades-modelo: espelhos de virtude ou reprodução do mesmo. **Cadernos Ippur**, v. 13, n. 2, p. 95-114, 1999.

VASSALO, V. P. L.; FIGUEIREDO, P. J. S. Sustentabilidade dos espaços urbanos. In: **4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, 2010.

GIRARDET, H. **Criar Cidades Sustentáveis**, Coleção Cadernos Schumacher para a Sustentabilidade, Edições Sempre-em-pé, 86 p., Lisboa, 2007.

# PROPOSTA DE SUBSTITUIÇÃO DE COPOS PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS EM FÁBRICA DE GRANDE PORTE

*MOTION FOR REPLACEMENT OF DISPOSABLE PLASTIC CUPS IN A LARGE FACTORY*

---

Maria Eugenia Ramos May Corrêa, pós-graduanda (UTFPR)  
Adriano Heemann, Dr. (UFPR)

## Palavras Chave

Copos plásticos descartáveis; sustentabilidade; poliestireno; polipropileno

## Key Words

*Disposable plastic cups; sustainability; polystyrene; polypropylene*

## RESUMO

Tendo em vista o impacto ambiental gerado pela produção de copos plásticos descartáveis e a quantidade de resíduos gerada pelo uso desses produtos, o estudo aqui relatado tem como objetivo apresentar uma alternativa para a substituição de copos plásticos em uma fábrica na região de Curitiba. Por meio da pesquisa bibliográfica inicial é possível identificar as alternativas já existentes e, assim, adequá-las como uma solução pertinente para este caso específico. A proposta apresentada explora a substituição dos copos plásticos descartáveis por copos permanentes, de polipropileno, copos plásticos biodegradáveis, além da adoção de uma campanha visando à conscientização dos funcionários. O artigo discute essas possibilidades e aponta para perspectivas futuras.

## ABSTRACT

*In view of the environmental impact generated by the production of disposable plastic cups and the amount of waste generated by the use of these products, the study reported presents an alternative to the replacement of plastic cups at factory in Curitiba's region. Through an initial literature search it is possible identify existing alternatives and adapt them as an appropriate solution to this specific case. The proposal explores the replacement of disposable plastic cups for permanent cups, made by polypropylene, biodegradable plastic cups and the adoption of campaign to raise awareness of employees. The article discusses these possibilities and points to future prospects.*

## 1. INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que o meio ambiente tem sido alterado mais fortemente desde a Revolução Industrial, porém, atualmente, as empresas estão cada vez mais conscientes de que precisam funcionar de forma sustentável, tornando-se corresponsáveis por seus produtos e por sua cadeia produtiva.

A sustentabilidade é uma característica de um sistema que permite a continuidade de suas atividades e do seu entorno por um período. O termo sustentabilidade não se refere apenas às preocupações ambientais, mas a todos os aspectos que se relacionam com o homem, como as questões econômicas, energéticas, sociais e culturais. Assim, ela também pode ser considerada a capacidade de interação do ser humano com o mundo.

O aumento da preocupação com a sustentabilidade ficou mais evidente a partir de estudos da década de 1970, que apontam que as ações humanas estariam gerando impacto ambiental com significativas alterações no meio ambiente e comprometendo a disponibilidade dos recursos naturais e a qualidade de vida atual e futura do homem. Atualmente, as empresas têm investido em recursos para minimizar os impactos ambientais causados em seu processo produtivo. No Brasil, os investimentos em processos, novas tecnologias e soluções alternativas orientadas à integração ambiental puderam ser mais visíveis a partir dos anos 2000. Segundo Vilhena e Politi (2000), alguns dos benefícios percebidos pela preocupação com a sustentabilidade é a recuperação de insumos, a diminuição dos desperdícios e o aumento do valor agregado ao processo em toda a cadeia produtiva. Outro benefício observado é o alcance de um diferencial diante de outras empresas do mercado, por meio do assim chamado marketing verde, utilizando um posicionamento ambiental melhorado como vantagem para os consumidores e tornando a empresa mais atrativa.

Parte da responsabilidade ambiental de uma fábrica também se refere ao gerenciamento dos resíduos gerados. Uma fábrica de produtos médicos de grande porte, localizada na região de Curitiba, oferece a seus 490 funcionários três refeições diárias, por turno, durante as quais todas as bebidas são servidas em copos plásticos descartáveis. Cabe observar, entretanto, que estes são usados sem restrições também durante todo o expediente. De maneira geral, os copos são utilizados uma vez e descartados em seguida.

O impacto ambiental causado pelo descarte dos copos plásticos poderia ser minimizado pela substituição destes. Uma substituição desse tipo pode culminar na redução do uso de matéria-prima para sua fabricação

(petróleo), na redução de custos relativos à compra de copos novos, ao descarte dos usados, entre outros.

A partir desse cenário, este projeto tem por objetivo apresentar e avaliar qualitativamente a pertinência da substituição dos copos plásticos descartáveis por outra opção adequada à realidade da empresa e que evidencie seu papel responsável na gestão de resíduos perante seus funcionários e à sociedade de um modo geral. O objetivo deste trabalho não é o de exaurir esse complexo assunto, propor uma solução necessariamente mais barata ou ainda anular impactos ambientais. O estudo aqui apresentado cogita uma ação mais alinhada com a estratégia de sustentabilidade industrial.

## 2. DESENVOLVIMENTO

O consumo de copos descartáveis gera um volume alto de resíduos diários principalmente porque, em geral, os copos são utilizados uma única vez e descartados em seguida. A quantidade de resíduos gerada pela empresa poderia ser minimizada pela substituição destes.

Um dos principais aspectos ambientais a serem considerados na decisão de utilizar os copos plásticos descartáveis é a sua matéria-prima, o petróleo, que é uma fonte não renovável. Além disso, a produção de produtos derivados do petróleo pode gerar vários riscos para o meio ambiente, por exemplo, o petróleo retirado de plataformas marítimas, cujo contato com a água do mar é altamente danoso, pois afeta o ecossistema, provocando contaminações e a morte de animais e plantas.

Contudo, o consumo de copos plásticos descartáveis é facilitado pelo baixo custo de compra e pela grande quantidade de oferta desse produto no mercado. Esse contexto problemático é descrito de modo sumarizado nas seções que seguem.

### 2.1 Copos descartáveis

Atualmente o estilo de vida é influenciado pela praticidade propiciada pelos produtos plásticos. Esse material está presente em diversos produtos do cotidiano como pentes, seringas, painéis, botões, espumas, lanternas, borrachas, utensílios domésticos, embalagens etc.

Segundo Eco (2016), são consumidos no Brasil aproximadamente 720 milhões de copos plásticos descartáveis por dia, o que corresponde a cerca de 1.500 toneladas de resíduos por dia.

A fabricação dos copos plásticos se dá por meio do processo de termoformação. Nesse processo, os pellets de poliestireno (matéria-prima) são carregados em uma máquina extrusora, que os aquece até o seu derretimento

e, por meio de uma força, gera um filme de plástico rígido e com aproximadamente dois milímetros de espessura. O filme passa através de um forno até que o plástico torne-se maleável. O plástico então passa por uma máquina de termoformação que puxa e suga-o na cavidade do molde até que ele preencha toda a forma do molde. São realizadas várias fileiras de copos simultaneamente e esse processo demora aproximadamente três segundos. Os copos então são transferidos para uma máquina que corta os copos da folha. Essa máquina capta os restos da folha e os derrete transformando-os novamente em plástico que são reutilizados na produção de novas folhas. Depois do corte, os copos são encaminhados para outra máquina que os empilha e os envia, em grupos, para uma esteira que os encaminha para uma máquina com capacidade de aquecimento o suficiente apenas torná-los flexíveis e realizar a dobra das bordas dos copos, tornando-as arredondadas.

Para a fabricação de um copo plástico são necessários aproximadamente oito gramas de poliestireno. O consumo de energia elétrica é de cerca de 6,0 W/h por copo.

Os copos plásticos descartáveis têm como matéria-prima o poliestireno, obtida por meio de reações químicas do estireno, um derivado do petróleo, que é uma fonte não renovável de matéria-prima. A decomposição dos produtos fabricados em poliestireno é lenta, pois não são biodegradáveis (não são decompostos por micro-organismos) e, por isso, considera-se que o seu tempo de meia vida é longo. O tempo de decomposição de um copo descartável pode durar entre 50 e 400 anos dependendo das condições ambientais, enquanto que a vida útil dos copos chega a ser de apenas 13 segundos após sair do display.

Esse dado aponta para a relevância do tema quando considerado o seu aspecto ambiental. Para Canto (2001), o consumo de copos descartáveis é exagerado. A escolha indiscriminada por copos descartáveis acontece, sobretudo, devido ao relativo conforto e higiene proporcionados ao consumidor, uma vez que não exige o gasto de tempo e recursos com lavagem.

O poliestireno é considerado uma matéria-prima barata. Portanto, no que tange ao aspecto comercial sua reciclagem a partir de copos descartados não se apresenta economicamente viável. O poliestireno reciclado é pouco empregado, pois o valor pago pelas empresas e cooperativas de reciclagem varia entre R\$ 0,20 e R\$ 1,00 por quilo (SUSTENTÁVEL, 2016). Ao baixo preço pago pelo material são adicionadas as dificuldades da reciclagem do resíduo. Portanto, nesse caso a reciclagem de copos plásticos descartáveis é considerada mais dispendiosa que a produção dos copos a partir da matéria-prima virgem.

A reciclagem geralmente é feita por meio do derretimento e da remodelagem. Segundo Canto (2001), apenas 87% dos polímeros do mercado são termoplásticos, ou seja, podem ser derretidos e remodelados. Outra dificuldade da reciclagem está na incompatibilidade entre os diferentes tipos de plásticos que ainda podem estar misturados no momento do processamento. Segundo o autor, 30% do volume de lixo sólido correspondem a produtos plásticos, além da grande quantidade, a baixa velocidade de degradação culmina em um grande acúmulo de resíduos.

## 2.2 Problemática

Uma fábrica de produtos médicos de grande porte, localizada na região de Curitiba possui 490 funcionários, destes, 170 são dos setores administrativos e recebem por dia dois cafés e uma refeição, e, para os 320 funcionários da produção, são oferecidos um café e uma refeição por dia. No total, são servidos diariamente, aproximadamente, 810 cafés e 530 refeições.

Nessa empresa as refeições (almoço e ceia) são servidas com talheres (garfos, facas e colheres) de aço inox, com pratos de cerâmica ou de material polimérico (pratos de sopa), e acompanhados por copos plásticos descartáveis (200 mL) e guardanapos de papel.

Durante todas as refeições os talheres e pratos são disponibilizados no início do buffet, os copos plásticos ficam disponíveis junto às bebidas, no final do buffet, e os guardanapos são disponibilizados em porta-guardanapos nas mesas.

Como as bebidas e os copos plásticos são disponibilizados no fim do buffet, é comum entre os funcionários pegar mais de um copo por vez, evitando com que tenham que se deslocar para pegar mais bebidas. Com relação aos utensílios, há reposição ininterrupta dos itens para os funcionários que estão utilizando o refeitório.

Na empresa estudada, os funcionários são estimulados a fazer a separação do lixo durante todo o expediente, inclusive durante as refeições. No refeitório, os guardanapos e os copos plásticos devem ser descartados em lixeiras específicas para cada um deles. Os pratos e talheres são colocados em uma janela, que faz passagem para a sala em que são lavados.

Os copos plásticos descartáveis (200 mL) também são usados livremente durante o expediente, por todos os funcionários, para o consumo de bebidas como café, água e chá, o que faz com que a quantidade utilizada de copos seja significativamente maior do que a de louças usadas apenas durante as principais refeições. Os suportes de copos plásticos, disponíveis em vários ambientes da empresa, são abastecidos pela equipe de limpeza da

empresa. Ao lado de cada suporte estão disponíveis lixeiras próprias para esse tipo de resíduo, para auxiliar o descarte seletivo (Figura 1).

Figura 1 – Bebedouro e display utilizados pela empresa



Fonte: Elaborado pelos autores, com base na pesquisa realizada.

Em alguns setores da produção não é permitida a entrada de bebidas nas salas, pois se tratam de ambientes controlados ou de ambientes com máquinas que exigem cuidado com painéis e equipamentos. Para esses casos, os funcionários devem se dirigir ao bebedouro, do lado de fora das salas, e consumir água no local e então retornar para o local de trabalho.

Para os funcionários das áreas administrativas é recomendado que o consumo de café seja realizado junto à área destinada para este fim, para que o ambiente de trabalho permaneça limpo e para contribuir com o controle de pragas. Por esse motivo, também não é permitido o consumo de alimentos fora do refeitório.

### 2.3 A louça na empresa

Os talheres e pratos são lavados na empresa por meio da máquina lavadora Hobart Ecomax 900, ilustrada na Figura 2.

Figura 2 – Lavadora Hobart Ecomax 900



Fonte: Hobart (2016).

O primeiro turno da empresa concentra a maior quantidade de funcionários, por isso, são precisos três funcionários para realizar a limpeza da louça. Nos outros dois turnos, um funcionário é responsável pela limpeza. Para realizá-la, os funcionários devem:

1. Separar cada tipo de utensílio;
2. Retirar o excesso de sujeira com água corrente e detergente neutro;
3. Colocar a louça nos racks;
4. Colocar os racks na máquina;
5. Colocar o detergente na máquina;
6. Ligar a máquina (o ciclo de lavagem leva em torno de 1 minuto);
7. Retirar a louça da máquina e revisar a lavagem, item a item;
8. Repor a louça no buffet.

A lavadora possui ajuste de ciclos de lavagem, sendo que a configuração Standart é de um minuto (os outros são ajustáveis pelo operador), o consumo de água é de 228 litros por hora ou, de aproximadamente 3,8 litros por ciclo. O gasto elétrico dessa lavadora é de 18 kW/h.

Ela possui uma capacidade mecânica de limpeza de 60 ciclos por hora. Sendo que, cada ciclo comporta 18 pratos, 160 talheres, nove bandejas ou entre 25 e 36 copos.

Considerando que são servidas 530 refeições por dia e 810 cafés, a lavadora é utilizada, em média, 110 vezes por dia. Para tal cálculo considerou-se 30 ciclos de lavagem para os pratos de cerâmica, cinco para pratos poliméricos, 15 para talheres e 60 ciclos de lavagem para as bandejas.

Para a utilização da lavadora de louças são consumidos pela empresa água, detergente, energia e horas-homem de trabalho.

#### 2.4 Gestão de louças, copos e guardanapos

Os copos plásticos utilizados pela empresa são adquiridos de dois modos diferentes, pela própria empresa, para uso geral e pela empresa terceirizada, fornecedora das refeições, para uso no refeitório.

Na fábrica são consumidos aproximadamente 42.500 copos por mês. Já a quantidade de copos utilizados no refeitório é de aproximadamente 40.000 unidades por mês, totalizando um consumo aproximado de 82.500 copos descartáveis por mês. A compra dos copos plásticos pela própria fábrica é realizada anualmente. A compra para consumo no ano de 2016 foi de R\$ 13.500,00.

A compra de guardanapos de papel é de responsabilidade da empresa encarregada pelas refeições. Nesse caso, são comprados 14 mil guardanapos por semana, o que corresponde a uma média de 56 mil guardanapos por mês. A seleção de talheres de aço inox acontece por causa da qualidade da matéria-prima, que permite diferentes aplicações, é resistente ao processo de limpeza (corrosão) e possui um longo tempo de vida útil.

Já a seleção dos copos de plástico e dos guardanapos de papel ocorre em razão da facilidade de compra e baixo custo para obtenção desses materiais. Além disso, não exigem a etapa da higienização. Tanto os copos plásticos descartáveis quanto os guardanapos de papel são descartados em lixos específicos e então são entregues a empresas terceirizadas que fazem a coleta específica desse tipo de material. Os copos são entregues juntamente com todos os resíduos plásticos da fábrica, sendo então submetidos a tratamento e descarte. Os guardanapos de papel são descartados pela empresa responsável pela coleta em um aterro Classe II.

Na fábrica toda a água utilizada tanto na produção, quanto para consumo interno e na cozinha é retirada de poços artesianos. O consumo médio mensal de água fornecida pela companhia de abastecimento é de aproximadamente 60 m<sup>3</sup> por mês, essa água é utilizada especificamente para uma máquina. Após o uso, toda água utilizada (tanto de origem de poços artesianos, quanto a fornecida pela companhia de abastecimento) é tratada internamente e despejada no rio localizado nas imediações da empresa.

#### 2.5 Proposta de substituição no refeitório

A substituição dos copos plásticos descartáveis no refeitório por copos reutilizáveis poderia diminuir os resíduos

gerados em aproximadamente 40 mil unidades por mês. Segundo o fabricante, a lavadora Ecomax 900 tem capacidade de limpeza de 60 racks por hora. A lavadora, em seu maior horário de uso (almoço) é utilizada aproximadamente 89 vezes (25 ciclos de lavagem para os pratos de cerâmica, quatro para pratos poliméricos, 10 para talheres e 50 ciclos de lavagem para as bandejas). Considerando que a louça não precisa ser lavada imediatamente após o uso, é possível substituir os copos plásticos descartáveis utilizados na hora das refeições por copos permanentes.

Para a substituição dos copos plásticos descartáveis, existem no mercado opções de copos de vidro, cerâmica, inox, polipropileno. Devido à fragilidade dos materiais das duas primeiras opções, a terceira e quarta opções se mostram mais pertinentes para um uso diário e em grande quantidade.

Copos e canecas em polipropileno são resistentes a quedas e impactos e apresentam elevada durabilidade. O copo em polipropileno é inodoro, atóxico, resistente a sucos cítricos e bebidas quentes, além de ser produzido com uma matéria-prima que conserva a temperatura das bebidas por mais tempo. Pode ser usado em lava-louças. Além disso, o polipropileno é um termoplástico polimerizado por meio do gás propileno, derivado do propeno, e é reciclável. Ele é um tipo de plástico que pode ser moldado apenas por meio do aquecimento.

Além do benefício ambiental, o uso de copos e canecas em polipropileno com capacidade de 370 mL geraria mais conforto para os funcionários, que não teriam que se deslocar tanto para repor as bebidas durante as refeições, fazendo com que os funcionários utilizassem menos copos por refeição. A quantidade de copos estimada para ser comprada pode ser a mesma da quantidade de pratos, pois se considera que o funcionário use um prato e um copo por refeição. Caso sejam consumidos mais copos do que pratos eles podem ser comprados em outro momento. Atualmente são usados 400 pratos no refeitório.

Esses copos e canecas poderiam ser higienizados na mesma lavadora de louças já utilizada pela empresa para limpar as louças do refeitório. A lavadora já mencionada possui racks para ciclos de lavagem de copos. Ela possui racks de polipropileno para acondicionamento de 25 copos, com engradado. Para tanto, também seriam consumidos a mais pela empresa água, sabão, energia e horas-homem de trabalho.

O rack compatível com a lavadora Ecomax 900, segundo o fabricante, tem capacidade entre 25 a 36 copos por ciclo, ou seja, considerando o mínimo da lavadora, para lavar 400 copos seriam necessários 16 ciclos de lavagem. Ponderando que sejam servidos 810 cafés e 530 refeições por dia, seria necessário realizar, aproximadamente, 54

lavagens a mais por dia (pensando no uso de um copo por funcionário por refeição).

Para o uso de copos permanentes e utilização da lavadora é necessário rever o contrato com a empresa responsável pela alimentação, pois será necessária a realização de mais atividades. O uso de copos permanentes reduziria as horas-homem de trabalho para realizar a compra, o recebimento e a reposição desses produtos em seus displays.

### 2.6 Substituição nos ambientes administrativos

Para diminuir ainda mais a quantidade de resíduos gerada, pode ser realizada a substituição dos copos descartáveis por copos permanentes também nas áreas administrativas, nas quais é permitida a presença de bebidas. A substituição total ocorreria dentro de uma postura exemplar de comprometimento por parte da presidência. Atualmente, nas áreas administrativas há um total de 170 funcionários. Considerando uma média de três copos durante o expediente, isso corresponderia a uma redução de aproximadamente 510 copos por dia somente nessas áreas.

Os copos e as canecas utilizados nas áreas administrativas poderiam ser coletados pela empresa terceirizada, atualmente responsável pela limpeza, no final dos turnos, por meio de caixas coletoras. Então, os copos utilizados seriam higienizados na cozinha e devolvidos para o uso. Considerando o uso diário de apenas um copo durável por funcionário das áreas administrativas, isso representaria a adição de sete ciclos de lavagem pela máquina já existente na empresa.

### 2.7. Copos ecológicos

Para os departamentos em que os copos plásticos descartáveis eventualmente não possam ser substituídos por copos permanentes, é possível substituí-los pelos chamados copos ecológicos ou biodegradáveis. Um exemplo são os copos fornecidos pela empresa Ecopo (2016), disponibilizados em um formato inicial tipo envelope, com nove centímetros de altura por seis de comprimento e capacidade de 65 mililitros após aberto.

De acordo com Ecopo (2016), o principal benefício do consumo desse tipo de copo é que este é degradado em até 18 meses após o descarte. O produto é confeccionado em papel de fibras virgens sem corantes (para evitar qualquer tipo de contaminação do material), oriundo de reflorestamento certificado. Ainda, conforme as especificações do produto, cada copo pode ser utilizado mais de uma vez.

Devido ao seu formato (envelope) esse tipo de copo pode ter o volume para armazenamento e transporte diminuído, tanto do copo novo quanto do descartado. Entretanto, é preciso considerar o custo de aquisição do copo para

efeitos de substituição em larga escala. Atualmente, uma caixa com 4.000 unidades custa aproximadamente R\$ 186,00 reais, tendo preço unitário de R\$ 0,46.

## 3. CONCLUSÃO

Uma fábrica de grande porte localizada na região de Curitiba oferece a seus funcionários bebidas servidas em copos plásticos descartáveis durante as refeições e durante o expediente. Esses copos são utilizados uma única vez e descartados na sequência.

Por serem fabricados a partir de uma matéria-prima não renovável, o consumo despreocupado desses copos descartáveis pode ser interpretado como ausência de preocupação ambiental. Como discutido no presente artigo, o consumo desse tipo de copo, em larga escala, culmina em uma quantidade significativa de resíduos com um processo de decomposição longo. Nesse sentido, o presente estudo argumenta que o consumo de copos plásticos descartáveis não está alinhado com os esforços mundiais de sustentabilidade industrial.

A quantidade de resíduos gerada pelo consumo de copos descartáveis pode ser minimizada pela adoção de uma estratégia de substituição. A substituição de 100% dos copos plásticos descartáveis no refeitório e nas áreas administrativas pode representar uma redução do consumo de aproximadamente 52 mil unidades por mês.

De acordo com a argumentação aqui apresentada, a substituição dos copos plásticos descartáveis por copos permanentes acarretaria em poucas alterações no fluxo de limpeza de louça na cozinha, uma vez que são itens que podem ser inseridos no mesmo ciclo de limpeza já utilizado para as outras louças. A inclusão de copos permanentes, além de não impactar em mudança significativa na rotina, representaria uma grande alteração na quantidade de resíduos gerada anualmente pela fábrica.

Cabe salientar que a adoção dessa estratégia de sustentabilidade demandaria a participação de toda a empresa e das empresas terceirizadas. Uma campanha permanente de conscientização de funcionários também seria necessária. Uma campanha desse tipo poderia contemplar informação, metas e brindes. O advento de copos permanentes também poderia ser estimulado caso estes fossem personalizados e oferecidos em diferentes cores e/ou modelos, com design diferenciado.

Finalmente, o artigo argumenta que a substituição dos copos plásticos descartáveis aqui proposta pode gerar a redução direta do uso de matéria-prima para sua fabricação (petróleo), redução de custos (menos copos comprados por mês), redução dos gastos com resíduos produzidos

pela fábrica, entre outros. Contudo, é possível admitir que esse caso pode, acima de tudo, repercutir como um impulso para a adoção dessa estratégia em outras atividades da empresa como, por exemplo, a diminuição do consumo de guardanapos, papel sulfite, tinta, tonner, energia elétrica, produtos de limpeza entre outros.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Fundação Araucária pelo apoio na forma de bolsas de estudos.

## REFERÊNCIAS

VILHENA, A.; POLITI, E. Reduzindo, reutilizando, reciclando: a indústria ecoeficiente. São Paulo: **CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem: SENAI**, 2000.

CANTO, E. L. do. **Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?** São Paulo: Moderna, 2001.

HOBART. Hobart – **Equipamentos Cozinha Industrial e Supermercados**. Disponível em: <hobart.itwfeg.com.br>. Acesso em: 08/05/2016.

ECO. **Meu copo eco**. Disponível em: <www.meucopo-eco.com.br>. Acesso em: 17/04/2016.

ECOCOPO. **Copo descartável em formato de envelope**. Disponível em: <www.ecopo.com.br>. Acesso em: 05/06/2016.

SUSTENTÁVEL. Site sustentável. Disponível em: <http://inst.sitesustentavel.com.br/evite-usar-copos-descartaveis-na-sua-empresa>. Acesso em: 17/04/2016.

# QUALIVERDE: HISTÓRICO, PROJETOS E PRÓXIMOS PASSOS

*QUALIVERDE: HISTORY, PROJECTS AND NEXT STEPS*

---

Marcelo de Mattos Bezerra, Doutor em Design (PUC-Rio)

Alfredo Jefferson de Oliveira, Doutor em Eng. da Produção (PUC-Rio)

## Palavras Chave

Sustentabilidade; Construção Sustentável; Legislação; Incentivos à Sustentabilidade

## Key Words

*Sustainability; Sustainable Construction; Building Legislation; Incentives for Sustainability*

## RESUMO

Este artigo expõe a qualificação Qualiverde lançada em 2012 pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro e complementa trabalho apresentado pelos mesmos autores no 5º SBDS – Simpósio de Design Sustentável – em 2015 no Rio de Janeiro. A qualificação para edifícios sustentáveis parte da legislação edilícia da cidade, incluindo novas exigências e estimulando a adoção de soluções sustentáveis. O Qualiverde pode ser obtido, porém os benefícios edilícios e fiscais até o momento (ago. 2016), ainda não foram aprovados pela Câmara de Vereadores. O artigo é composto por: breve histórico da elaboração da qualificação, seus participantes e estratégia para lançamento; principais pontos da qualificação com descrição dos temas envolvidos – Gestão da Água, Eficiência Energética e Desempenho Térmico, Projeto e Bonificações; projetos submetidos à qualificação; considerações do grupo de técnico sobre a qualificação e possíveis adequações.

## ABSTRACT

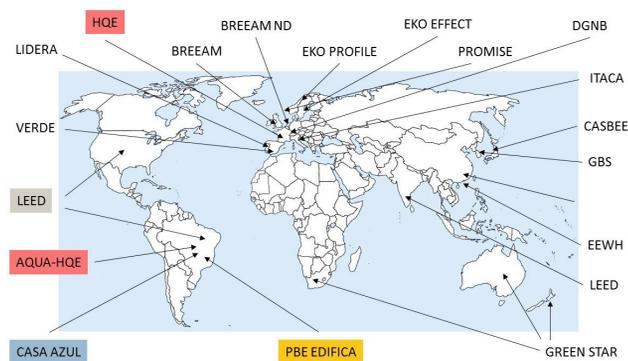
*This article discusses the Qualiverde certification launched in 2012 by the City Council of Rio de Janeiro and supplements the paper submitted by the same authors at the 5th SBDS – Sustainable Design Symposium – in 2015 in Rio de Janeiro. The certification for sustainable buildings is based on the city's building legislation, including new requirements and encouraging the adoption of sustainable solutions. Qualiverde can be obtained, however the construction and tax benefits have not yet been approved (Aug 2016) by the Chamber of Councilors. The article is comprised of: a brief history of the certification's preparation, its participants and a strategy for launch; the certification's main points with a description of the subjects involved – Water Management, Energy Efficiency, Thermal Performance, Design and Bonuses; projects submitted to certification; observations of the expert group on the certification and possible adjustments.*

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da Construção Sustentável tem sido incentivado em diversos países com antigos procedimentos e novas tecnologias agregadas para uma nova geração de edificações que respeitam o meio ambiente, otimizam uso de recursos e causam menos emissões (BEZERRA, 2013).

Para comprovação do nível de sustentabilidade em novas edificações e em projetos de renovação de construções existentes são adotados certificações e selos em cidades e países pelo mundo (BEZERRA, 2013).

Figura 01 - Mapa com algumas das principais certificações pelo mundo, os adotados ou criados no Brasil



Fonte: BEZERRA; OLIVEIRA, 2015.

No Brasil as principais certificações, etiquetas e selos são (BEZERRA; OLIVEIRA, 2015):

- AQUA, atual Certificado HQE, na França, o Processo HQE – Haute Qualité Environnementale – e adaptado no Brasil pela Fundação Vanzolini da Politécnica da USP.
- LEED – Leadership in Energy and Environmental Design, criado pelo USGBC – United States Green Building Council.
- PBE Edifica – Brasil: Etiqueta de Eficiência Energética, parceria entre o Inmetro e a Eletrobrás, para edificações comerciais, de serviços e públicos e residenciais.
- Selo Casa Azul – Brasil: Desenvolvido pela Caixa Econômica Federal para empreendimentos financiados pelo banco.

Muitos itens incluídos em certificações derivam de legislações existentes em cidades e/ou países e tem na superação de exigências das mesmas atribuídas pontuações (BEZERRA, 2013; apud BEZERRA; OLIVEIRA, 2015).

Cada cidade tem sua legislação edilícia com especificidades de acordo com as prioridades e necessidades. Além dos parâmetros urbanísticos podem ser incorporadas ações para melhor gestão de recursos, conforto ambiental e eficiência energética.

No Reino Unido, por exemplo, há uma legislação nacional para edificações, mas cada cidade e, em muitos casos, os bairros, tem planos que se complementam,

direcionando a inclusão da sustentabilidade focados nas características climáticas e de localização do projeto. Londres pode ser citado como referência com um plano completo e bem definido. No Reino Unido não há incentivos para os procedimentos exigidos (MARTINS, 2016).

Na cidade do Rio de Janeiro em 2012 foi lançada a qualificação Qualiverde – Qualificação para Construções Sustentáveis – para reconhecer a inclusão de soluções relacionadas a sustentabilidade com benefícios fiscais e edilícios para compensar a elevação de custos (BEZERRA; OLIVEIRA, 2015).

O presente texto complementa o trabalho apresentado e publicado no 5º Simpósio de Design Sustentável (2015) e baseia-se em pesquisa bibliográfica e exploratória no tema, entrevistas com o grupo de trabalho responsável pelo Qualiverde, em especial do coordenador do mesmo, arquiteto Pedro Rolim.

Serão apresentados breve histórico e a estrutura da qualificação, projetos qualificados ou em processo de qualificação e análises de profissionais componentes do grupo de trabalho do Qualiverde.

## 2. DESENVOLVIMENTO

No ano de 2012 se realizou a Rio +20, evento que reuniu no Rio de Janeiro instituições e especialistas na área de sustentabilidade para revisão dos resultados da ECO92 e elaboração de novos compromissos relacionados ao meio ambiente (ONU, 2016).

Nesta ocasião a Prefeitura da cidade lançou a qualificação Qualiverde como ferramenta de incentivo à sustentabilidade e adoção de soluções sustentáveis para construções novas e existentes no município (BIAGINI, mai. 2016).

### 2.1. Breve Histórico

A qualificação foi elaborada entre o fim de 2010 e junho de 2012 (ROLIM, 2016) por equipe composta de profissionais das Secretarias de Urbanismo e de Meio Ambiente da prefeitura coordenada pela Secretaria de Urbanismo (BIAGINI, ago. 2016).

A intenção não foi gerar uma certificação, mas sim ferramenta para incentivo a inclusão da sustentabilidade em novos projetos (ROLIM, 2015). Foram estudadas diversas certificações para a definição do texto final, com destaque para o Selo Casa Azul, pelo seu sistema de pontos, e certificações como LEED e AQUA/HQE (ROLIM, 2016).

Ao longo da preparação da qualificação foram considerados o clima, as necessidades da cidade, itens da legislação edilícia existente, como a ventilação natural, insolação e a ampliação da taxa de permeabilidade (ROLIM, 2016).

Durante a elaboração da qualificação foi desenvolvido estudo em parceria com a ADEMI – Associação de

Dirigentes de Empresas do Mercado Imobiliário – do Rio de Janeiro (ROLIM, 2015) para analisar a diferença entre o orçamento para construção de projetos sem e com a inclusão de itens previstos pela qualificação. Este estudo foi importante para identificar sobrecustos e balizar os benefícios a serem incluídos como incentivo (ROLIM, 2016).

A qualificação foi direcionada ao setor residencial pelo entendimento de que os edifícios corporativos já eram foco de ações do mercado. No processo de desenvolvimento foram realizadas apresentações a conselhos de meio ambiente e de urbanismo para consultas e confirmações (ROLIM, 2016).

A qualificação foi oficializada pelo Decreto nº 35745, de 06 de junho de 2012. De acordo com Rolim (2016), o próprio nome não foi trabalhado em termos de marketing, sendo apenas uma abreviação das duas palavras envolvidas, qualificação e verde, esta indicando a sustentabilidade.

A qualificação é um sistema de pontuação de baixa complexidade. A aprovação é prioritária e segue trâmites de um projeto normal (ROLIM; apud BEZERRA; OLIVEIRA, 2015), mantidos os custos de um processo corrente de projeto (ROLIM, 2016). O Grupo de Trabalho do Qualiverde, específico para análise e aprovação de projetos, é coordenado desde o início pelo arquiteto Pedro Rolim.

Como incentivo para projetos qualificados foram propostas 2 (duas) leis (BIAGINI, ago. 2016):

1. Para benefícios edifícios – Projeto de Lei Complem. nº 88/2012 (SMU/SMAC, 11 jun. 2012);
2. Para benefícios fiscais – Projeto de Lei Ordinário nº 1.415/2012 (SMU/SMAC, 11 jun. 2012).

Para um empreendimento permanecer com os benefícios há a obrigatoriedade de manutenção das ações incluídas (ROLIM, 2015; apud BEZERRA; OLIVEIRA, 2015).

Os benefícios edilícios e fiscais ainda não foram aprovados pela Câmara de Vereadores do Município do Rio de Janeiro (BIAGINI, ago. 2016). Como 2016 será ano de eleições municipais, é provável que somente após as mesmas possa haver uma evolução.

Até o momento (ago. 2016), somente um projeto foi qualificado na categoria Qualiverde, com a concessão do Habite-se e processo concluído (BIAGINI, ago. 2016).

## 2.2. Estrutura e Análises do Qualiverde

São 2 (duas) as categorias da qualificação (SMU, 06 jun. 2012): Qualiverde: mínimo de 70 pontos; Qualiverde Total: para projetos que obtenham 100 pontos ou mais.

A qualificação se divide nos seguintes temas: Gestão da Água, Eficiência Energética e Desempenho Térmico, Projeto e Bonificações (BEZERRA; OLIVEIRA, 2015).

Serão descritos os itens para atendimento e pontuação total de cada um dos temas (SMU/SMAC, 05 dez. 2012) e na sequência comparativos entre os mesmos destacando diferenças de edifícios novos para existentes.

Tabela 01: Itens e Pontuações para Gestão da Água

Gestão de Água		PTS
1	Dispositivos economizadores – registros de vazão: arejadores e registros reguladores nas torneiras	2
2	Dispositivos economizadores – descarga: Descarga com mecanismo de duplo acionamento	2
3	Medidores individuais: Individualização dos medidores de consumo de água nas edificações	1
4	Sistema reuso águas servidas: tratamento, reserva e distribuição para bacias sanitárias	1
5	Sistema reuso águas negras: Separador águas cinzas e negras, tratamento, reserva e distribuição	8
6	Aproveitamento de águas pluviais: captação, reserva e distribuição para atividades específicas	1
7	Infiltração – pavimentação permeável: Em, pelo menos, 40% da área do passeio	2
8	Retardo e infiltração de águas pluviais: Construção de reservatórios	1
9	Ampliação áreas permeáveis além do exigido por lei: Acréscimo 10% além do obrigatório ou 30%	5
<b>Total Gestão de Água</b>		<b>23</b>

Fonte: BEZERRA; OLIVEIRA, 2015.

Dos nove itens do tema Gestão de Água os 3, 6, 8 e 9 derivam de exigências da legislação edilícia da cidade.

Tabela 02: Itens e Pontuações para Eficiência Energética e Desempenho Térmico

Eficiência Energética e Desempenho Térmico		PTS
10	Aquecimento solar da água: Coletor solar, reservatório térmico, aquecim. auxiliar e acessórios:	
	30% de toda a demanda de água quente	5
	50% de toda a demanda de água quente	7
	100% de toda a demanda de água quente	10
11	Iluminação artificial eficiente, previstos 2 cenários: iluminação da circulação pavimentos tipo e circulação vertical com lâmpadas LED	2
	Iluminação de toda área comum com LED	4
12	Iluminação natural eficiente: Em 50% áreas comuns (circulações nos pavimentos tipo)	5
13	Eficiência sistema de iluminação: Distribuição em circuitos independ. e dispos. economizadores	2
14	Fontes alternativas de energia: Iluminação de áreas comuns com uso painéis solares	5
<b>Total (máx. pos.) Efic. Energ. e Desemp. Térmico</b>		<b>26</b>

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de BEZERRA; OLIVEIRA, 2015.

Nenhum dos itens do tema Eficiência Energética e Desempenho Térmico compõe a legislação edilícia do município. Os itens 10 e 14 incentivam a adoção de fontes renováveis para aquecimento de água e iluminação e os demais referindo-se à iluminação de áreas comuns nos pavimentos, sendo que o item 10 possui 3 (três) níveis de atendimento.

Tabela 03: Itens e Pontuações para Projeto

Projeto	PTS
15 Telhados de cobertura verde: Pavto não utilizável (podendo 50% para painéis fotovoltaicos)	5
16 Orientação ao Sol e Ventos: Estudos de insolação com soluções	5
17 Afastamento das divisas: Mesmo que a legislação permita o não afastamento e embasamento	2
18 Vedações adequadas à zona bioclimática 8: Adoção de vedações externas leves refletoras	1
19 Uso de Materiais Sustentáveis: Adesivos, selantes e tintas de baixa emissão; madeiras certificadas	3
20 Conforto acústico: Adoção de materiais que propiciem proteção acústica:	
Uso isolamento nas paredes e tratamento acústico compartimentos que gerem desconforto	2
Adoção de esquadrias externas com tratamento acústico	5
21 Isolamento térmico: Nas fachadas (voltadas para norte e oeste de insolação direta) pode combinar ao item 29 e atenção a fachadas envidraçadas	3
22 Plano de Redução de Impactos Ambientais no canteiro de obras	3
23 Reaproveitamento de resíduos no canteiro de	3
24 Implantação de bicicletários e estrutura de apoio:	
Edifícios com. e institucionais 20% a 30% das vagas carros; residenciais 50% dos aptos	1
Edifícios comerciais e institucionais 30% das vagas carros; em residenciais 100% dos aptos	3
25 Previsão compartimento coleta seletiva de lixo:	
Espaço ventilado de fácil acesso, se no térreo	1
Espaço ventilado de fácil acesso, se nos pavtos	2
26 Plantio espécies veg. nativas: Para sombreamento passeio esp. mín. de 6 m ou para copa	2
27 Ventilação natural de banheiros:	
Janela voltada para exterior ou prisma do edifício em todos os banheiros (exceto lavabos)	4
Janela voltada para exterior ou prisma do edifício em 50% dos banheiros (exceto lavabos)	2
28 Adequação condições terreno: Manutenção veget. existente e redução alteração morfologia	2
29 Sistema de fachadas: Sistema de proteção e sombreamento de fachadas	4
30 Vagas para veículos elétricos: Previsão 5% total exigido pcom estrutura para recarga	1
31 Estruturas metálicas: Em substituição ao concreto convencional (pela reciclagem, pré-fabricação, organização canteiro de obras e leveza)	8
<b>Total Projeto</b>	<b>56</b>

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de BEZERRA; OLIVEIRA, 2015.

No tema Projeto os itens 17 e 27 são variações de exigências da legislação edilícia.

Além dos temas relacionados à edificação há um que prevê bonificações. Importante realçar a diferença da pontuação total disponível para projetos de edifícios novos e para edifícios existentes, que totalizam 8 e 25 pontos respectivamente, desconsiderando o item V (Inovações Tecnológicas) (ver Tabela 04).

O item I compensa e reconhece os limitadores pelas precondições em projetos de renovação de edifícios existentes. O item II corresponde a legislação para novas edificações licenciadas, mas pontua inclusão em edificações existentes. O item III corresponde a item da legislação.

Abaixo a Tabela 05 apresenta o peso de cada um dos temas em quantidade de pontos para projetos de edifícios novos e existentes.

Tabela 04: Itens e Pontuações para Bonificações

Bonificações	PTS
I Retrofit de construções existentes	15
II Hidrômetros individuais (medição individualizada) em reformas ou retrofit	2
III Reservatório de retardo sem obrigatoriedade	3
IV Selos de certificação e orientação ambiental (*1)	5
V Inovações tecnológicas (*2)	1
<b>Total Bonificações, sem incluir Inovações tecnológicas</b>	<b>25</b>

(\*1) Notas: No caso do processo da certificação ainda estar em andamento deverá ser anexado o registro de abertura do processo comprovando a tramitação. Para o PBE Edifica exigida obtenção do Nível A para o edifício completo e a pontuação a ser obtida com a apresentação de certificações diversas não é cumulativa.

(\*2) 1 PONTO por inovação.

Fonte: BEZERRA; OLIVEIRA, 2015

Tabela 05: Comparativos entre itens para Edifícios Novos e Existentes

	Gestão da Água	Efic Energ e Desemp Térmico	Projeto	Bonifi-cações	Total
<b>Novos:</b>					
Pontos	23	26	56	8	113
% do total	20.4%	23.0%	49.6%	7.1%	100.0%
<b>Existentes:</b>					
Pontos	23	26	56	25	130
% do total	17.7%	20.0%	43.1%	19.2%	100.0%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de BEZERRA; OLIVEIRA, 2015.

Na Tabela 05 verifica-se que o tema Projeto corresponde a 51,3% dos pontos possíveis para projetos novos e 44,6% para renovações. Não foram contabilizados os pontos por inovações. Para edifícios novos 117 pontos possíveis (BEZERRA; OLIVEIRA, 2015).

Como exemplo dos Benefícios Edilícios (em trâmite na CMRJ – Câmara do Município do Rio de Janeiro) podem ser citados: acréscimo de áreas de varandas e nas áreas do pavimento de cobertura – 25% a mais em relação ao permitido (ROLIM, 2015; apud BEZERRA; OLIVEIRA, 2015).

Quadro 01: Benefícios fiscais concedidos

	IPTU antes habite-se	IPTU após habite-se	ITBI 1ª aquisição	ISS durante a obra
Qualiverde	50% Licenciamento ao Habite-se	10%	50%	1.50%
Qualiverde Total	Isento Licenc. ao Habite-se	20%	ISENTO	0.50%
Observações	Prazo máximo de 2 exercícios	Para unid. 3 anos. Pode ser cancel.		Alíquota usual durante obra 3%

Fonte: BEZERRA; OLIVEIRA, 2015.

Os Benefícios Fiscais (em trâmite na CMRJ) (SECRETARIA DE URBANISMO RJ, 2012; apud BEZERRA; OLIVEIRA, 2015) são os seguintes (Quadro 01):

No Quadro 01 fica evidente a diferença das reduções de taxas e impostos entre os níveis Qualiverde. No Qualiverde Total os descontos dobram ou triplicam (no caso do ISS) em comparação ao nível Qualiverde.

### 2.3. Projetos qualiverde

Até o momento foi qualificado um projeto (com Habite-se concedido) para um edifício comercial no nível Qualiverde com 70 pontos. Além deste projeto, 3 (três) outros estão aguardando o habite-se ou em processo de aprovação, 2 (dois) em fase inicial de consultas e outros retirados antes do início do processo (ROLIM, 2016).

O grupo de trabalho forneceu dados sobre os 4 (quatro) projetos com processos mais avançados de qualificação (subcapítulos 2.3.1. e 2.3.2.). A partir destes dados foram elaborados comparativos (subcapítulo 2.3.4.) dos pontos obtidos e possíveis para o Qualiverde de cada um dos projetos.

#### 2.3.1. Projeto qualificado com habite-se concedido

Trata-se de um edifício comercial que foi renovado e obteve 72 pontos. Durante o processo houve ajustes como a retirada dos hidrômetros individuais, devido ao alto custo. Dentro do edifício há um interessante sistema de tratamento de águas negras. O projeto foi elaborado por escritório de arquitetura carioca que tem experiência em projetos com inclusão de soluções de sustentabilidade. Para este projeto não houve a inclusão de pontuação pela certificação do empreendimento, item IV do tema Bonificações (ROLIM, 2016).

Na Tabela 06 pode se constatar o peso do tema Bonificações no total do projeto com o mesmo correspondendo a 27,8% dos 72 pontos obtidos.

Tabela 06: Comparativos entre itens obtidos e possíveis projeto de renovação de edifício comercial

	Gestão da Água	Efic Energ e Desemp e Térmico	Projeto	Bonificações	Total
pts obtidos	13	18	21	20	72
% do total	18.1%	25.0%	29.2%	27.8%	
pts possíveis	23	28	58	25	134
% entre pts (*)	56.5%	64.3%	36.2%	80.0%	53.7%

(\*) % entre os pts obtidos e os pts possíveis.

Fonte: Elaborado pelos autores com base dados fornecidos.

#### 2.3.2. Projetos em qualificação ainda sem habite-se

São 3 (três) os projetos em processo de qualificação, sendo o projeto B de renovação (ROLIM, 2016):

#### A. Centro de Treinamento: Obteve 85 pontos.

Tabela 07: Comparativos entre itens obtidos e possíveis projeto de centro de treinamento

	Gestão da Água	Efic Energ e Desemp e Térmico	Projeto	Bonificações	Total
pts obtidos	23	28	34	0	85
% do total	27.1%	32.9%	40.0%	0.0%	
pts possíveis	23	28	58	8	117
% entre pts (*)	100.0%	100.0%	58.6%	0.0%	72.6%

(\*) % entre os pts obtidos e os pts possíveis.

Fonte: Elaborado pelos autores com base dados fornecidos

O projeto atingiu 100% nos temas Gestão da Água e Eficiência Energética e Desempenho Térmico com 85 pontos sem itens de Bonificações.

#### B. Restaurante: Atingiu 70 pontos.

Tabela 08: Comparativos entre itens obtidos e possíveis projeto de renovação de restaurante

	Gestão da Água	Efic Energ e Desemp e Térmico	Projeto	Bonificações	Total
pts obtidos	8	28	16	18	70
% do total	11.4%	40.0%	22.9%	25.7%	
pts possíveis	23	28	58	25	134
% entre pts (*)	34.8%	100.0%	27.6%	72.0%	52.2%

(\*) % entre os pts obtidos e os pts possíveis.

Fonte: Elaborado pelos autores com base dados fornecidos.

O restaurante obteve 100% no tema Eficiência Energética e Desempenho Térmico, 72% no tema Bonificações e baixa pontuação nos temas Gestão da Água e Projeto.

C. Residência Unifamiliar: É uma residência de alto padrão (BIAGINI, ago. 2016) concluindo o licenciamento. Este projeto apresentou memorial com 79 pontos, sendo concedidos 70 pontos. Durante a obra os pontos retirados serão trabalhados para serem reincorporados.

Tabela 09: Comparativos entre itens obtidos e possíveis projeto residência unifamiliar

	Gestão da Água	Efic Energ e Desemp e Térmico	Projeto	Bonificações	Total
pts obtidos	12	16	42	0	70
% do total	17.1%	22.9%	60.0%	0.0%	
pts possíveis	23	28	58	8	117
% entre pts (*)	52.2%	57.1%	72.4%	0.0%	59.8%

(\*) % entre os pts obtidos e os pts possíveis.

Fonte: Elaborado pelos autores com base dados fornecidos.

Como demonstrado na Tabela 09, o tema Projeto obteve 72,4% dos pontos possíveis e 60% do total para a qualificação.

#### 2.3.3. Projetos em análise para qualificação

2 (dois) projetos estão preparando memoriais para submissão (ROLIM, 2016): uma instituição de ensino e um edifício comercial.

### 2.3.4. Comparação entre Projetos em Qualificação

Os projetos de renovação foram os que obtiveram pontos no tema Bonificações, até pelos 15 pontos fornecidos a esta categoria de projeto.

Dos 4 (quatro) projetos o restaurante (renovação) e o centro de treinamento (nova construção) obtiveram 100% dos pontos possíveis em dois dos temas, enquanto os projetos de novas construções não computaram em Bonificações.

Quanto ao total de pontos, o projeto para o centro de treinamento foi o de pontuação mais elevada, com 40% no tema Projeto e nenhum ponto no tema Bonificações. Essa baixa pontuação nesses últimos temas evidencia o potencial para obtenção do Qualiverde Total.

### 2.3.5. Projetos que não avançaram na qualificação

Foram citados alguns multifamiliares que não prosseguiram e sem informações precisas dos motivos de desistência. Houve um projeto que, sendo uma combinação de nova construção e de renovação, mas que pela ausência, até o momento, de ponderação entre pontuações das duas modalidades de projeto, não avançou (ROLIM, 2016).

## 2.4. Experiências e próximos passos do grupo de trabalho

Neste subcapítulo serão apresentados principais pontos do resultado de entrevistas concedidas aos autores pela arquiteta Thais Garlet Biagini do Grupo de Trabalho em 19 de agosto de 2016 e pelo coordenador do Grupo de Trabalho do Qualiverde da Secretaria de Urbanismo, arquiteto Pedro Rolim, em 25 de agosto de 2016.

Rolim (2016) pontua inicialmente que, não sendo o Qualiverde “um fim, mas um meio” surpreendeu a procura pela qualificação, pois a expectativa seria de que somente com as leis de benefícios aprovadas a qualificação interessaria ao setor da construção na cidade.

Biagini (ago. 2016) entende que os empreendimentos multifamiliares que efetivaram consultas não avançaram na qualificação pela ausência dos benefícios.

Para Rolim (2016) é importante ter o grupo de trabalho para um debate permanente de cada ação, o que tem permitido acompanhar a evolução e as necessidades e oportunidades de ajustes. Esse acompanhamento enriquecido pelas consultas e comentários de profissionais responsáveis pelos projetos apresentados.

Rolim (2016) destaca alguns dos ajustes após os 4 (quatro) anos de experiência:

1. O aquecimento solar de água não ser relevante em edifícios corporativos.

2. O fato das certificações para construções sustentáveis já serem uma exigência para edifícios corporativos, principalmente quando do envolvimento de empresas estrangeiras.

3. Sugestões recebidas para pontuação quando da adoção de estrutura pré-moldada de concreto.

4. Quando de renovações (retrofits) parciais em projetos, combinação de nova construção e renovação de parte do projeto em aprovação, sendo necessária uma proporção da pontuação total possível (item I do tema Bonificações e comentado no subcapítulo 2.3.5.).

5. Adoção de pontuações intermediárias quando da inclusão parcial de telhados verdes.

6. Divisão entre as tipologias residenciais e comerciais. Especificamente sobre os telhados verdes Biagini (ago.

2016) aponta que a principal discussão refere-se ao uso da laje, o que caracteriza o mesmo como mais um pavimento. Biagini entende também que as adoções de energia solar e de medição individualizada de água deverão ser incentivadas.

Outro aspecto para Rolim (2016) que favorece a evolução do projeto é que durante a obra há abertura para que sejam desenvolvidos ajustes com a exclusão ou inclusão de itens inicialmente previstos ou não.

Para Biagini (ago. 2016) é um aspecto positivo para os projetos que objetivem a qualificação a liberdade de opções de escolha dos temas e respectivos itens.

Rolim (2016) considera que a dificuldade para se obter os 100 pontos para o Qualiverde Total está implícita no processo, pois um empreendimento que realmente almeje a sustentabilidade atingirá este patamar de pontos. Um fato que evidencia esse potencial é de diversos projetos submetidos apresentaram boas pontuações e com um maior esforço, talvez incluídos com a compensação dos benefícios fiscais ainda não aprovados, superariam o mínimo exigido.

Biagini (ago. 2016) esclarece que o Qualiverde já está em vigor por decreto assinado pelo Prefeito. No entanto os projetos de leis de benefícios, por preverem alterações de normas construtivas e mudanças fiscais, tramitam obrigatoriamente pela Câmara de Vereadores.

Rolim (2016) conclui que não há nenhuma garantia que projetos em processo de aprovação ou já qualificados recebam os benefícios fiscais ainda em trâmite na Câmara de Vereadores.

## 3. CONCLUSÃO

O papel do poder público deve ser o de regulador e incentivador de melhores práticas. No Reino Unido existem as leis e orientações nacionais, municipais e até de bairros direcionando para sustentabilidade. A evolução da legislação, incorporando componentes e ações de

sustentabilidade, é um passo fundamental para a melhor gestão de recursos e melhoria na qualidade de vida de habitantes de uma cidade. Trata-se de iniciativa em diversos países e aspecto chave para inclusão da sustentabilidade.

O Qualiverde agregar a uma legislação edilícia a sustentabilidade gerando benefícios para empreendimentos é passo importante. Cabe realçar que, mesmo sem os incentivos, projetos buscaram a qualificação. No cenário de aprovação das leis de benefícios, mesmo sem a confirmação dos ganhos para os respectivos projetos, esses empreendedores e equipes, terão a experiência na adoção da qualificação.

A manutenção do grupo de trabalho do Qualiverde, pela continuidade do processo, desde a elaboração e o aprendizado na submissão de diferentes projetos, contribui para o processo e evolução.

O foco inicial, quando da elaboração da qualificação, era a tipologia residencial multifamiliar, houve várias consultas para empreendimentos, porém, sem evolução, sendo provável que a não adesão de projetos de empreendimentos residenciais pela ausência dos benefícios.

A simplicidade da qualificação é um ponto positivo. A evolução pretendida, com divisão por tipologias, por exemplo residencial e comercial, objetivo de uma das mudanças planejadas pelo grupo de trabalho, será importante para orientar melhores práticas específicas de cada tipologia.

A relativa dificuldade para obtenção do Qualiverde Total é correta e direciona projetos para o melhor nível.

A adoção em larga escala da qualificação deverá ocorrer com a aprovação das leis de benefícios, sendo após esta aprovação possível avaliar a reação do mercado a primeira versão do Qualiverde e respectivos incentivos.

A flexibilidade para adequações de projetos durante a obra, pelas variáveis financeiras e tecnológicas, é um facilitador para tomadores de decisão de projetos.

O item II do tema Bonificações relacionado à medição individualizada deverá ser analisado, pois o impacto desta ação, pelas obras necessárias para implantação em edifícios existentes, poderia corresponder a uma maior pontuação.

Em próximas pesquisas planejamos ouvir atores do setor da construção no Rio de Janeiro quanto a expectativas e motivos para qualificação ou não pelo Qualiverde de seus empreendimentos e projetos; assim como ampliar o escopo das comparações adicionando outras experiências semelhantes ao Qualiverde desenvolvidas por órgãos públicos e prefeituras em cidades brasileiras e do exterior.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, M. M.. 2013. **Renovação da Quadra Urbana para a Sustentabilidade: Desafios e Soluções**. Rio de

Janeiro: Tese de Doutorado. Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

BEZERRA M. M.; OLIVEIRA A. J.. **QUALIFICAÇÃO QUALIVERDE, A Legislação para Edifícios Sustentáveis do Rio de Janeiro e Análise Comparativa com Certificações**. 5º Simpósio de Design Sustentável. PUC-Rio: Rio de Janeiro, 2015.

BIAGINI, Thais Garlet. **Palestra sobre Qualiverde no Curso Sustentabilidade no Projeto da PUC-Rio** em 31 mai. 2016.

BIAGINI, Thais Garlet. **Entrevista**: 19 ago. 2016.

MARTINS, Lilian. Conversa por telefone: ago. 2016.

ONU. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/tema/rio20/>>. Acesso em: 4 ago. 2016.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **SECRETARIA DE URBANISMO. RESOLUÇÃO CONJUNTA SMU/SMAC N.º 02 DE 05 DE DEZEMBRO DE 2012**: 05 dez. 2012.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **SECRETARIA DE URBANISMO. RESOLUÇÃO CONJUNTA SMU/SMAC N.º 03 DE 05 DE DEZEMBRO DE 2012**: 05 dez. 2012.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **SECRETARIA DE URBANISMO. Decreto n.º 35745**: 06 jun. 2012.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **SMU/SMAC. Benefícios Edifícios PLC n.º 88/2012**: 11 jun. 2012.

ROLIM, Pedro. **Palestra sobre Qualiverde no Curso Sustentabilidade no Projeto da PUC-Rio** em 16 jun. 2015.

ROLIM, Pedro. **Entrevista**: 23 e 25 ago. 2016.

# A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO COM TERRA ATRAVÉS DA IMPRESSÃO 3D

*INDUSTRIALIZATION OF EARTH CONSTRUCTION THROUGH 3D PRINTING*

---

Gladys I. K. Taparello, Arquiteta e Urbanista (UFSC) acadêmica do MBA em Gestão de Obras e Projetos (UNISUL)

## Palavras Chave

Impressão 3D; Construção com terra; Impressão 3D com terra.

## Key Words

*3D printing; Earth construction; 3D printing with earth*

## RESUMO

A arquitetura tem incorporado novas estratégias e tecnologias para a materialidade do edifício e sustentabilidade no uso dos recursos. Dentre estas, a impressão 3D tem conseguido cada vez mais espaço nas indústrias em geral como um método inovador de fabricação, embora a tecnologia exista desde a década de 1980. Recentemente houve a introdução desta tecnologia no setor da construção civil, ainda em escala de testes. Entre os diversos materiais utilizados na impressão 3D de edificações destaca-se o solo, por ser um material barato, com grande disponibilidade, possibilidade de reciclagem total, com baixos impactos ambientais e ótimas propriedades de conforto térmico. Entretanto a construção com terra ainda é subaproveitada e vista com reservas, especialmente as técnicas mais artesanais. Assim este artigo propõe-se a explorar a prototipagem associado ao uso do solo de forma a aliar o baixo impacto ambiental e a racionalidade no uso do recurso com a diversidade da forma que a prototipagem pode conferir à arquitetura. Para cumprir com os objetivos revisou-se os principais conceitos da fabricação digital, as potencialidades do uso da terra como material de construção e por fim, o emprego deste material na prototipagem.

## ABSTRACT

*Architecture has incorporated new strategies and technologies for materializing buildings and sustainability of resources. Among those, 3D printing is achieving greater space in general industries as a innovative method of manufacturing, even though the technology had been developed in the 1980 decade. Recently this technology has been introduced into the civil construction still in experimental phase. About the many materials used in 3D printing of buildings earth is highlighted by its characteristics of low cost, great availability, possibility of full recycling, low environment impacts e great properties of insulation. However earth construction is still underrated, specially the handcrafted techniques. Therefore this article intend to exploit prototyping associated to the use of earth as a way of joining the low environment impacts and rationality of use of resources to the diversity of form that prototyping can give to architecture. To achieve the objectives, the main concepts of digital fabrication has been reviewed, as well as the potentialities of earth as a building material and use of this material in prototyping.*

## 1. INTRODUÇÃO

Este artigo propõe-se a explorar a prototipagem associada ao uso do solo de forma a aliar o baixo impacto ambiental e a racionalidade no uso do recurso com a diversidade da forma que a prototipagem pode conferir à arquitetura.

O objetivo geral é apresentar uma breve descrição das principais pesquisas relativas à fabricação digital na arquitetura. Os objetivos específicos são explicar sucintamente as aplicações da prototipagem na construção civil, apresentar as tecnologias atualmente em desenvolvimento, assim como os materiais com grande potencial de aplicação na impressão 3D na arquitetura.

Para cumprir com os objetivos revisou-se os principais conceitos da fabricação digital, as potencialidades do uso da terra como material de construção e por fim, o emprego deste material na prototipagem.

## 2. IMPRESSÃO 3D

A impressão 3D é o nome mais comum para designar produtos feitos através do sistema de prototipagem rápida, que é a fabricação de objetos físicos diretamente com o uso de informações geradas através de CAD (computer assisted design) (GORNÍ, 2003). Também pode ser chamado de Fabricação Aditiva por causa do seu método de fabricação que é basicamente a sobreposição de camadas de materiais para a geração do objeto, diferente dos modelos de produção por subtração ou por injeção de moldes, que já são mais conhecidos (LOPES, 2016).

Este método de fabricação teve origem nos anos 1980, com o processo de Estereolitografia patenteado pela empresa 3D Systems (LOPES, 2016). Além deste processo, que envolve a solidificação de polímeros líquidos fotossensíveis expostos à radiação ultravioleta, ainda há processos que se baseiam na sinterização de materiais pulverulentos através de aplicação de raios lasers (Sinterização Seletiva a Laser) ou de jatos de tinta (Impressão por Jato de Tinta), a extrusão de filamentos de resina termoplástica aquecida (Modelagem por Deposição de Material Fundido), a fusão de pó metálico através de lasers de alta potência (Conformação Próxima ao Formato Final via Laser), entre outros (GORNÍ, 2003).

Dependendo do processo de impressão 3D, há várias matérias-primas a utilizar, como cera, poliestireno, nylon, vidro, cerâmica, terra, aço inoxidável, titânio, alumínio, plásticos de engenharia como ABS e PLA (os mais comuns para impressões 3D feitas em casa), e até mesmo matérias-primas comestíveis, como chocolate e queijo (TAKAGAKI, 2012). Dolhan (2013) e Takagaki (2012) listam algumas das indústrias que tem utilizado a impressão 3D em alguma etapa de produção: automobilística, desenho

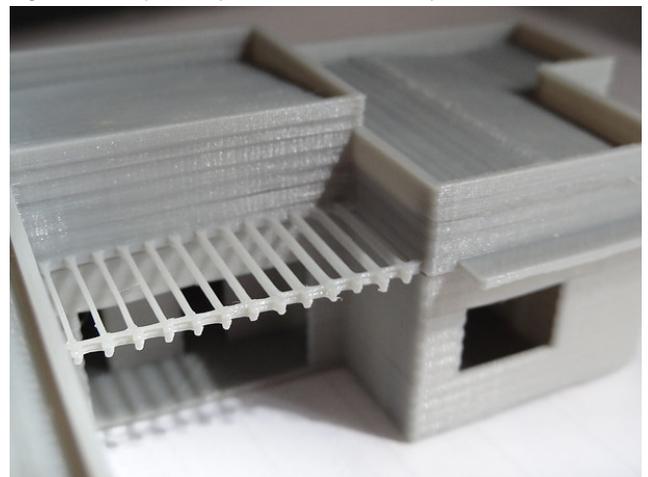
industrial, medicina, arqueologia, sistema de informações geográficas, aeroespacial, construção civil, entre outras.

O processo de prototipagem rápida se diferencia dos demais processos por sua facilidade de automação, o que reduz a participação do operador durante a produção (VOLPATO, 2007). As principais etapas deste sistema foram resumidas por Gorni (2003), como apresentado a seguir:

1. Criação de um modelo CAD da peça que está sendo projetada;
2. Conversão do arquivo CAD em formato STL, próprio para estereolitografia;
3. Fatiamento do arquivo STL em finas camadas transversais;
4. Construção física do modelo, empilhando-se uma camada sobre a outra;
5. Limpeza e acabamento do protótipo. (GORNÍ, 2003)

No processo de desenvolvimento de produtos, especialmente na arquitetura, a elaboração de maquetes e modelos volumétricos durante a elaboração do projeto é de suma importância para que sejam lançadas as primeiras ideias de criação, assim como permitir análises baseadas em simulações de desempenho. Entretanto, o tempo consumido para a fabricação das maquetes, bem como o gasto com materiais de representação, que nem sempre possuem as mesmas propriedades dos materiais utilizados na construção final, se constituem como impedimentos para que a prática de modelagem física seja menos difundida.

Figura 01 - Maquete arquitetônica feita com impressão 3D



IMPRIMA1, 2016

Considerando este aspecto, de acordo com Volpato (2007), “a prototipagem rápida permite igualmente detectar erros de concepção numa fase inicial do processo de desenvolvimento, reduzindo deste modo os riscos associados ao lançamento de um novo produto”, com a

vantagem da diminuição do tempo de fabricação do modelo de estudo, assim como a possibilidade de se empregar materiais mais próximos aos que serão consumidos na fabricação final do produto.

Deste modo, a primeira aproximação da impressão 3D com a arquitetura é através da elaboração de maquetes de estudo, geralmente em pequenas escalas devido à restrição de tamanho das impressoras comuns atuais.

### 3. CONSTRUÇÃO COM TERRA

A construção com terra existe desde o período Neolítico e sobreviveu até os tempos atuais (GIANNAKOPOULOS, 2016). Estima-se que ao menos um terço da população mundial atual habite em construções feitas com terra (SANTOS, 2015). Apesar da descrença de que a construção com terra vem sendo alvo desde a descoberta de novos materiais construtivos, como aço e concreto, percebe-se que principalmente nas últimas décadas houve um aumento de interesse por técnicas construtivas que tem como base a terra crua (SANTOS, 2015). Isso porque, com o aumento de problemas como aquecimento global, escassez de matérias-primas não-renováveis, déficit habitacional, entre outros, começou a se buscar alternativas mais eficientes e com menos impacto ambiental. A terra surge então como uma solução muito apropriada, por suas características de resistência mecânica, regulação térmica, abundância de disponibilidade, baixas emissões de gases estufas, baixo custo, possibilidade de se reciclar totalmente as estruturas, entre muitas outras (GIANNAKOPOULOS, 2016).

Embora a terra como material seja excelente, os métodos construtivos que a empregam são, em sua maioria, técnicas rudimentares, com ares artesanais, e que muitas vezes possuem um acabamento com características grosseiras que não atraem esteticamente a população em geral. Por falta de conhecimento, estas técnicas são condenadas como inferiores a técnicas mais difundidas, como alvenaria de tijolo cerâmico e estrutura de concreto armado. Em consequência, pouco interesse se tem em desenvolver as técnicas tidas como rudimentares para uma situação de maior industrialização, que poderia diminuir o aspecto precário dos acabamentos e assim aumentar o apelo estético dessas técnicas, tornando-as mais fáceis de serem incorporadas ao público em geral.

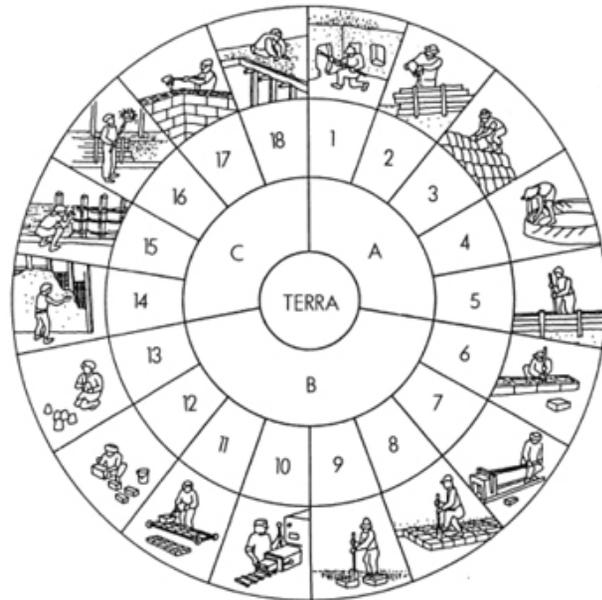
Outro motivo de preconceito para com as técnicas com terra é o inseto barbeiro, transmissor do protozoário que causa a doença de Chagas. Mas como afirma o engenheiro civil Obede Borges Faria, “se mal feitas e mal conservadas, tanto uma casa de barro quanto uma de concreto deixam frestas onde o bicho pode se instalar. Não

é um problema intrínseco do barro. É mais uma questão de acabamento e higiene” (ADOBE, 2013). Ademais, usando-se cal na pintura ou no reboco, como é normalmente aplicado nas construções com terra, previne a infestação com o inseto.

A flexibilidade da terra em relação ao modo de construir pode ser constatada ao se listar as técnicas que usam a terra como matéria-prima. Nito (2015) apresenta um diagrama elaborado pelo grupo CRATerre com os diferentes sistemas construtivos baseados em terra:

O grupo A de que trata a figura 2, reporta-se a sistemas monolíticos: 1) terra escavada; 2) terra plástica; 3) terra empilhada; 4) terra modelada; 5) terra compactada. O grupo B inclui os sistemas em alvenaria: 6) blocos apiloados; 7) blocos prensados; 8) blocos cortados; 9) torrões de terra; 10) terra extrudida; 11) adobe mecânico; 12) adobe manual; 13) adobe moldado. Por fim, integram o grupo C de sistemas mistos: 14) terra de recobrimento; 15) terra sobre engradado; 16) terra palha; 17) terra de enchimento; 18) terra de cobertura.

Figura 02 - Diagrama de sistemas construtivos em terra



Fonte: NITO, 2015

Atualmente há uma grande variedade de cursos voltados para a bioconstrução e que empregam técnicas com terra, capacitando as pessoas para que possam construir suas próprias casas. O Ministério do Meio Ambiente desenvolveu, em 2008, uma cartilha que contém várias técnicas de autoconstrução, incluindo construções com adobe, superadobe, solocimento, taipa de mão e de pilão.

Há quem prefira empregar técnicas mais industrializadas na construção com terra, e também há soluções neste

campo, com tijolos de solocimento facilmente encontrados à venda, e ainda empresas especializadas em construção industrializada com taipa.

#### 4. IMPRESSÃO 3D NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Apesar do entusiasmo de outros setores, e até mesmo da população como um todo, a construção civil ainda é reticente no uso da impressão 3D como forma de manufatura. Quer seja pelo conservadorismo do setor, quer seja pela necessidade de máquinas de maior porte do que as necessárias para as outras indústrias, o uso de impressoras 3D como sistema construtivo ainda é incipiente, uma vez que há poucos estudos e bibliografia disponível sobre o assunto (LOPES, 2016).

Ainda que hajam contratemplos, algumas empresas, universidades e start ups têm se dedicado ao desenvolvimento da construção com impressão 3D. A chinesa Winsun ganhou destaque na mídia, em 2014, ao construir dez casas de 200 m<sup>2</sup> em menos de 24h, usando como material construtivo concreto com agregados recicláveis. Para desenvolver o processo construtivo foram investidos cerca de US\$3,2 milhões em doze anos (SANTOS, 2014).

A University of Southern California desenvolve desde 2004 um projeto chamado Contour Crafting, desenvolvido pelo professor Behrokh Khoshnevis, inicialmente produzindo paredes de concreto autoportante para a construção de habitações de interesse social e de emergência pós-catástrofes a baixo custo e em menor tempo. Hoje em dia o grupo estuda junto com a Cal-Earth, uma organização da universidade voltada ao estudo das construções com terra, a construção de edificações com adobe através da impressão 3D.

Figura 03 - Casa construída pela Winsun



SANTOS, 2014

O escritório Gramazio Kohler Research, dos arquitetos Fabio Gramazio e Matthias Kohler, vem se dedicando, desde o início dos anos 2000, ao desenvolvimento de robôs construtores. Um dos projetos iniciais, de 2007, chamado

R-O-B, é uma máquina automatizada que produz tijolos no local da obra, e com a ajuda de um braço mecânico posiciona os tijolos nas posições predeterminadas.

Figura 04 - Esquema do processo construtivo de Contour Crafting



Fonte: CONTOUR, 2016

O IAAC (Institute for Advanced Architecture of Catalonia) em Barcelona, Espanha, tem entre seus projetos de pesquisa o desenvolvimento da impressão 3D em larga escala na construção civil. O de maior destaque é o projeto Pylos, que se baseia na utilização de um braço robótico para a impressão de edificações com terra. Atualmente o projeto se encontra em fase de testes de protótipos com estruturas em escala 1:1. A italiana WASP (World's Advanced Saving Project) é uma empresa voltada a ajuda humanitária, que propõe a construção de casas em áreas remotas, para populações carentes e vítimas de catástrofes naturais, através da impressão 3D com solo e fibras naturais. A máquina de impressão da empresa é uma das maiores disponíveis, com 12 metros de altura.

Figura 05 - R-O-B, de Gramazio Kohler Research



Fonte: GRAMAZIO, 2016

No Brasil, duas start ups se destacam na proposta de construção com impressão 3D, a InovaHouse 3D e a Urban 3D. Ambas tem como objetivo a construção de moradias de baixo custo e em menor tempo do que o processo padrão, utilizando materiais sustentáveis e resíduos

recicladados. A Urban 3D trabalha em parceria com profissionais internacionais das áreas de química, robótica e concreto, e prevê ainda para 2016 a construção de um prédio de 12 andares. Já a InovaHouse 3D prevê para 2020 a finalização de sua primeira casa impressa em Brasília.

A construção de edificações com impressão 3D se torna mais atraente em situações em que é necessária qualidade do produto e rapidez no processo, como em casos de catástrofes naturais e moradias de interesse social. Por utilizar somente os materiais que serão consumidos na impressão, este processo evita desperdícios e se torna mais barato do que o processo construtivo padrão.

Figura 07 - A impressora de 12 m da WASP



Fonte: WASP, 2016

O uso de cimento como material principal nas construções continua também na impressão 3D, embora nas impressões o uso de agregados reciclados seja maior do que nas construções de alvenaria e concreto moldado no local, que são mais comuns. A substituição do cimento, um produto com um alto impacto ambiental e grande consumo de energia no seu processo produtivo, por um produto de menor impacto como a terra pode diminuir ainda mais o custo da construção com impressão 3D.

O início da industrialização dos processos construtivos com terra abre as portas para o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais avançadas, e aqui se inclui a impressão 3D com terra. Ao se minimizar o esforço humano na construção civil e aumentar a capacitação profissional dos trabalhadores, também se promove a melhoria das condições de vida destes mesmos trabalhadores, ao terem maior acesso a informações e desenvolverem o pensamento crítico.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prototipagem representa um novo mundo a ser explorado na construção civil, tanto para fabricação da habitação como de seus componentes. Os processos vão desde a utilização de resinas e polímeros, até o emprego de materiais tradicionais (como blocos e tijolos colados) ou argamassas projetadas em espaços preconcebidos. Se aliada ao uso de materiais menos impactantes, a fabricação digital representa um importante caminho para melhoria da qualidade das edificações e saneamento do déficit habitacional mundial.

## REFERÊNCIAS

GORNI, Antonio Augusto. Introdução à prototipagem rápida e seus processos. 2003. Disponível em: <<http://www.gorni.eng.br/protrap.html>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

LOPES, Gonçalo Teixeira Ferreira. **Exploração das possibilidades da impressão 3D na construção civil**. 2016. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Engenharia, Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2016. Disponível em: <[https://sigarra.up.pt/feup/pt/pub\\_geral.show\\_file?pi\\_gdoc\\_id=729932](https://sigarra.up.pt/feup/pt/pub_geral.show_file?pi_gdoc_id=729932)>. Acesso em: 13 jun. 2016.

TAKAGAKI, Luiz Koiti. **Tecnologia de Impressão 3D. Inovação Tecnológica**, São Paulo, v. 2, n. 2, p.28-40, dez. 2012. Semestral. Disponível em: <<http://antigo.faculdadeflamingo.com.br/ojs/index.php/rit/article/viewFile/54/71>>. Acesso em: 13 jun. 2016.

DOLHAN, Valentin. **3D Printing in Architecture: A current state of the industry with past and future perspective**. 2013. 105 f. TCC (Graduação) - Curso de Architectural Technology & Construction Management, Via University College, Horsens, Dinamarca, 2013. Disponível em: <[http://www.academia.edu/10243998/3D\\_Printing\\_in\\_Architecture\\_-\\_A\\_current\\_state\\_of\\_the\\_industry\\_with\\_past\\_and\\_future\\_perspective](http://www.academia.edu/10243998/3D_Printing_in_Architecture_-_A_current_state_of_the_industry_with_past_and_future_perspective)>. Acesso em: 02 jul. 2016.

VOLPATO, Neri. **Prototipagem rápida: Tecnologias e aplicações**. São Paulo: Blücher, 2007.

IMPRIMA1: Impressão 3d e prototipagem. **Impressão 3d e prototipagem**. Disponível em: <<http://www.imprima1.com/>>. Acesso em: 2 jul. 2016.

SANTOS, Clarissa Armando dos. **Construção com terra no Brasil: panorama, normatização e prototipagem com terra ensacada**. 2015. 290 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/159436>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

ADOBE, **matéria-prima tão antiga, pode ser alternativa para o futuro**. jun. 2013. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materia/adobe-materia-prima-tao-antiga-pode-ser-alternativa-para-o-futuro>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

NITO, Mariana Kimie da Silva. **Sistemas construtivos em terra crua: panorama da América Latina nos últimos 30 anos e suas referências técnicas históricas**. Cadernos de Pesquisa da Escola da Cidade, São Paulo, SP, n. 1, p.11-19, 2015. Disponível em: <[http://www.escoladacidade.org/wp/wp-content/uploads/160323\\_publicacao\\_pesquisa\\_completo.pdf](http://www.escoladacidade.org/wp/wp-content/uploads/160323_publicacao_pesquisa_completo.pdf)>. Acesso em: 24 jun. 2016.

BRASIL. **Curso de Bioconstrução. Brasília: Ministério do Meio Ambiente**, 2008. 64 p. Texto elaborado por: Cecília Prompt. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_proecotur\\_publicacao/140\\_publicacao15012009110921.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur_publicacao/140_publicacao15012009110921.pdf)>. Acesso em: 24 jun. 2016.

TAIPAL. Disponível em: <<http://www.taipal.com.br/>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

SANTOS, Altair. **Impressora 3D constrói casas com concreto reciclado**. Nov. 2014. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/impressora-3d-constroiu-casas/>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

CONTOUR **Crafting: How does it work?**. Disponível em: <<http://www.contourcrafting.org/how-does-it-work/>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

GRAMAZIO, Fabio; KOHLER, Matthias. **R-O-B: Mobile Fabrication Unit**. 2007. Disponível em: <[\[gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/e/forschung/135.html\]\(http://gramaziokohler.arch.ethz.ch/web/e/forschung/135.html\)>. Acesso em: 19 ago. 2016.](http://</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

GIANNAKOPOULOS, Sofoklis. **Pylos: 3D Printing with soil and natural materials**. Disponível em: <<http://pylos.iaac.net/>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

WASP (World's Advanced Saving Project). Disponível em: <<http://www.wasproject.it/w/en/>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

PINHEIRO, Luisa. **CASA IMPRESSA EM 3D? SIM, JÁ TEM**. Disponível em: <<http://infograficos.estadao.com.br/e/focas/movimento-maker/casa-impressa-em-3d-sim-ja-tem.php#>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

URBAN 3D. Disponível em: <<http://www.urban3d.co/>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

BECK, Bibiana. **EMPATIA, INTELIGÊNCIA E TECNOLOGIA A FAVOR DO IMPACTO SOCIAL: CONHEÇA ANIELLE GUEDES**. 2015. Disponível em: <<http://socialgoodbrasil.org.br/2015/empatia-inteligencia-e-tecnologia-favor-impacto-social-conheca-anielle-guedes>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

INOVAHOUSE 3D. Disponível em: <<http://inovahouse3d.com.br/>>. Acesso em: 02 jul. 2016.

MORE: **Mecanismo online para referências**, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013.

# EL PROYECTO URBANO - ARQUITECTÓNICO EN LA TRANSFORMACIÓN PARTICIPATIVA DE ESPACIO PÚBLICO

*URBAN - ARCHITECTURAL PROJECT | PARTICIPATORY TRANSFORMATION OF PUBLIC SPACES*

---

Paola Vallejo  
Fredy Mena  
Andrea Jaramillo Benavides

## Palavras Chave

Espacio público; Parques infantiles; Arquitectura de desechos; Participación comunitaria; Desarrollo de habitantes

## Key Words

*Public space; playgrounds; Waste architecture; Community participation; Skill development*

## RESUMEN

El diseño urbano-arquitectónico participativo busca potenciar las capacidades de la población, promover la cooperación y fortalecer los canales de comunicación entre los beneficiarios para llevar adelante procesos de diseño del espacio público, cuyos resultados se constituyan en herramienta de gestión para la comunidad. Este artículo presenta el caso de dos intervenciones en las ciudades de Saquisilí y Quito en Ecuador, lideradas por un equipo de estudiantes y docentes de las universidades Tecnológica Equinoccial y Central, en las cuales, a partir de un análisis diagnóstico se desarrollaron estrategias de transformación del espacio público involucrando a la comunidad. Los dos proyectos fueron ejecutados durante tres años y el impacto social generado fue significativo tanto para la comunidad como para los estudiantes que enfrentaron problemas sociales tangibles y llegaron a soluciones usando el mínimo de recursos materiales.

## ABSTRACT

Participatory urban-architectural design seeks to enhance population capacities, to promote cooperation and to strengthen the communication channels among beneficiaries. With the design process of public spaces is possible to obtain results that will become tools for community development. This paper presents the cases of two interventions in the cities of Saquisilí and Quito in Ecuador, which were led by a team of students and teachers from the Universidad Tecnológica Equinoccial and Universidad Central. The interventions began with diagnostic analysis, after that, transformation of public space strategies were used to involve the community. The two projects were implemented during three years, it generated significant social impacts for both: the community and for students, who faced tangible social problems and reached solutions using the minimum of material resource.

## 1. INTRODUCCIÓN

La vinculación de las universidades en el accionar social constituye una práctica que en Ecuador se puso de manifiesto alrededor de los años 70, enfrentando varias dificultades porque esta actividad no formaba parte del pensum académico vigente. El punto medular era la participación de los estudiantes, con todo su bagaje teórico, junto a una comunidad que se encontraba carente de infraestructura o no era parte de las políticas públicas generadas por el Estado, convirtiéndose para los estudiantes en una suerte de práctica pre profesional antes de su titulación y posterior ejercicio profesional.

Este acercamiento a la comunidad es indispensable para los estudiantes de Arquitectura, pues el quehacer arquitectónico- urbano está estrechamente ligado con la construcción de la ciudad, surgiendo requerimientos relacionados con propuestas de vivienda, equipamientos comunitarios, urbanización de barrios no regularizados, etc. Este tipo de participación, fundamentada en recabar información en el propio sitio donde surge una necesidad, hace que se dé un giro al proyecto de arquitectura que antes invisibilizaba una realidad social y generaba propuestas en muchos casos utópicas, cambiándolas por propuestas arquitectónicas mucho más ajustadas a la realidad y fruto de las justas demandas de la población para mejorar su calidad de vida.

Al mismo tiempo se busca provocar la transferencia de conocimientos entre universidad y comunidad, una alianza de clases para conformar una comunidad científica ampliada en la que los saberes populares se articulen al saber universitario y cuyo resultado se ponga de manifiesto en la transformación de la realidad. (Herdoiza, 1993)

A partir del 2010 con la vigencia de la Ley Orgánica de Educación Superior, las actividades de vinculación con la sociedad adoptan una estructura formal tornándose en requisito indispensable para poder egresar de la universidad ecuatoriana. Con este cuerpo legal comenzaron a realizarse alianzas estratégicas entre universidades y

comunidades, representadas a través de sus gobiernos locales u organizaciones barriales, para intervenir en el territorio a través de procesos de investigación participativos.

En este artículo se presentan dos tipos de intervención, con similares características, pues tanto ambas demandaron un abordaje conceptual que concluyó en la implementación del proyecto a través de la utilización de materiales reciclados (llantas, plástico, madera, probetas de hormigón, etc.), jardinería y pintura de murales, diferenciándose por el alcance, pues el primer trabajo estuvo dirigido a la regeneración de un área escolar pública que carecía totalmente de equipamientos; mientras que el segundo fue una intervención en un espacio público, donde los principales beneficiarios eran los niños pero con libre acceso a toda la comunidad.

La primera intervención corresponde a un Centro Infantil ubicado en la ciudad de Saquisilí, cantón del mismo nombre en la provincia de Cotopaxi en la sierra centro del Ecuador. La segunda está en el noroccidente de Quito, en la Comuna de Santa Clara de San Millán, unidad territorial que si bien se encuentra dentro del área urbana de Quito y aparentemente bajo la jurisdicción del Municipio, mantiene cierto grado de autonomía administrativa.

Las estrategias de diseño se centraron en la revitalización del espacio público, con lineamientos que apunten a la generación de espacios incluyentes, que promuevan el encuentro ciudadano y el aprendizaje a través del diálogo de saberes, así como el diseño de prototipos de mobiliario de fácil construcción que requieran una inversión y mantenimiento mínimos, generando de esta manera dos impactos: propiciar la cohesión social a través del trabajo comunitario (mingas) y dotar a la comunidad de herramientas de gestión ante los organismos competentes.

## 2. MÉTODO

El desarrollo metodológico se fundamenta en la investigación acción participativa con la finalidad de llevar

Figura 1 Proceso Metodológico.



adelante un proceso de diseño en el espacio público, cuyos resultados se constituyan en herramienta de gestión para la comunidad.

Hall (1983) asegura que la investigación participativa consiste en lograr que los individuos involucrados en el proceso, estén conscientes de sus propias habilidades y recursos; el investigador debe brindar el apoyo necesario para su organización y movilización.

En la Figura 1 se muestra el proceso metodológico que fue utilizado durante el proceso.

Si bien por una parte el resultado final fue la propuesta de intervención en una determinada área, por otro lado se buscó potenciar las capacidades de la población, promover la participación y fortalecer los canales de comunicación entre los beneficiarios. Así cada una de las etapas ejecutadas buscaba permanentemente el acompañamiento de la comunidad, con la finalidad de que sea una actividad endógena cuyo resultado final plasme el auténtico requerimiento comunitario.

### 3. DESARROLLO

En el análisis previo junto con los dirigentes comunitarios se exploraron las condiciones físicas del territorio, sus deficiencias y potencialidades, se recolectó información sobre los requerimientos puntuales de la comunidad y sus aspiraciones. Se realizaron visitas de reconocimiento como muestra la Figura 2.

Figura 2: Reconocimiento del sitio de estudio.



Paralelamente se expusieron los objetivos del trabajo a realizarse y se indicó cuáles eran los requerimientos (información, recursos humanos, técnicos y financieros) de las universidades participantes para la consecución de los resultados esperados; bajo estos parámetros se acordó una agenda de trabajo para desarrollar el proyecto.

Como resultado de este primer acercamiento se obtuvo:

- Información documental sobre ambos lugares.

- Levantamiento fotográfico de los sitios de intervención y su entorno.
- Características de la población en cuanto su organización comunitaria.

#### 3.1 Diagnóstico

El diagnóstico socioeconómico y urbano fue elaborado a partir de investigación bibliográfica que permitió profundizar sobre cuál ha sido el proceso de evolución histórica de los lugares, las tendencias de crecimiento urbano y los aspectos culturales.

El análisis poblacional estuvo basado en los datos de los censos oficiales y en el análisis urbano que se realizó en los sitios de intervención.

Toda esta fase fue complementada por medio de encuestas para el levantamiento de datos (Figura 3) y talleres de diagnóstico participativo.

Figura 3 Estudiantes de Arquitectura realizando encuestas



Dentro de los talleres se realizaron actividades tendientes a obtener información por grupos etarios, así se llevaron a cabo talleres de juegos, talleres de dibujo y mesas de trabajo. Ver Figura 4.

Figura 4 Taller de dibujo con los niños de la comunidad



La invitación a la comunidad para asistir a los talleres participativos se realizó por medio de: convocatoria puerta a puerta por parte de docentes, estudiantes y directiva barrial, colocación de afiches en sitios de mayor concurrencia y entrega de hojas volantes.

Cada taller tenía la siguiente estructura:

- Dinámica de presentación
- Presentación de objetivos y metodología de trabajo
- Lluvia de ideas y elaboración de dibujos a mano alzada por grupos etarios y género
- Encuesta de necesidades a los participantes
- Sesión plenaria para exponer los resultados de los talleres.

### 3.2 Elaboración de la propuesta

En cada caso, la fase de propuesta consistió en un taller de ideas urbano-arquitectónicas basadas en la información obtenida en las etapas anteriores, en el que los estudiantes de

Figura 5: Maqueta del proyecto de Rehabilitación de áreas de recreo infantil en el Centro de Desarrollo Infantil de Saquisilí



Figura 6 Maqueta del Proyecto Parque Infantil Sucuchina

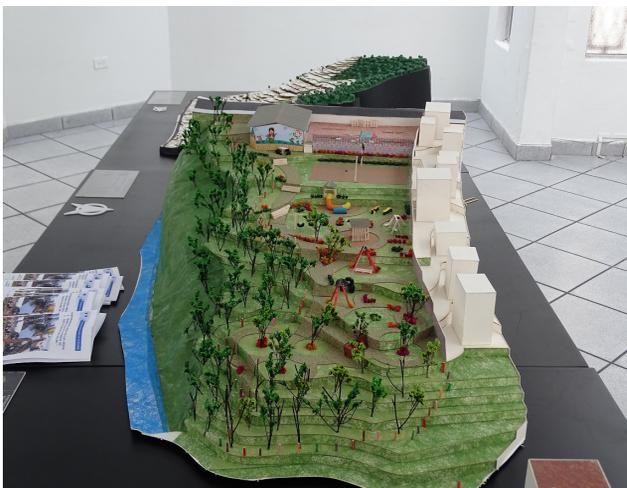


Figura 7 Plan Masa del proyecto Rehabilitación de áreas de recreo infantil en el Centro de Desarrollo Infantil de Saquisilí.

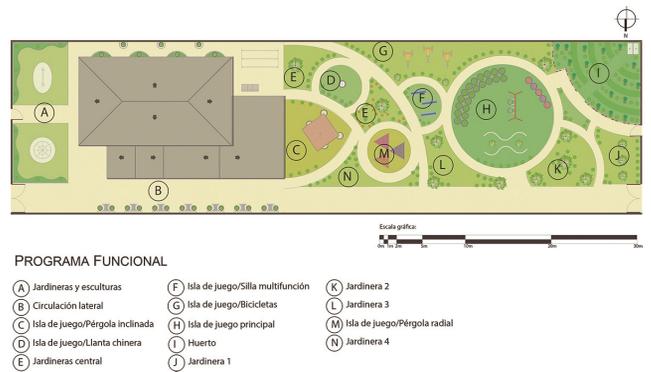


Figura 8 Plan Masa Proyecto Parque Infantil Sucuchina



arquitectura con la guía docente plasmaron una serie de propuestas cuyo contenido final fue expuesto a la comunidad.

Finalmente, a través de un nuevo taller se generó un proceso de retroalimentación que permitió definir una sola propuesta elaborada al detalle.

Las Figuras 5, 6, 7 y 8 muestran los resultados finales de estos talleres tanto del proyecto en Saquisilí como del proyecto en Quito.

### 3.3 Ejecución del Proyecto

La última fase fue la implementación de los proyectos, esta etapa se realizó en mingas semanales con la participación de la comunidad, los estudiantes y los docentes, también se construyó mobiliario complementario para cada una de las áreas propuestas.

Semanalmente se trabajó con publicidad para motivar y mantener informada a la población respecto al proyecto, invitando a las mingas de trabajo en el sitio (Figura 9).

En ocasiones asistía muy poca gente pero al mirar cómo se iban conformando y creando nuevas áreas la aceptación fue notoria, la participación estudiantil

también fue en aumento, las últimas mingas se realizaron con más de 100 personas entre niños/as, jóvenes, adultos y adultos mayores, desarrollando de esta forma las siguientes actividades:

- Campaña de reciclaje (Figura 10)
- Replanteo
- Elaboración de Prototipos (en ocasiones esta fase se realizaba en las universidades)
- Transporte de Materiales
- Mingas Comunitarias.

Figura 9 Volantes de invitación a mingas comunitarias



Figura 10 Campaña de reciclaje



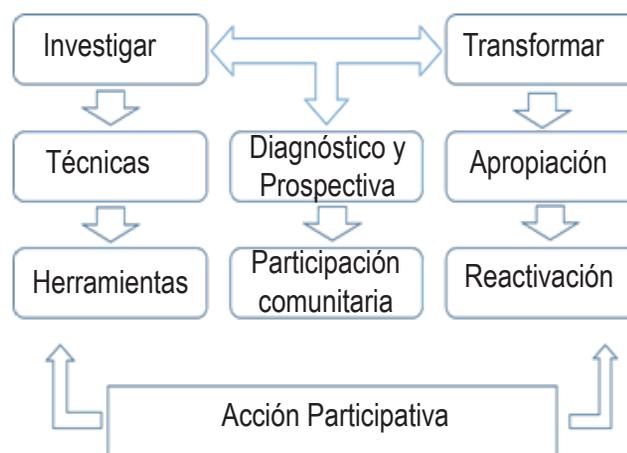
#### 4. RESULTADOS

Los resultados demuestran la validez de integrar en las fases de diseño a la Comunidad de forma participativa, desde la Investigación hasta la Ejecución del proyecto que es considerada como la transformación lograda del espacio pero existe otro tipo de transformación: aquella que hace que todos los involucrados, al haber dedicado tiempo propio en todo el proceso se sientan los verdaderos dueños de lo construido gracias a su trabajo y

propietarios del nuevo escenario donde se realizarán actividades de intercambio social y recreación activa – pasiva para la comunidad entera.

La Figura 11 sintetiza el proceso participativo para transformación de espacios urbanos.

Figura 11 Proceso de transformación a partir de la investigación



#### 4.1 Percepción del espacio público

Antes de realizar los proyectos e intervenciones inicialmente los moradores y gente cercana a estos lugares los consideraba espacios: ocultos, peligrosos, inútiles, subutilizados, etc.

Según Borja (1998) en las ciudades contemporáneas hay un evidente temor al espacio público, que no es un espacio protector ni protegido. En unos casos no ha sido pensado para dar seguridad sino para ciertas funciones como circular o estacionar, o es sencillamente un espacio residual entre edificios y vías. En otros casos ha sido ocupado por las “clases peligrosas” de la sociedad: inmigrantes, pobres o marginados. Porque la agorafobia es una enfermedad de clase de la que parecen exentos aquellos que viven la ciudad como una oportunidad de supervivencia.

Dammert, Karmy y Manzano (2005) hacen referencia al tema al indicar que la inseguridad está presente en el cotidiano y comprende diversas realidades que a veces se analizan de forma distinta: sensación de temor o percepción de riesgos o de amenaza constante que experimentan los sujetos.

Entendiendo lo mencionado por los autores citados, en los proyectos se planteó la necesidad de transformar estos espacios generadores de inseguridad (no inclusivos), ya que parte del hecho de ser inicialmente áreas de uso exclusivo de un grupo de la población y muy marcado de personas para prácticas deportivas o en otros casos prácticas relacionadas con problemas sociales como el alcoholismo y la drogadicción, o simplemente áreas baldías.



a los niños y niñas en las formas de producir la tierra a través de la siembra, el cultivo y cosecha. (Figuras 15 y 16)

Figura 15 Aprendizaje del cuidado de la vegetación



Figura 16 Huerto Infantil, mantenimiento de la vegetación



Las vistas desde el lugar siempre tuvieron potencial, en caso del proyecto Saquisilí, en el horizonte se puede divisar el volcán Cotopaxi, y el segundo caso constituye un mirador natural de la Ciudad de Quito. Estos factores fueron considerados en los proyectos que a través de su diseño generaron áreas de contemplación del paisaje natural y edificado.

#### 4.4 Reconocimiento del sujeto

La práctica de la Arquitectura en la Universidad a través del diseño participativo desarrolla fortalezas en estudiantes, docentes, y la propia comunidad. En los casos presentados se plantearon soluciones de diseño para el uso de espacio semipúblico (caso del Centro de Desarrollo Infantil) y público (caso del Parque Susuchina).

Se aplicaron principios y conceptos de diseño arquitectónico participativo creativo a través de talleres que incluyeron a niños, jóvenes y adultos, donde se compartió la

problemática y se plantearon soluciones desde distintos puntos de vista: vivenciales, técnicos y espaciales.

Estas soluciones presentadas de forma creativa (planos, maquetas) fueron ejecutadas por todos los involucrados (estudiantes, docentes, comunidad) a través de la minga. La Figura 17 muestra una de las mingas del proyecto en Saquisilí.

Figura 17 Minga proyecto Centro Infantil Saquisilí



#### 4.5 Transferencia de conocimiento y vida útil del proyecto

La utilidad y supervivencia de prototipos generados en los proyectos pueden ser analizadas continuamente para evidenciar su fragilidad o permanencia.

En el caso del proyecto en Saquisilí han transcurrido 3 años y de forma general se mantiene, en la Figura 17 se puede comprobar la interiorización de conocimientos por parte de la comunidad que ha generado nuevas propuestas de acuerdo a sus necesidades, con los mismos materiales, demostrando su preocupación por la conservación del lugar.

Figura 18 Cancha de fútbol en el Centro de Desarrollo Infantil, incorporada al proyecto por la población, dos años después.



## 5. CONCLUSIONES

El ejercicio de la Arquitectura es dinámico en involucra a múltiples actores, estos proyectos vivenciales demuestran al estudiante la necesidad de contar con el respaldo de otras disciplinas técnicas y artesanales: agronomía, diseño gráfico, comunicación, carpintería, cerrajería, albañilería, etc. Todo esto cobra sentido al ser evaluado por el usuario final que comprueba la pertinencia del proyecto a través de la apropiación y el uso diario que da a los espacios.

La comunidad comprueba que puede satisfacer sus necesidades a través del trabajo cooperativo entre múltiples actores para este caso: la academia, organismos políticos (Gobiernos Autónomos, Cabildos) y su propia fuerza de trabajo; esta estrategia apunta además a fortalecer el tejido social ya que mejoran las relaciones entre individuos al generarse una obra que demanda de la atención de la comunidad involucrada, pues ese cambio del espacio abandonado y en precarias condiciones, al lugar atractivo, cálido, y dinámico, impacta también en la percepción de la gente, motivándola a iniciar nuevas acciones para el beneficio común.

El trabajo en equipos interdisciplinarios estimula al estudiante universitario, en las grandes mingas participaron estudiantes de las carreras de Arquitectura, Arquitectura Interior y Diseño Gráfico.

La ejecución de proyectos a través de la participación comunitaria en conjunto con la academia se desarrollan en márgenes de tiempo mayores de los que pudieran realizarse por contrato y con financiamiento, pero es necesario considerar el costo beneficio en relación a las transformaciones sociales obtenidas ya que existe la apropiación más arraigada de un producto, potenciando la identidad de los pobladores que forman parte de todo el proceso.

Precisamente el empoderamiento sobre el lugar es uno de los elementos de mayor importancia, al poner en valor estos sitios son los usuarios quienes cuidarán de ellos, los mantendrán en buenas condiciones y podrán gestionar mejoras mucho más ostensibles ante los organismos pertinentes.

Los proyectos ejecutados constituyen una primera etapa en la transformación del espacio debido por una parte a que el mobiliario se lo construye a partir de materiales desechados y habrá que reemplazarlos con cierta periodicidad, pero esto es un punto inicial para que paulatinamente los reemplacen por elementos más perdurables a medida que vayan gestionando recursos, y por otra parte, al apropiarse del espacio habrá que dotarlo de obras de infraestructura como cerramientos, caminerías, mejoramiento de los accesos, tratamiento de pisos, etc.

## REFERÊNCIAS

AUGE, Marc. **Los no lugares espacios del anonimato**. **Barcelona**: Gedisa, 2000. 128 p

BORJA, Jordi. Ciudadanía y Espacio Público. In: JIMÉNEZ, David (Comp.). **Laberintos urbanos en América Latina**. Quito: Abya-yala, 2000. Cap. 1. p. 9-34. Disponible en: <[https://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11054/laberintos\\_urbanos.pdf?sequence=1](https://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11054/laberintos_urbanos.pdf?sequence=1)>. Acceso en: 13 mayo 2016.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, **Organización Panamericana de la Salud, Estado del Arte del Manejo de Llantas Usadas en las Américas**, Lima: CEPIS/OPS, 2002. Disponible en: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd24/manejo.pdf>>. Acceso em: 30 abr. 2016.

DAMMERT, Lucía; KARMY, Rodrigo; MANZANO, Liliana. **Ciudadanía, espacio público y temor en Chile**. **Santiago**: Cesc, 2005. Disponible en: <<http://www.biblio.dpp.cl/biblio/DataBank/843.pdf>>. Acceso en: 20 abr. 2016.

HALL, Budd. Investigación Participativa, **Conocimiento Popular y Poder: una reflexión**. In: **LA INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA EN AMÉRICA LATINA**, 1., 1983, Pátzcuaro. **Antología**. Pátzcuaro: Crefal, 1983. p. 11 - 27. Disponible en: <[http://www.crefal.edu.mx/crefal25/images/publicaciones/retablos\\_papel/retablo\\_papel10.pdf](http://www.crefal.edu.mx/crefal25/images/publicaciones/retablos_papel/retablo_papel10.pdf)>. Acceso en: 10 mayo 2016

HERDOÍZA, Wilson. **La calle, la universidad y el urbanismo**. Quito: Riip, 1993. 156 p.

# ENTREVISTA COM: CARLO FRANZATO



Carlo Franzato

Carlo Franzato é designer e Doutor em Design pelo Politecnico di Milano. É Decano da Escola da Indústria Criativa da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Nesta Escola, é Professor dos Cursos de Graduação, Especialização, Mestrado e Doutorado em Design, e supervisor de Pós-Doutorado. Na perspectiva do design estratégico, sua pesquisa tem como tema central as redes de projeto que se constituem com a abertura do processo de design para as inúmeras colaborações projetuais estabelecidas entre designers e outros profissionais, empresas e outras organizações, usuários e cidadãos. Nessa direção, publicou artigos em revistas nacionais e internacionais sobre design estratégico, metaprojeto, design participativo, codesign e open design. Desenvolve projetos

de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico financiados por órgãos governamentais e pela iniciativa privada. É membro do Grupo de Pesquisa 'Rede de Estratégias em Design' e do Grupo de Pesquisa em 'Design estratégico: inovação cultural e social'. Participa da rede internacional de pesquisa 'Latin Network for the Development of Design Processes' e da rede internacional de Laboratórios de 'Design for Social Innovation and Sustainability' (DESI), sendo gestor do Laboratório SeedingLab da UNISINOS. É editor da revista 'Strategic Design Research Journal' e organizador de eventos científicos na área do design. Também atua na divulgação científica do design e das demais áreas de conhecimento ligadas aos processos criativos, colaborando com organizações de promoção do design e veículos de comunicação.

## ENTREVISTA

**Mix Sustentável:** Quando começou a se interessar pelo tema da sustentabilidade?

**Carlo Franzato:** Eu sou italiano, vivi na Itália até 2008 e só no final daquele ano me mudei para o Brasil. Já na minha infância, o tema da sustentabilidade estava presente no debate social e era considerado crucial. Talvez com formas ainda ingênuas, mas a educação ambiental começa a se tornar muito importante nos currículos escolares.

Eu estudava em uma escola pública da minha cidade que não era dedicada a nenhuma personagem importante da história italiana, simplesmente levava o nome da rua onde ficava, a rua Villafranca. Meu interesse pela sustentabilidade foi despertado nesta escola e é ligado a um fato dramático. Em 1986 ocorreu um acidente catastrófico na central nuclear de Chernobyl, que chegou a afetar diretamente a vida da nossa comunidade escolar. Quando chegávamos à escola, devíamos trocar os sapatos e guardar o casaco, pois os ventos que vinham do Leste estavam contaminados e a poeira acabava se depositando nas vestimentas. Era primavera e a natureza florescia, mas no intervalo não podíamos ir brincar no jardim. E no almoço comíamos só verdura cozida, que eu gostava ainda

menos do que a fresca. Esta situação durou apenas um par de semanas na Itália, mas essas lembranças permaneceram comigo. E também guardei na minha memória as imagens de plantas e bichos disformes que em seguida começaram a chegar da Rússia.

Mas não tenho só lembranças ruins, pelo contrário. Lembro-me com carinho que tínhamos uma horta educativa na escola, onde praticávamos o processo de compostagem do lixo orgânico. Pode soar estranho, mas para mim era fascinante. E lembro-me que havia um depósito onde recolhíamos papel, primeiramente para educar à reciclagem e também para financiar a escola. Guardávamos em casa as revistas e periodicamente as levávamos para o depósito, com muito orgulho.

No meu último ano, a Escola passou a ser intitulada a Alberto Azzolini, não um herói da pátria, mas um jovem quase desconhecido, um guarda florestal que morreu durante seu serviço.

**Mix Sustentável:** E quando começou a se interessar pelo tema da sustentabilidade no âmbito do design?

**Carlo Franzato:** Na verdade, muito tarde. Na universidade onde cursei a graduação, o Politecnico di Milano, certamente havia uma grande atenção à sustentabilidade. Nesses anos, porém, o design tratava o tema da sustentabilidade preso às assim ditas três R's da sustentabilidade: Reduzir, Reutilizar e Reciclar.

Eu não conseguia me conformar com essas R's. O design para a reciclagem, parte do pressuposto que o resultado do projeto virará lixo... Não nego que seja verdade, mas não me parece inspirador. Nem me parece que, afinal, seja o caminho para a sustentabilidade. Não acho que uma cadeira em papelão reciclado possa ser considerada sustentável, pois poderá ser reciclada, por sua vez, após uma curta vida útil.

Da mesma forma, o design para o reuso confere efetividade ao resultado do projeto. Não acho que uma estrutura de poltrona possa ser considerada sustentável, do momento que permite transformar algumas poucas garrafas PET em assentos e encostos.

Tenho mais simpatia pelo design para a redução. Sim, devemos reduzir a quantidade de cadeiras e poltronas produzidas, de recursos materiais e energéticos consumidos, de emissões nocivas no meio-ambiente. Mas é ainda muito pouco. Lembro-me que em um curso voltado ao design para o ciclo de vida dos produtos, analisávamos o ciclo de vida de diversas soluções projetuais com o auxílio do computador. Era uma frustração: nenhuma delas era sustentável e nem chegava perto.

**Mix Sustentável:** Como venceu o ceticismo?

**Carlo Franzato:** Minha pesquisa doutoral tocou a questão do desenvolvimento territorial. O conceito de desenvolvimento é estritamente relacionado ao conceito de sustentabilidade. Segundo a declaração do Rio, a sustentabilidade é característica desses processos de desenvolvimento que, ao mesmo tempo em que possibilitam às gerações presentes o alcance de seus objetivos, garantem às gerações futuras as mesmas oportunidades. Nesse sentido, "o direito ao desenvolvimento deve ser exercido de modo a permitir que sejam atendidas equitativamente as necessidades de desenvolvimento e de meio ambiente das gerações presentes e futuras" (UNCED, 1992, p. 2).

Já tinha certa simpatia pelo design para a redução, como falei antes, e comecei a me perguntar até que ponto deveríamos reduzir nosso impacto sobre o meio ambiente e assim cheguei ao conceito de limite. Este conceito é tratado por Ivan Illich, que um meu grande amigo havia me apresentado alguns anos antes, e pelo seu discípulo, Serge Latouche. Latouche (2009) afirma que não haveria mais a possibilidade de um desenvolvimento sustentável. Ultrapassamos o limite a tal ponto que o decrescimento é nossa única possibilidade.

Neste sentido, a proposta de Illich é interessantíssima para nós designers, especialmente para os designers estratégicos. Ele ressalta a necessidade de passar a uma sociedade convivencial, ou seja, "àquela em que a ferramenta moderna está ao serviço da pessoa integrada na coletividade, e não ao serviço de um corpo de especialistas. Convivencial é a sociedade em que o homem controla a ferramenta" (1976, p. 10). Assim, para Illich devemos repensar todos os setores da sociedade, a produção industrial, os serviços (como a educação e a saúde) ou, ainda, o direito, de forma a não ficar refém deles. Só então poderemos voltar a expressar nossas possibilidades criativas, individuais e coletivas.

Em outras palavras, venci o ceticismo quando comecei a acreditar na possibilidade de repensar sistemicamente a sociedade, a partir de um novo sistema de valores. Acredito que o designer contribuir para este processo.

**Mix Sustentável:** Como pretende contribuir?

**Carlo Franzato:** Na Unisinos, integro o SeedingLab que faz parte da rede de laboratórios DESIS (Design for Social Innovation towards Sustainability, <http://www.desis-network.org/>). Na visão desta rede, a inovação social é condição estrutural para alcançar a sustentabilidade. Como já antecipava Ivan Illich, segundo o fundador da rede, Ezio Manzini (2008), o caminho rumo à sustentabilidade requer uma "descontinuidade sistêmica" que mude nossa ideia de desenvolvimento e de bem-estar. Requer a passagem desta sociedade que associa seu bem-estar ao crescimento

contínuo de sua capacidade de produção e consumo, para uma sociedade que procure o melhoramento das condições sociais e ambientais. Desenvolvimento e bem-estar devem ser compreendidos de modo articulado e procurados na complexidade ecossistêmica em que vivemos.

Como designer, professor e pesquisador, pretendo contribuir para esse processo de aprendizagem e inovação social que se prospecta difícil e demorado, mas que, espero, nos levará a viver em um mundo melhor.

## REFERÊNCIAS

ILLICH, I. A **Convivialidade**. Lisboa: Publicações Europa-América, 1976.

LATOCHE, S. **Pequeno tratado do decrescimento sereno**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

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

UNCED (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento). **Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UNCED, 1992. Disponível em: <http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/rio92.pdf> acessado em: 5 de outubro de 2015.

# ENTREVISTA COM: NORMANDO PERAZZO



Normando Perazzo Barbosa

**Mix Sustentável:** Poderia resumir sua atuação profissional?

**Normando Perazzo:** Atuamos como professor/pesquisador na Universidade Federal da Paraíba, desde 1979, quando ingressamos na Instituição, inicialmente em Campina Grande. Em fins de 1984 conhecemos o Prof. Khosrow Ghavami, da PUC-Rio que foi à nossa universidade para nos ajudar na implantação de um Laboratório de Estruturas. O Prof. Ghavami teve grande influência na nossa carreira. Nossa formação era a de engenheiro convencional, mestrado e doutorado em métodos numéricos, materiais de construção eram só os industrializados: cimento, aço, concreto, blocos cerâmicos, só os introduzidos pelos países dominantes. Então em sua estada na Paraíba, conversa vai, conversa vem, e o Prof. foi nos chamando a atenção para os materiais locais, para os

materiais renováveis, para o grande potencial que eles poderiam ter nos países dominados. Então fizemos logo um acordo de cooperação PUC-UFPB e começamos a trabalhar conjuntamente. Naquela época, cremos que 1986 tivemos o primeiro projeto apoiado pelo CNPq, “Vigas de concreto laterítico reforçadas com bambu”. Desde então, continuamos com trabalhos sobre esses temas. Em 1988 mudamo-nos para João Pessoa, mas ainda muito ligados a Campina Grande onde tínhamos os alunos de IC e de Mestrado. Depois conseguimos montar uma infra-estrutura na capital paraibana e com a criação dos cursos de mestrado e agora já doutorado, tivemos muitos alunos trabalhando nesse campo. Porém isso não quer dizer que abandonamos a engenharia convencional. Sempre uma ou outra consultoria aparecia e aparece e não nos furta-mos fazê-las, pois é importante para um docente de engenharia transmitir a experiência de campo para os alunos.

**Mix Sustentável:** Como percebe o papel do projetista em relação ao emprego de novos materiais? Como a sustentabilidade se insere neste papel?

**Normando Perazzo:** O emprego de novos materiais sempre encontra resistência por parte dos engenheiros! Ora, mesmo os industrializados têm dificuldade a penetrar. Lembramo-nos que quando a produção de blocos intertravados começou em João Pessoa, convidávamos o produtor para falar sobre eles nas nossas turmas de materiais de construção, para que pudessem ter divulgação! Ele se queixava que o mercado não queria aceitar! Só depois de alguns anos ele começou a ter a demanda que esperava já há tempo! Assim é com a sustentabilidade. O mercado é o que é! Para muitíssima gente, o que conta é maximização de lucro e a sustentabilidade é ainda um tema ignorado. Algumas construtoras já pensam no assunto, aquelas que buscam um público mais diferenciado e que tem pelo menos noção do assunto. Mas elas só entram com esses conceitos se o lucro compensar. Preocupações com a Natureza passam longe da mente da grandíssima maioria dos empresários. E da grande maioria dos colegas engenheiros.

**Mix Sustentável:** Como vê a relação consumo versus sustentabilidade global?

**Normando Perazzo:** Vejo com certo pessimismo a relação consumo versus sustentabilidade global. Lamentavelmente o capitalismo tornou-se o sistema dominante no mundo, e já não tem adversário. Aristóteles já dizia 3 a 4 séculos antes de Cristo, que a ganância do Homem não tem limites. O mesmo pode-se dizer do capitalismo: não tem limites. Assim, 1% da parcela mais rica da população do Planeta já se apropria de mais de 50 % do que é produzido! O Homem já está projetando prédios com 1,2 km de altura! Há pessoas que têm casas com 16 mil metros quadrados! Que sentido tem isto? A Terra é um planeta finito. E já conta com mais de 7,2 bilhões de pessoas. O capitalismo se baseia no consumo, na contra-mão da sustentabilidade, pois aumento de consumo significa mais matéria prima extraída, mais emissão de poluentes, maior geração de resíduos, maior consumo energético, maior impacto ambiental, tudo isso num insignificante planeta que tem apenas 12 mil e poucos quilômetros de diâmetro e cerca de 71 % de sua superfície coberta de água. Fazendo-se as contas direitinho, para todos terem o mesmo padrão de vida médio dos americanos, seriam necessários mais de 4 planetas Terra. É triste, mas precisa ser dito que isto significa que a maioria da espécie humana está condenada a viver na pobreza, porque o planeta não tem recursos suficientes para todos nesses modelos de vida atuais. Daí porque vemos os países dominantes invadirem o Iraque, o Afeganistão, a Líbia e tentam agora desestabilizar a Síria. Outra intensão não têm que a de se apropriar das riquezas energéticas daqueles países para manter seu padrão de vida supérfluo e fomentar sua própria indústria de guerra que favorece aos milionários do mundo.

**Mix Sustentável:** De que forma podemos minimizar o impacto da produção no meio ambiente?

**Normando Perazzo:** Podemos minimizar o impacto da produção no meio ambiente mudando a mentalidade imposta pelo sistema vigente. Teríamos como opções: reduzir consumo (mas isso vai contra o princípio capitalista que nos faz trocar de carro, de celular, de TV, de vestuário, continuamente); diversificar e descentralizar a produção, reduzindo transporte; otimizar a indústria do ponto de vista de minimização de consumo energético e geração de poluentes; incentivar as energias renováveis; limitar e reduzir a acumulação de bens; e por aí vai. Mas lembremos que mesmo com todas essas reduções, a inclusão da parcela da população mundial atualmente excluída pelo perverso sistema econômico vigente iria provocar um notável impacto

ambiental, se usados os conceitos ora dominantes. Essa inclusão não deve ser negada, mas pode se dar de uma maneira menos pesada para o planeta, desde que se pense na utilização de materiais e tecnologias locais e menos impactantes. Materiais renováveis, como madeira, bambu, fibras vegetais, são opções que deviam merecer muito mais incentivo por parte dos órgãos governamentais.

**Mix Sustentável:** Quais ações em pesquisa, ensino e extensão que gostaria de destacar, tendo como foco a sustentabilidade e os novos materiais para uso em engenharia e arquitetura?

**Normando Perazzo:** Podemos destacar pesquisas na área de aproveitamento de resíduos! Felizmente muitas universidades já estão incluindo isto até nos seus currículos, notadamente resíduos de construção e de demolição, na fabricação de concretos e de argamassas. Também incorporação de fibras vegetais e polpa de sacos de cimento em matrizes de gesso conduz a um material de boas propriedades térmicas que serve para melhorar o conforto ambiental das pessoas. Blocos à base de cimento ou de terra incorporando resíduos da indústria calçadista também ajudam em se dar um destino a estes últimos. Muitos resíduos podem ser usados como substituição parcial do cimento Portland, reduzindo o impacto dessa indústria que sozinha é responsável por cerca de 6% a 8% da emissão do gás carbônico planetário. Desenvolvimento de outros ligantes, como os geopoliméricos, ou maior emprego do próprio gesso que, no seu processo de fabricação, em vez de CO<sub>2</sub> emite vapor d'água na atmosfera, também merecem maiores investigações. A própria madeira de reflorestamento deveria ter maior destaque e uso nas construções. O ensino da engenharia deveria incluir uma cadeira do tipo Materiais de Construção Não-convencionais, onde se abordasse a importância dos conceitos de sustentabilidade na profissão.

**Mix Sustentável:** Que exemplos poderia nos fornecer de experimentos ou casos de sucesso no desenvolvimento de produtos/ processos/ serviços sustentáveis.

**Normando Perazzo:** Um exemplo interessante de experimento de sucesso desenvolvemos na favela Cuba de Baixo, em Sapé, PB, de cerca de 1995 a dois mil e pouco. A partir de um contato com o Prof. Roberto Mattone, do Politécnico di Torino, e apoio do pároco italiano local, desempenhamos uma intervenção que resultou na construção de um Centro Comunitário, com a tecnologia dos blocos de terra comprimida (BTC), tipo Mattone. É um bloco cuja forma foi desenvolvida pelo professor e a Igreja importou uma prensa manual para fabricá-lo. Houve toda

uma formação sobre a fabricação de blocos com o pessoal local, depois a formação sobre a construção em si. Em princípio as pessoas não acreditavam nos blocos que não são queimados. Imaginavam que não tinham resistência e não resistiriam à água. Depois de concluído o Centro Comunitário, houve demanda de substituir as casas de péssimo aspecto estético em que viviam por outras com a tecnologia que eles tinham dominado. Então, juntamos os interessados e fazendo-os cooperarem, fomos pouco a pouco demolindo as casas velhas e construindo novas com os blocos de terra prensados. Ao cabo de alguns anos, conseguimos fazer mais de 30 casas! Tentamos envolver a prefeitura, mas os que comandam as pequenas cidades no Brasil têm uma mentalidade curtíssima e não percebem que benefício poderiam prestar aos excluídos.

Atualmente desenvolvemos esse trabalho junto à instituição Casa dos Sonhos, na periferia de João Pessoa, com o mesmo tipo de bloco. Ali já foram construídas salas de aula, casas, e atualmente está-se a concluir uma biblioteca e brinquedoteca. A mão de obra para fabricação dos blocos é da própria comunidade periférica.

Nesses últimos trabalhos comunitários temos recebido apoio da fundação Mattone su Mattone, da Itália, criado pela Arquiteta Glória Mattone, esposa do professor citado, após sua morte.

**Mix Sustentável:** Onde podemos consultar mais sobre o seu trabalho?

**Normando Perazzo:** Temos muitas publicações espalhadas por toda parte, muitas orientações de alunos de graduação e de pós. Muitos dos trabalhos estão disponíveis na internet, mas se nos contatarem poderemos fornecer alguma coisa particular.

**Mix Sustentável:** Como vê o futuro do bambu e da construção com terra no Brasil?

**Normando Perazzo:** Vemos com otimismo, porque há um crescente número de engenheiros, arquitetos, construtores, envolvendo-se com esses dois materiais. Para dar uma ideia, no Brasil temos a Rede Brasileira do Bambu (cujá coordenação está a nosso cargo há alguns meses) para congregar as pessoas que gostam e estão ligadas a esse fantástico material. Já há a Associação Brasileira dos Produtores de Bambu, e isso é muito bom, porque justamente o que ainda falta é disponibilidade do material. Estão crescendo as plantações de bambu e futuramente iremos encontrar colmos tratados com muito mais facilidade que atualmente. Já demos entrada na ABNT num processo para abertura de uma comissão de estudos para

elaboração da norma de ensaios e de projeto de estruturas de bambu. Já há os textos base, e agora é só questão de tempo e esperamos que no próximo ano já possamos dispor dessas normas. É importante que se tenham normas, pois o bambu passará a poder ter uso “oficial”, com o devido reconhecimento dos órgãos governamentais.

No que diz respeito a construção com terra, já avançamos bastante, pois o texto da norma sobre alvenarias de adobe já foi finalizado, após várias reuniões da ABNT em São Paulo. O processo foi encabeçado pelo prof. Obede Farias, da UNESP, Bauru, a partir de um texto inicial nosso, e agora já vai para consulta pública. Profissionais interessados na construção com terra têm se agregado em organizações como Terra-Brasil, e a nível ibero-latino-americano, temos o PROTERRA.

Nesse campo dos adobes temos pesquisado um interessante método de estabilização através da ativação alcalina. Bastam pequenas quantidade de produtos químicos (hidróxido e silicato de sódio) com um pouco de material amorfo rico em sílica e alumina para se obterem blocos com boa resistência mecânica e ótimo desempenho em relação à ação da água.

## Considerações finais

Em novembro próximo teremos em parceria com a Universidade do Minho, Portugal, o Segundo Congresso Luso-brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis ([www.congressolusobrasileiro.com](http://www.congressolusobrasileiro.com)). Esperamos nesse encontro aumentar a conscientização do pessoal envolvido na construção na busca de alternativas menos impactantes ao planeta.

Temos que chamar a atenção que o mundo atual está muito mal organizado, com uma absurda concentração de riqueza nas mãos de uma pequeníssima minoria, e ao mesmo tempo quase três bilhões de seres humanos não têm satisfeitas suas necessidades básicas, de alimentação, saúde, habitação! Além disso, quase todos os indicadores planetários de medição das agressões à Terra estão superando os valores limites toleráveis. Temos que estancar esse processo, mas isso só é possível com uma radical mudança de mentalidade. Do contrário, estaremos condenando nossos netos a uma vida cada vez mais difícil de ser vivida.

# ENTREVISTA COM: ELMO DA SILVEIRA

Elmo Dutra da Silveira Filho



Mostra de trabalhos – SENAI Caxias do Sul - RS

Elmo Dutra da Silveira Filho é engenheiro, professor universitário, pesquisador em energia solar – ênfase em fogões solares. É o idealizador do site [www.fogaosolar.net](http://www.fogaosolar.net) e da fanpage Sunny Cooking Fogões Solares. O objetivo é divulgar no Brasil a cozinha solar como alternativa ecológica, econômica e sustentável para a população, em um país tropical, com a média de 250 dias de sol por ano.

## Fogão e Cozinha Solar - Sustentabilidade na cocção de alimentos para um país tropical

O Brasil apresenta a média de 250 dias com sol, é um país tropical, e infelizmente utiliza muito pouco a energia solar, tanto para aquecimento de água, quanto para a cocção dos alimentos com o fogão solar.

Em países da Ásia e África, os governos têm incentivado o uso pela população do fogão solar, para diminuir o consumo de lenha e causar menor impacto ambiental. A energia solar é abundante, limpa e ecologicamente correta. No mundo existe a estimativa do uso de 3 milhões

de fogões solares, beneficiando 11 milhões de pessoas. Na China estima-se que existem mais de 700.000 fogões solares parabólicos em uso. Outro país que muito utiliza fogões solares é a Índia. Na América do Sul, a Bolívia, o Peru, a Argentina e o Chile são os países que mais utilizam.

Estima-se hoje que cerca de dois terços da população mundial (mais de 4 bilhões de pessoas), dependem diariamente de lenha para satisfação de suas necessidades energéticas (cocção de alimentos e aquecimento). Isto representa nos dias atuais um desmatamento anual das florestas tropicais da ordem de 30.000 a 40.000 Km<sup>2</sup>.

Figura 1 – Fogão solar de painel em uso, África.



## Vantagens do uso da energia solar

A principal vantagem do uso do fogão solar é a disponibilidade de energia gratuita e abundante, além da ausência de chamas, fumaça, perigo de explosão, incêndios etc. Existem em países mais pobres problemas de saúde associados à intoxicação por fumaça, principalmente de mulheres e crianças. A energia calorífica concentrada na zona focal do fogão é suficiente para fornecer as calorias necessárias à ebulição da água, cozinhar, assar, pasteurizar e potabilizar a água, aquecer alimentos etc.

## Desvantagens do uso da energia solar

O fogão solar utiliza-se para o seu funcionamento, da radiação solar direta, ou seja, céu claro e pouca

nebulosidade. Admite-se que, com o uso de painéis pretos e o efeito estufa, uma média de 20 minutos mínimos de sol em uma hora ainda permitem a cocção dos alimentos, pois o calor retido continua favorecendo a cocção.

### Fogões solares do tipo painel

São os mais fáceis de serem construídos, com menor investimento de tempo e dinheiro. Normalmente feitos de painéis de acartonados ou papelão, que pode ser reciclado de caixas usadas, com revestimento de superfície reflexiva, como papel alumínio, filmes de poliéster metalizado, folhas de saco de embalagem metalizada para presentes (polimetal). São fixados com cola, que pode ser caseira ou a cola branca, ou adesivo próprio. Podem-se utilizar painéis de polipropileno alveolar (polionda), que tem maior durabilidade que o papelão, e resiste melhor à umidade. Os painéis são dobrados de modo a concentrar o foco onde será colocada a panela para cocção. Este tipo de fogão apresenta menor rendimento, temperaturas de até 180 graus centígrados aproximadamente (é possível cozinhar com temperaturas acima de 82 graus centígrados). O tempo de cozimento é maior. Para maior rendimento a panela deve ser preta, e revestida de saco plástico para fornos (300 graus) ou recipiente de vidro transparente (tipo pirex). O efeito estufa retém o calor, melhorando significativamente o rendimento térmico de cocção. O cozimento mais lento dos alimentos preserva melhor os nutrientes, sendo mais saudável, isto é comprovado por nutricionistas. A cozinha solar utiliza pouca ou nenhuma água, já que o alimento cozinha na sua própria água ou vapor. É uma maneira um pouco diferente de cozinhar. Fogões solares tipo painel não são indicados para frituras, podem assar pães, bolos. São facilmente desmontados e portabilizados.

Figura 2 – Fogões solares de painel e bolos assados em uma hora – Ensus 2016



Existem muitos modelos e projetos disponíveis na internet, o mais famoso é o Cookit, funcional, mas com maior gasto de material. Outros modelos surgiram após, com maior eficiência e menor gasto de material, como o Fun Panel,

Sunny, funil, Windshield shade (feito com shade automotivo), Educooker, etc.. Todos tem excelente portabilidade.

### Fogões solares tipo caixa

São fogões feitos de caixa (papelão, madeira, plástico), com tampa de vidro para efeito estufa (ou enclausuramento em vidro). Possuem abas ou refletores laterais que concentram a energia térmica solar dentro da caixa. Possuem rendimento igual aos melhores fogões de painel. Permitem temperaturas superiores a 150 graus, também servindo para panificação. Não são indicados para frituras. A construção é mais onerosa, demandando maior tempo e investimento.

Figura 3 – Fogão solar de caixa - Minimum Solar Cooker



Fonte: [http://solarcooking.wikia.com/wiki/Minimum\\_Solar\\_Box\\_Cooker](http://solarcooking.wikia.com/wiki/Minimum_Solar_Box_Cooker)

### Fogões solares parabólicos

São os fogões solares de melhor rendimento. São de formato parabólico, com foco convergente preciso. Permitem altas temperaturas (superiores a 300 graus centígrados), com menores tempos de cozimento. São direcionais, necessitando reajuste de ângulo da parábola (foco) a cada 15 - 20 minutos. Permitem cozinhar, fritar, assar, com rendimento igual ou superior a energia térmica da chama de um fogão a gás convencional. Podem ser construídos com diversos materiais: aço, fibra de vidro, plástico moldado, papelão, alumínio polido em estrutura de apoio, etc. São os mais caros e de construção mais difícil. Também ocupam maior espaço.

Figura 4 - Fogão solar parabólico em uso – Consolfood 2016 – Faro, Portugal



### Fogões solares de painel para uso diário no preparo de alimentos, pães e bolos

Comparando os fogões solares de painel, caixa e parabólicos, o fogão solar de painel é o que apresenta melhores condições e facilidades de uso pela população, com menores investimentos e dificuldades de confecção. O cozimento dos alimentos é mais lento, porém, vai preservar as propriedades nutricionais dos mesmos, que normalmente não exigem adição de água. É mais prático, porque deixa-se o alimento cozinhar em tempo único, não sendo necessário ficar abrindo a panela e mexendo o alimento. Comparativamente, fogões parabólicos apresentam altos investimentos, necessitam atenção constante, é necessário mexer o alimento para não queimar, reposicionamento do foco.

Figura 5 – Almoço solar familiar de fim de semana com fogões solares de painel – frutos do mar



Com o fogão solar de painel, em uma hora é possível o preparo de alimentos como arroz, macarrão, vegetais, carnes em pequena quantidade. Assar pães e bolos também pode demorar uma hora. Grãos como feijão ou lentilha

vão demandar maiores tempos, assim como carnes em maiores quantidades. Uma paleta de porco ou meio frango podem demorar de duas a três horas.

Figura 6 – Ensus 2016 – Encontro de Sustentabilidade de Projetos – UFSC - SC



Figura 7 – Fogões solares no evento com degustação - Ecosolar – Poli – USP – 2015



# AVALIAÇÃO DE ASSENTAMENTOS E HABITAÇÕES PERMANENTES CONSTRUÍDOS PÓS-DESASTRES DE 2008 NO VALE DO ITAJAÍ, SC

Alberto Lohmann, Doutor (UDESC)  
Fernando Barth, Doutor (UFSC)

O efeito devastador dos desastres naturais exige medidas emergenciais de atendimento à população, tais como socorro, assistência médica, social e econômica, assim como o provimento de abrigos e habitações, necessários para que possa ser realizada a reconstituição de infraestruturas e do ambiente construído. A disponibilização de construções rápidas e que não tenham o caráter provisório é de extrema importância para o restabelecimento das famílias. Sendo que para isso, deve-se levar em consideração às necessidades da população, conforme a região e situação de desastre.

Neste contexto, a pesquisa trata das habitações de caráter permanente construídas pós-desastres naturais ocorridos em 2008 no Vale do Itajaí, em Santa Catarina, com 1,5 milhões de pessoas afetadas, em 77 municípios e um total de 5.737 desabrigados. Avaliou-se o desempenho a partir dos requisitos e critérios estabelecidos pela NBR 15.575 para edificações habitacionais, em três esferas, desempenho térmico, funcional e adequação ambiental. Essa abordagem buscou contribuir para um registro das soluções, mediante a elaboração de um banco de dados, que determina as melhores às respostas arquitetônicas frente aos desastres, identificando, também, os problemas para uma possível reformulação para o futuro provimento de habitações para a população atingida por desastres.

Segundo Davis (1980), os desastres são uma relação entre algum tipo de risco, com uma condição perigosa que aumenta a vulnerabilidade do sistema - como por exemplo o modelo de ocupação urbana, onde os pobres ocupam as piores terras e as partes mais densas e perigosas das cidades. Para Davidson et al (2006), a multiplicidade de escolhas oferecidas à população, a responsabilidade dos usuários pelas decisões feitas e a articulação de recursos locais e externos por intermédio de uma organização local são estratégias interessantes para o provimento de habitações.

Foram avaliados cinco assentamentos, nas cidades que declararam Estado de Calamidade Pública - Brusque,

Camboriú, Gaspar, Pomerode e Rodeio - mostrando que há diferença na locação das unidades quanto ao seu número (7 a 71 lotes) e sua forma (linear e radial). Somente no município de Camboriú o assentamento avaliado foi inserido no tecido urbano existente. Quanto as unidade de habitação: os acessos principais e secundários configuram a circulação no interior da edificação; os requisitos normativos de funcionalidade não são atendidos pois há uma deficiência de área para unidades de dois quartos, comparado à propostas internacionais - Brasil 40m<sup>2</sup>, Chile 56m<sup>2</sup> e EUA 96m<sup>2</sup>; somente em Rodeio os banheiros das unidades não são contíguos à cozinha, e; há um predomínio de sistemas construtivos em madeira, com baixo desempenho térmico.

Por fim, verifica-se que os empreendimentos foram respostas tardias aos desastres hidrológicos ocorridos em 2008, que no caso de Santa Catarina, deixam maior número de pessoas desalojadas. Há necessidade de se considerar o conjunto por meio de Projetos Urbanos e não somente as unidades habitacionais isoladas, dispostas entorno de um sistema viário criado. O planejamento urbano deve prever a ampliação da infraestrutura habitacional nas cidade, buscando áreas com menor vulnerabilidade, priorizando recursos para um crescimento urbano mais ordenado, principalmente para a população sem acesso a lotes urbanos e à habitação. Assim, o investimento na ampliação de equipamentos urbanos, infraestrutura básica, transporte público e habitação pode ser melhor aproveitado. O estudo representou um total de 404 unidades habitacionais construídas no Estado, com desempenho inferior aos requisitos da NBR 15.575. Há necessidade de se rever a forma de provimento das habitações permanentes para a população, oferecendo maior multiplicidade de escolhas, com a possibilidade de se construir unidades habitacionais maiores, com recursos complementados pelo próprio morador, atendendo às diferentes configurações familiares.

## REFERÊNCIAS

DAVIDSON, C. H; CASSIDY, J; LIZARRALDE, G; DIKMEN, N; SLIWINSKI, A. Truths and myths about community participation in post-disaster housing projects. **Habitat International**, v. 31, n. 1, p. 100–115. 2007.

DAVIS, Ian. **Arquitectura de Emergencia**. Barcelona, Editorial Gustavo Gilli; 1980. 183p.

# APLICANDO A ESTRATÉGIA DE BIODESIGN NA CONCEPÇÃO DE MÓDULOS CONSTRUTIVOS BASEADOS NAS GEODÉSICAS DE BUCKMINSTER FULLER

**Theska Laila de Freitas Soares**

**Orientador: prof. Ph.D. Amilton Arruda**

A capacidade de fazer Design está, de inúmeras maneiras, no cerne da essência do ser humano. Heskett (2005) explica que o Homem molda o ambiente natural segundo às suas necessidades dando formas, estruturando ou configurando residências, ruas, escolas, escritórios, meios de transporte e objetos para as mais diversas finalidades, onde essa capacidade de modelar o seu habitat atingiu tal ponto que não é errado afirmar que a vida humana é bastante condicionada a aspectos que, de uma maneira ou de outra, passam pelo processo de Design.

Embora a influência do contexto e das circunstâncias sejam consideráveis, fatores tais como processos tecnológicos, estruturas sociais e sistemas econômicos, dentre outros; o fator humano está presente nas tomadas de decisão em todos os níveis da prática do Design. Tenham sido bem ou mal projetados, sujeitos a avaliação e discussão, seja qual for o critério de julgamento, os objetos de design resultam de decisões e escolhas feitas por pessoas, e com estas escolhas vem a responsabilidade. (HESKETT, 2005)

Em 1971, no livro *Design for the real world*, Papanek já conclamava os designers a saírem da sua zona de conforto e criarem soluções para um mundo real, visando atender de fato a sociedade com necessidades urgentes e abrangentes que sofriam na época, com a fome, a miséria, conflitos sociais, guerras civis, crise ambiental, etc.; criticando a ausência de valores humanos e de responsabilidade social e ambiental outrora perdida pelo foco demasiadamente em fatores estéticos.

A verdade é que o contexto e o apelo de Papanek continuam coerentes nos dias atuais, como retoma a discussão outro autor, Cardoso (2012) em seu livro *Design para um mundo complexo*, onde ressalta a importância do designer em buscar uma visão mais holística e abrangente para gerar soluções mais coerentes com as necessidades em tempos de crise em que as relações têm se tornado cada vez mais complexas através de uma rede que amplia a efemeridade dos artefatos e mutabilidade das ideias.

Então, diante de uma infinidade de opções e metodologias qual caminho seguir para fazer Design num mundo complexo? Uma resposta bastante satisfatória está em “Fazer Mais com Menos” (“More with Less”), o mesmo princípio que é usado para as criações na natureza, uma filosofia adotada e disseminada pelo visionário Buckminster Fuller, um dos precursores do design responsivo e do discurso sustentável, ainda no século passado. Tal filosofia guiaria toda uma trajetória de pesquisa e projetos até os seus 87 anos e o seu exemplo de maior sucesso nesse conceito está sintetizado nos domos geodésicos, que são as maiores estruturas possíveis de serem construídas com a menor quantidade de material.

Hoje, esta estratégia é bastante difundida pela Biomimética, definida por Benyus (2003), uma das principais estudiosas sobre o tema, como uma nova ciência que estuda modelos e processos da natureza e depois imita-os ou inspira-se neles para resolver problemas humanos.

Desta forma o escopo desta dissertação de mestrado é validar as estratégias da Biomimética na concepção de módulos construtivos derivados das Geodésicas de Buckminster Fuller para aplicações futuras em projetos de Design.

# UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DIGITAIS DE SIMULAÇÃO DE ILUMINAÇÃO NATURAL NO PROCESSO DE PROJETO BIOCLIMÁTICO

Carolina Eloisa Jochims, mestranda (UFSC/ULBRA)

Orientador: Anderson Claro, Dr. (UFSC)

Coorientadora: Lisiane Ilha Librelotto, Dr<sup>a</sup>. (UFSC)

Aos projetos arquitetônicos acrescentaram-se novos desafios, advindos das mudanças climáticas globais, da diminuição dos recursos naturais e das restrições em termos de energia. Nesse contexto, os preceitos da arquitetura bioclimática representam necessidade e esperança em termos de sustentabilidade ambiental, dado o impacto provocado pelas edificações na degradação do planeta. O correto aproveitamento de calor, vento e luz disponíveis em cada local pode promover não apenas a economia de recursos naturais e econômicos, mas a melhoria nas condições de desempenho de tarefas, de conforto e de saúde dos ocupantes das construções.

A luz natural, que atua diretamente nos sistemas fisiológico e psicológico dos seres humanos, deve ser garantida de forma suficiente nos ambientes, ao longo do dia, através dos projetos. Cresce assim, a importância da comprovação das intenções de projeto nas futuras construções, bem como do atendimento às normas em vigor.

Esse resumo apresenta os resultados obtidos em uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, que teve como objetivo a análise da utilização de ferramentas digitais de simulação de iluminação natural nas diferentes fases de um processo de projeto bioclimático.

A pesquisa dividiu-se em quatro etapas: revisão bibliográfica, pesquisa-ação, análise de resultados e proposição. Na etapa de pesquisa-ação, utilizou-se num primeiro momento um projeto piloto, para fins de compreensão e testes. Executado a partir dos dados climáticos da zona bioclimática 8 para a cidade do Rio de Janeiro, de acordo com as recomendações da NBR 15220-3:2003 - Zoneamento bioclimático brasileiro, o projeto teve como ênfase inicial a variável térmica. Num segundo momento foram analisados através da ferramenta digital Apolux versão Beta 3 (CLARO, 2012) alguns dos itens de iluminação natural inseridos no projeto inicial com base na intuição e

na experiência profissional da autora. Para as simulações foi estabelecido como parâmetro o atendimento às normas ABNT ISO/CIE 8995-1:2013: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior, devido à possibilidade de utilização do espaço analisado como home office, e à NBR 15575/2013- Desempenho de edificações habitacionais. Para análise do resultado de intenção de projeto quanto a um efeito de iluminação desejado, foram utilizadas imagens geradas pela ferramenta de simulação Apolux.

Como contribuição do estudo, foi proposto um possível roteiro de utilização de ferramentas digitais de simulação de iluminação natural em um processo de projeto bioclimático.

Os resultados das análises demonstraram o atendimento aos parâmetros normativos estabelecidos, tanto em relação ao fator de luz diurna (FLD) mínimo de 6%, quanto à iluminância mínima de 500 lux. Já a intenção de projeto em relação ao efeito de luz se revelou frustrada, servindo a ferramenta para indicação de solução. A conclusão do trabalho é de que a simulação de iluminação natural, em integração permanente ao processo de projeto, desde a sua fase inicial e em suas diferentes etapas, prevê dados importantes como auxílio a projetistas, para fins de análise e melhorias do projeto e da futura edificação.

## REFERÊNCIAS

APOLUX Beta versão 4. **Programa para cálculo de iluminação natural**. 2016. Disponível em: <foton.arq.ufsc.br>. Acesso em: 19/08/2016.

Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT ISO/CIE 8995-1:2013: **Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15575-1:2013 – **Edificações Habitacionais – Desempenho - PARTE 1 – Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

# ARQUITETURA DE TERRA EM UNIDADES AGRÍCOLAS FAMILIARES: ESTUDO DE CASO NO OESTE CATARINENSE

Cecília Heidrich Prompt, Msc. em Arquitetura e Urbanismo (UFSC)  
Orientador: Wilson Jesus da Cunha Silveira, Dr. (UFSC)

## 1. INTRODUÇÃO

As unidades agrícolas familiares são responsáveis pela produção da maior parte dos alimentos da cesta básica brasileira e abrigam a maioria da população rural do país (BRASIL, 2009). Observa-se, entretanto, um quadro de precariedade no meio rural, que tem como consequência extrema a migração das famílias para as cidades. Um dos meios para o incremento da qualidade de vida no campo é a redução do déficit habitacional, com a construção de moradias que possibilitem a permanência das famílias. O uso de materiais locais e naturais, muitas vezes disponíveis nas propriedades, pode viabilizar a construção de moradias mais adequadas ao modo de vida rural. A arquitetura de terra é aquela que utiliza o solo como matéria prima predominante.

Residência Rural em Seara – SC.



Fonte: Autora

Trata-se de edificações construídas com solo estabilizado, desde que a estabilização não seja obtida pelo processo de queima (HOFFMAN, 2002). No Oeste Catarinense, existe um grupo de nove famílias que optou por construir suas moradias com o uso de tecnologias de construção com terra. A pesquisa lança um olhar sobre esta experiência, e tem como objetivo verificar se estas moradias autoconstruídas são adequadas ao seu contexto sociocultural. O trabalho tem como base um referencial teórico que faz a triangulação entre os temas agricultura familiar, habitação rural e arquitetura de terra, e utiliza métodos

baseados na etnografia. A partir da descrição das edificações, é exposta a apropriação das técnicas e do espaço construído pelas famílias.

## 2. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório. O trabalho foi dividido em cinco etapas descritas a seguir:

Primeiramente foi feita uma pesquisa bibliográfica em três temáticas: agricultura familiar, habitação rural e arquitetura e construção com terra. Logo foi feita a delimitação do campo de pesquisa, restrito a um total de dez habitações localizadas no Oeste Catarinense para compor o estudo de caso.

Residência Rural em Descanso – SC.



Fonte: Autora

A terceira etapa da pesquisa consistiu na coleta de dados em campo. As técnicas utilizadas foram: levantamento arquitetônico das edificações, observação participante e a realização de questionários e entrevistas semiestruturadas.

Para o tratamento dos dados foram realizadas a sistematização dos questionários bem como análise das entrevistas por categorização. Estes dados foram cruzados com as observações e levantamentos arquitetônicos.

## 3. RESULTADOS

A partir da descrição das edificações, é exposta a apropriação das técnicas e do espaço construído pelas famílias. Finalmente, é realizada uma reflexão a respeito

da satisfação dos usuários, com base nas suas percepções a respeito de conforto e segurança. Os resultados demonstram que as tecnologias utilizadas são adequadas e possibilitam a permanência das famílias no campo. Este trabalho contribuiu para o aprofundamento da realidade rural da região, com foco na habitação, assim como para a área das investigações sobre arquitetura de terra.

## REFEÊNCIAS

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento Agrário e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.** Censo Agropecuário 2006. Agricultura Familiar – Primeiros Resultados. Rio de Janeiro, 2006.

HOFFMAN, Márcio. **Efeito dos argilo-minerais do solo na matéria prima dos sistemas construtivos com solo cal.** Dissertação apresentada ao curso de mestrado da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2002.

# AValiação de Ciclo de Vida de um Reator em Bateladas Sequenciais

Patrícia Braun, Bacharel Eng. Sanit. e Amb. (UFSC)

Guilherme M. Zanghelini, Msc. Eng. Sanit. e Amb. (UFSC)

Sebastião Roberto Soares, Dr. Gestão Trat. de Resíduos (INSA DE LYON)

## 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de tratamento de efluentes são utilizados há anos para reduzir os riscos de contaminação e os impactos no ambiente. Os investimentos em pesquisa na área resultaram em novas tecnologias, bem como no aprimoramento daquelas mais antigas. Porém, os esforços geralmente se limitam a atingir maiores eficiências, deixando de lado os impactos causados pelo próprio sistema de tratamento.

Por este motivo, os profissionais da área passaram a incorporar novos critérios e abordagens na escolha das técnicas disponíveis. Uma das formas de avaliar os impactos de maneira global, é através da Análise de Ciclo de Vida (ACV). A ACV é uma metodologia de apoio à tomada de decisão capaz de avaliar os impactos ambientais causados por um processo, produto ou serviço (GUINEÉ et al, 2011). Os primeiros estudos de ACV aplicados ao tratamento de efluentes são da década de 90 (COROMINAS et al., 2013).

## 2. DESENVOLVIMENTO

O sistema de tratamento avaliado pertence ao Laboratório de Efluentes Líquidos e Gasosos (LABEFLU) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Consiste em um Reator em Bateladas Sequenciais com Grânulos (RBSG), com capacidade de tratar 55 litros de efluente bruto por ciclo. Informações adicionais sobre o funcionamento do reator podem ser encontradas em Daudt (2015).

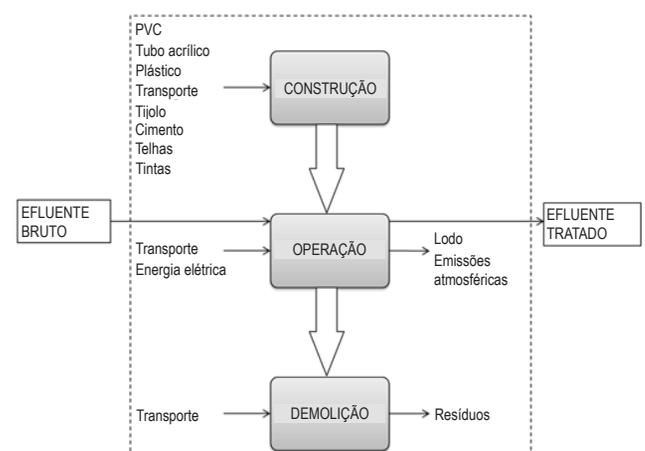
A unidade funcional (UF) estabelecida é 1 m<sup>3</sup> de esgoto tratado, considerando que o sistema garante eficiência mínima para atender os padrões de lançamento estabelecidos pela legislação vigente. Três etapas foram consideradas na fronteira do sistema: construção, operação e fim de vida. Os dados primários são oriundos de Daudt (2015).

O software utilizado para realizar a Avaliação de Impacto de Ciclo de Vida (AICV) é o SimaPro. O método escolhido para caracterização e normalização foi o CML 2000. O estudo direcionou a análise para o aquecimento global (AG), acidificação (AC), depleção da camada de ozônio (DCO), eutrofização (EU) e demanda acumulada de energia (DAE).

## 3. RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o fluxograma com as entradas e saídas de cada uma das etapas elementares. A linha tracejada indica a fronteira do sistema.

Figura 1. Fluxograma do processo



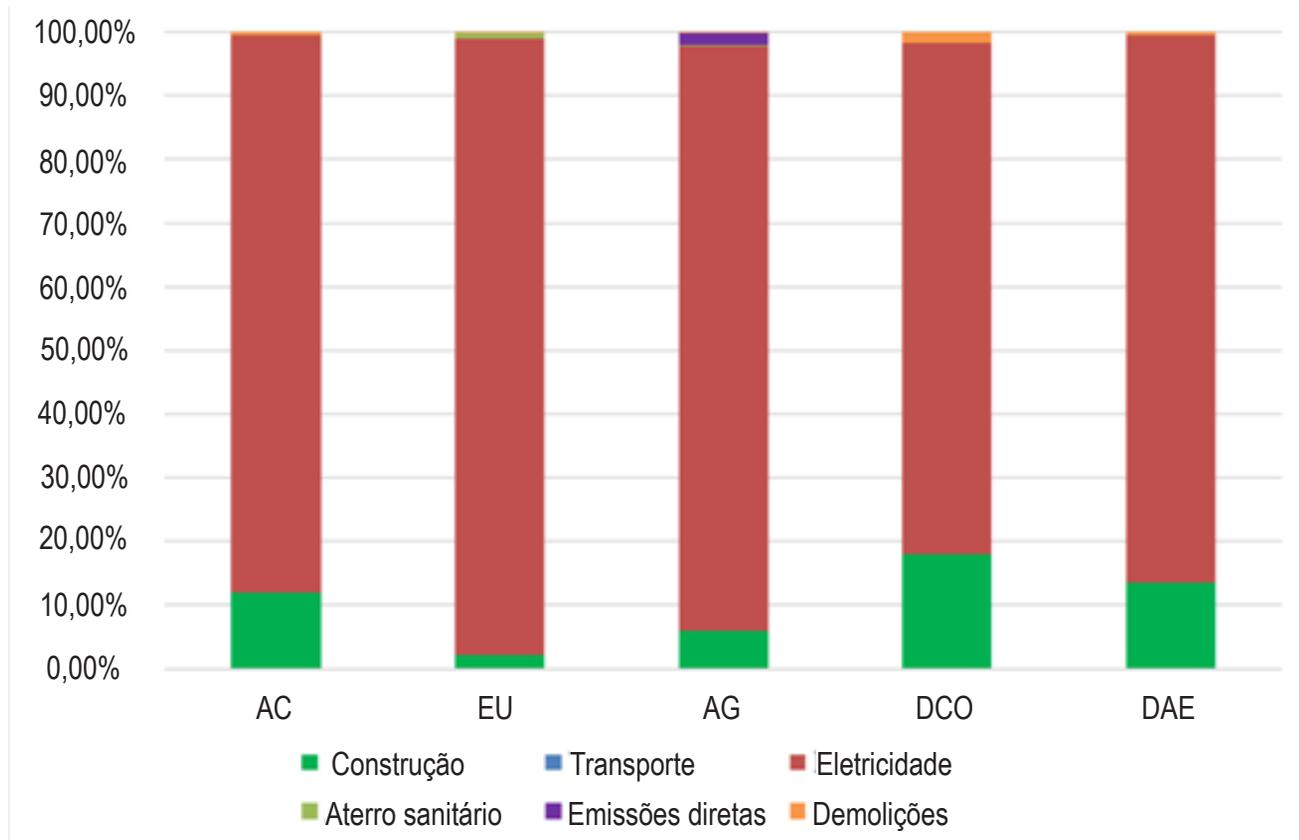
A Figura 2 apresenta os resultados para as categorias definidas no escopo. Conforme pode ser notado, em todas elas, predomina a etapa de operação variando entre, aproximadamente, 75% a 86% de contribuição. O maior responsável pelos impactos nesta fase é o consumo de energia o que o torna o principal gargalo do sistema.

A construção apresentou maior impacto nas categorias de depleção da camada de ozônio e demanda acumulada de energia, com 30% e 23% respectivamente (Figura 2). A etapa de demolição se mostrou desprezível em relação às demais (construção e operação), sendo que a maior contribuição ocorre para a depleção da camada de ozônio com 2,89% do total de impactos. Nas demais categorias a demolição representa menos de 1%.

## 4. CONCLUSÕES

O consumo de energia do processo foi um dos maiores responsáveis pelos impactos ambientais nas categorias avaliadas. Mesmo em categorias de impacto como o

Figura 2. Etapas do ciclo de vida do sistema de tratamento (resultados normalizados internamente).



Aquecimento Global, onde as emissões diretas de CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O-N do tratamento apresentavam potencial aparente de geração de impacto, a ACV demonstrou que os esforços de melhoria devem focar em outras frentes. Dessa forma, recomenda-se aprofundar os estudos considerando a possibilidade de utilização de outras fontes de energia, inclusive aproveitamento do biogás gerado no tratamento do lodo.

Apesar do lodo não ter sido um gargalo do processo, deve ser dada atenção a este resíduo pelo seu potencial poluidor, principalmente pela sua disposição em aterro e os efeitos causados pela degradação da matéria orgânica (lixiviado, emissões, etc.). Na busca pela sustentabilidade das estações, deve-se reduzir o volume gerado, bem como avaliar o tratamento e disposição desse material.

## REFERÊNCIAS

GUINEÉ, J. et al. **Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future.** *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, 90–96.

COROMINAS, L. et al. **Life cycle assessment applied to wastewater treatment: State of the art.** *Water Research*, v. 47, n. 15, p. 5480–5492, 2013.

DAUDT, Gilberto Caye. **Desempenho e emissões de óxido nítrico de reator em bateladas sequenciais com**

**grânulos aeróbios para tratamento de esgoto sanitário.** 2015. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

# BAMBU COMO MATÉRIA PRIMA PARA DESENVOLVIMENTO DE MOBILIÁRIO INFANTIL

Thalita Leal Dutra, Bacharel (UFSC);  
Ana Veronica Pazmino, Dra. (UFSC)

## INTRODUÇÃO

A utilização de bambu no setor industrial brasileiro ainda é muito incipiente. Os fatores que estimulam sua utilização são animadores; o Brasil possui ótimas perspectivas para seu cultivo, tais como: clima adequado, disponibilidade de áreas cultiváveis, amplo mercado interno e oportunidades de exportação para mercados que buscam cada vez mais produtos naturais e, sobretudo de baixo impacto ambiental.

## DESENVOLVIMENTO

O projeto foi desenvolvido para o Núcleo de Desenvolvimento Infantil – NDI, vinculado ao Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina. Identificou-se que o mobiliário deveria ser uma estante para ser utilizada na biblioteca servindo para colocar os livros e realizar atividades lúdicas e divertidas com as crianças.

Figura 1 Estante Encantada



Fonte: Dutra (2015)

De acordo com os requisitos de projeto foram geradas alternativas e junto com o artesão Gilmar Telles do Bambu Arte, foi escolhida e desenvolvida uma estante intitulada Estante Encantada, ela foi projetada de acordo com os padrões antropométricos da faixa etária de três anos de idade atendendo as necessidades encontradas no NDI – UFSC, e a viabilidade de construção artesanal da mesma.

A estante possui espaço para armazenar livros (4 prateleiras); brinquedos (2 baús); e um cenário central para uso das crianças e professores, também oferece elementos lúdicos que remete à contação de histórias e reforça o estilo divertido e lúdico que a estante propõe como pode ser observado na Figura 1.

O bambu utilizado é da espécie *Phyllostachys aurea*, com espessura de 4 cm. Elementos como: amarras sintéticas, tábua OSB, grampos, rodízios e tecidos compõem sua fabricação.

## CONCLUSÃO

O trabalho de conclusão do curso abordou o Design Sustentável a partir da pesquisa das propriedades do Bambu e sua potencialidade de uso e difusão no mercado. Além dos inúmeros benefícios que esta gramínea apresenta. O público-alvo foi identificado por meio da necessidade de abordar fatores sociais ao projeto, aliar a capacidade de uso do bambu a uma instituição de ensino e assim provocar mudanças positivas em seu contexto social; além de disseminar o conhecimento sobre esta matéria-prima e expandir projetos que a envolva.

## REFERÊNCIAS

DUTRA, Thalita. **Bambu como Matéria Prima para Desenvolvimento de Mobiliário Infantil**. Projeto de Conclusão do curso de design da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

GERN, Gabriel. **A Utilização do Bambu como Material Ecológico no desenvolvimento de Mobiliários**. Monografia de Graduação em Design. Universidade da Região de Joinville, 2008.

MANHÃES, Adriana. **Caracterização da Cadeia Produtiva do Bambu no Brasil: abordagem Preliminar.** Universidade Rural do Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <[http://bamusc.org.br/wp-content/uploads/2009/05/caracterizacao\\_cadeira\\_produtiva\\_adriana\\_pellegrini\\_manhaes.pdf](http://bamusc.org.br/wp-content/uploads/2009/05/caracterizacao_cadeira_produtiva_adriana_pellegrini_manhaes.pdf)>. Acesso em: 22 de Abril de 2015.

PAZMINO, Ana Veronica. **Como Se cria: 40 métodos para o design de produtos.** São Paulo: Editora Blucher, 2015.

REALIZAÇÃO:



CCE | CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO  
CTC | CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE DESIGN

APOIO:

