

O Problema do Pós-consumo do Coco no Brasil: Alternativas e Sustentabilidade

The Post-consumption Problem of Green Coconut in Brazil: Alternatives and Sustainability

Adriana Pacheco Martins*
Pedro Luiz Rodrigues da Silva**
Toshiko Watanabe***
Camilla Borelli****
João Paulo Pereira Marcicano*****
Regina Aparecida Sanches*****

*Mestre em Têxtil e Moda, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: adrianapachecomar@gmail.com

**Mestre em físico-química, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: peluiz@fei.edu.br

***Professora do Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: twatanabe@fei.edu.br

****Doutora em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
End. Eletrônico: cborelli@fei.edu.br

***** Livre Docente, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: joaomarcicano@yahoo.com.br

***** Livre Docente, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: regina.sanches@usp.br

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16566

Recebido em 21.10.2015

Aceito em 22.03.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

Esta revisão explora problema do pós-consumo do coco-verde no Brasil. Inicialmente foi feita uma investigação sobre os aspectos gerais da indústria do coco e de seus derivados. A origem

da geração dos subprodutos do coco e as consequências de tal indústria para a gestão rural e urbana também foram apontadas. Em seguida, foram pesquisados artigos e relatórios científicos para conferir as propriedades e as possíveis aplicações dos subprodutos do coco. Para complementar, foram apresentadas diferentes visões sobre o conceito teórico do desenvolvimento sustentável aplicado ao design de produtos. Como resultado, a literatura apresenta uma variada gama de potenciais aplicações para os subprodutos do coco em engenharia, entretanto, carece de pesquisas na área de gestão e logística da cadeia do coco. Conclui-se que os conceitos de sustentabilidade devem ser interpretados de forma ampla, mas também objetiva em pesquisas futuras a fim de viabilizar o consumo e o pós-consumo sustentável da fruta.

Palavras-chave: Biomassa. Coco-Verde. Fibra de Coco. Subproduto. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This literature review explores the problem of post-consumption of green coconut in Brazil. It starts by offering an analysis of the general aspects of the coconut industry and its derivatives. It also highlights the origins of coconut by-products, as well as the impacts of the industry in rural and urban management. The properties and potential uses of coconut by-products are also evaluated. The review presents diverse theoretical approaches regarding the concept of sustainable development as applied to product design. Results reveal a wide range of potential applications of coconut by-products in the field of engineering, although there is still an evident lack of research into the management and logistics of the coconut production chain. We argue that the concept of sustainability must be interpreted broadly, but also objectively, in any future research in order to facilitate the sustainable consumption and post-consumption of the green coconut.

Keywords: Biomass. Green Coconut. Coconut Fibre. By-product. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

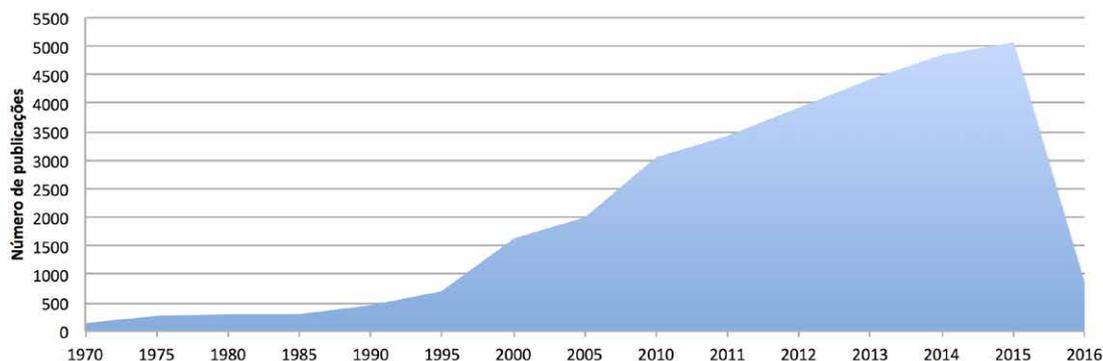
Esta revisão aborda o caso do pós-consumo da fruta coco e indica as alternativas de aproveitamento dos subprodutos do coco que têm sido discutidas pela literatura. As consequências da agroindústria do coco afetam diferentes aspectos do ambiente, por essa razão, buscou-se refletir sobre a questão da sustentabilidade em relação ao caso estudado. A vasta literatura estudada conta com detalhados relatórios de pesquisas empírica e histórica realizadas nacionalmente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Esta exerce forte influência na expansão da produção da fruta no Brasil, principalmente pelo desenvolvimento de variantes genéticas adaptadas para a agroindústria (SIQUEIRA *et al.*, 2002).

O aproveitamento dos subprodutos do coco é crescentemente discutido internacionalmente, principalmente nos últimos anos. A Figura 1 mostra a evolução da produção científica indexada no popular repositório “Google Acadêmico” a partir de uma busca com as palavras “coir”, “coconut fiber” e “fibra de coco”. Entretanto, são poucos os autores que associam o desenvolvimento tecnológico para o aproveitamento dos subprodutos do coco a um problema de gestão ambiental rural e urbana (ROSA *et al.* 2011b; SILVEIRA, 2008).

Grande parte dos estudos examinados limita-se ao desenvolvimento de tecnologias a serem aplicadas nos subprodutos do coco (pó, casca e fibras). Pouco se debate em relação às tecnologias de extração desses materiais (SILVEIRA, 2008) para que os mesmos possam ser empregados

como matéria-prima. Ainda menos, se contesta sobre projetos para gestão da distribuição e comercialização da fruta de maneira mais sustentável. Estas duas últimas lacunas podem ser consideradas como oportunidades para futuras pesquisas.

Figura 1 – Evolução da produção científica dedicada aos subprodutos do coco



Fonte: Google Acadêmico

Esta revisão é composta de três tipos de literatura; na primeira parte, o material explorado por meio de relatórios científicos, em sua maioria, tem o objetivo de atualização de dados em relação à produção e ao consumo do coco assim como os aspectos gerais relacionados ao caso. Buscou-se identificar as origens do problema.

Na segunda parte, foram apresentadas as propriedades dos subprodutos do coco por meio de pesquisas científicas nacionais e internacionais dedicadas à utilização desse material em diferentes aplicações e tecnologias.

Nessas duas etapas contou-se também com o suporte de fontes como periódicos para complementar o levantamento de dados. Por último, foram examinadas as visões de diferentes autores em relação ao conceito teórico de sustentabilidade empregado no desenvolvimento de produtos. Esta última parte tem como objetivo fazer uma reflexão sobre o problema estudado e sua importância para a sustentabilidade.

2 BREVE HISTÓRICO

O coqueiro é uma das palmeiras mais adaptáveis ao redor do globo, especialmente ao longo de 10 milhões de hectares em países tropicais (FAO, 2016). Seu fruto é extremamente consumido para a alimentação, bem como é utilizado na fabricação de produtos industrializados (MARTINS; JÚNIOR, 2011). Em muitos países, o coqueiro é conhecido como “árvore da vida”, devido às múltiplas possibilidades de aproveitamento de suas partes (BONTEMPO, 2008). A cultura do coqueiro data da Pré-história; o cultivo do coco no Sri Lanka e na Índia é milenar (MATHAI, 2005) e possui grande importância na economia de vários países asiáticos (VAN DAM, 2002).

Não se pode afirmar a origem do coco no Brasil, entretanto, a hipótese mais provável é de que os frutos tenham sido trazidos por navegantes europeus ou pelas correntes marítimas do sudoeste do Pacífico e da Ásia até as Américas (SIQUEIRA *et al.*, 2002). Em 2013 os principais produtores mundiais de coco eram a Indonésia, as Filipinas, a Índia e o Brasil. Estes com uma

produção de 18, 15, 12 e 3 milhões de toneladas, respectivamente (FAOSTAT, 2016). Em 2015 a produção nacional de coco, também chamado de coco-da-baía, sofreu uma queda de aproximadamente 1 milhão de toneladas (IBGE, 2016).

3 ASPECTOS GERAIS DA INDÚSTRIA DO COCO E DOS SEUS DERIVADOS

A cocoicultura exerce um papel importante na economia do Nordeste brasileiro, onde está localizada a maior parte da produção (66,5%). As regiões Norte, com 14,1% e Sudeste com 17% da produção também contribuem para o abastecimento nacional (PENHA *et al.*, 2005). As duas principais variedades de coqueiro cultivadas no Brasil são originárias do gênero *Cocos* da espécie *Cocos nucifera* L., sendo elas, a *typica*Nar (gigante), cujo fruto é colhido no 11º mês de maturação e destinado à retirada da poupa, a variedade *nana*Griff (anão) cujo fruto é colhido próximo do 8º mês, e é destinado à comercialização e industrialização da água de coco. O coqueiro híbrido é uma combinação das duas variedades (SIQUEIRA *et al.*, 2002; ARAGÃO *et al.*, 2005).

O coco-verde é uma das frutas mais consumidas nos litorais brasileiros. As múltiplas propriedades nutritivas da água de coco (BONTEMPO, 2008), como bebida isotônica e reidratante, contribuíram para o aumento da cultura do coco no Brasil, ao passo que incentiva a comercialização da bebida em forma *in natura* e envasada (FONTENELE, 2005). A água de coco também vem sendo testada na medicina e na biotecnologia, devido à propriedade estéril, onde pode ser usada como meio conservante ou de transfusão (PENHA *et al.*, 2005). Cerca de 60 milhões de litros de água de coco foram consumidos no País em 2008 (TAVARES, 2010). Segundo a consultoria Kantar World Panel, o volume de água de coco consumido entre 2014 e 2015 no Brasil aumentou em 15,5%; no mesmo período, o segmento de bebidas não alcoólicas apresentou queda de 8%. Em função desse crescimento, as principais indústrias do setor vêm investindo na ampliação das áreas de plantio, em tecnologias de produção, canais de distribuição, linhas de produto e marketing (SM, 2015).

Em relação aos subprodutos do coco, no passado, as fibras naturais duras como as do coco eram usadas na fabricação de produtos de baixo valor agregado, como na cordoaria e na tapeçaria, mas ao longo dos anos, a indústria de polímeros sintéticos assumiu a produção desses bens (JAYASEKARA; AMARASINGHE, 2010). Entre as décadas dos anos 1970 e 1980, no Brasil, a fibra de coco era utilizada na fabricação de estofamento de automóveis e na década de 1990 foi substituída pela espuma de poliuretano (SANTOS, 2006). Desde a segunda metade do século passado, a demanda por fibra de coco diminuiu gradualmente (RAJAN; ABRAHAM, 2007). Atualmente, devido a preocupações ambientais e ameaça de escassez de material sintético, grande valor tem sido dado aos materiais têxteis de origem natural, como fibra de coco (JAKUBOWSKA *et al.*, 2012). Em 2010 uma montadora de automóveis lançou a proposta de um carro-conceito com diversas soluções ecológicas em sua configuração, entre elas, o retorno ao uso de estofamento feito de fibra de coco e látex (FIAT, 2010).

O Brasil possui tradição no cultivo de fibras vegetais e expertise em tecnologia têxtil (DUARTE *et al.*, 2012). Entretanto, estima-se que apenas 10% do volume total de biomassa do coco seja aproveitado (BBC BRASIL, 2014). O fechamento do ciclo da cadeia agroindustrial do coco é viável no caso da indústria processadora, uma vez que esta tem a oportunidade de obter o subproduto da fruta *in loco* (MARTINS, 2013). Em contrapartida, a gestão do subproduto que é gerado do consumo do coco *in natura* ainda é um desafio. Isso devido a dificuldades burocráticas e de custo para a coleta e transporte do material, assim como inviabilidade tecnológica para a transformação desse material em perímetro urbano. Diante dessas limitações, projetos de iniciativa pública e privada para a gestão dos subprodutos do coco em áreas urbanas e litorâneas acabam sendo abandonados (BBC BRASIL, 2014).

A geração de subproduto do coco-verde é proporcional à produção da fruta (FERREIRA LEITÃO *et al.*, 2010), sendo assim, após a extração da água, o coco-verde gera um subproduto sólido que representa cerca de 80% a 85% do seu peso bruto (aproximadamente 2 kg) (ROSA *et al.* 2002). A efeito de comparação, outras fontes estimam que 10 kg de fibra podem ser extraídas de 1000 unidades de coco (FAO 2016).

Em 2013, a produção mundial de fibras de coco (coir) ultrapassou 1,2 milhão de toneladas, e os maiores produtores são (em mil toneladas): Índia (596), Vietnã (326), Sri Lanka (147), Tailândia (60) e Malásia (24) (FAO STAT, 2016). Nesses países, 80% da produção de fibra de coco é exportada como matéria-prima sem tratamento e é oriunda de pequenos produtores. Em suma, a maioria dos países em desenvolvimento não utiliza os subprodutos do coco na fabricação de produtos de alto valor agregado (FAO, 2016).

A China está se tornando a maior importadora de artefatos de fibra de coco da Índia. O país comunista importa a fibra e o fio para a fabricação de produtos no segmento de tapeçaria e jardinagem destinados ao comércio internacional a preços mais competitivos (FINANCIAL EXPRESS, 2011). Estatísticas da Food and Agriculture Organization (FAO) revelam que o Sri Lanka exportou cerca de 680 mil toneladas de fibra de coco no ano de 2011, sendo que 67% foram destinadas à China (FAO, 2012). Dados da produção sul-americana de fibras de coco não são expressos individualmente no relatório, assim como não são contabilizados pela FAO.

4 AS CONSEQUÊNCIAS DO PROBLEMA DO PÓS-CONSUMO DO COCO NO BRASIL

Do comércio in natura, assim como da industrialização da fruta, resultam subprodutos caracterizados como sendo a casca do coco e seus componentes. A falta de conhecimento sobre as propriedades dos subprodutos do coco pode ser um dos fatores que contribuem para o errôneo descarte desse material (ROSA *et al.*, 2001) em vez de ser amplamente aproveitado como insumo industrial.

O acúmulo desse material representa um problema para a gestão sanitária de diversas áreas rurais e urbanas além de ser nocivo ao ambiente quando despejado em aterros sanitários (SANTOS, 2006). A decomposição completa da casca de coco é lenta e pode levar cerca de 8 anos (CARIJO *et al.*, 2002). Esse fato, associado à volumosa dimensão unitária, torna a casca do coco um material de difícil manutenção para gestão sanitária urbana.

As praias do litoral brasileiro geram numerosas quantidades de subprodutos do coco. Em Fortaleza, cerca de 150 toneladas de cascas de coco-verde são descartadas por dia (OLIVEIRA, 2010). Aracaju gerou uma média de 1,4 tonelada por mês no ano de 2007 (BITTENCOURT, 2008). No litoral carioca, de 100 a 180 toneladas do mesmo material são coletadas nos fins de semana na alta estação (RIO DE JANEIRO, 2011). Em Salvador, cerca de 2.800 unidades de casca de coco são lançadas em temporada de pico (SILVEIRA, 2008).

Como toda matéria orgânica, as cascas de coco quando depositadas em aterros sanitários, em condições anaeróbicas, além de ocupar grandes espaços, sua decomposição natural é responsável pela produção e liberação de metano. Depois do dióxido de carbono, o metano é o segundo principal gás causador do efeito estufa, que contribui para o aquecimento global (PASSOS, 2005). Quando os subprodutos do coco são dispostos a céu aberto, podem contaminar o solo, por em risco a saúde local, deteriorar a área e o ambiente (SILVEIRA, 2008). De acordo com a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que decreta Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

(BRASIL, 2010), o subproduto do coco possui características para ter a destinação final ambientalmente adequada, entretanto, este acaba sendo erroneamente tratado como um rejeito.

Vários estudos, apresentados no item 5, comprovam que a casca de coco possui propriedades que justificam a utilização desse subproduto como insumo produtivo. A biomassa lignocelulósica, como as cascas de coco, é um recurso versátil e valioso que é inexoravelmente gerado na agroindústria. Portanto, a utilização desse material não compromete a indústria de alimentos e bebidas, mas, sim, evita o acúmulo inapropriado de material obsoleto no ambiente (FERREIRA-LEITÃO *et al.*, 2010). O não aproveitamento do material representa um custo a ser financiado pela sociedade no processo de descarte (SENHORAS, 2004). Sendo assim, a recuperação desse material, no sentido de reutilizá-lo em outros ciclos produtivos sustentáveis, torna-se uma necessidade (CORRADINI *et al.*, 2009) assim como uma solução viável para o problema do pós-consumo do coco (ANTUNES *et al.*, 2013).

O termo biomassa designa todo material orgânico e biodegradável, quer em estado natural (matéria-prima) ou na condição de subproduto, que pode ser usado como energia renovável e cuja combustão é neutra de emissão de CO₂. Exemplos comuns de biomassa são grãos alimentícios, bagaço de cana, frutas e vegetais, resíduos lignocelulósicos, palhas, cascas de nozes, árvores, resíduos de madeira, lodo, resíduos alimentares, óleos vegetais e resíduos animais (BASU, 2010). Por sua vez, a indústria do coco é uma fonte produtora de biomassa.

5 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE COCO E SUAS APLICABILIDADES

A casca do coco é composta basicamente de dois elementos principais, sendo eles uma camada interna lenhosa chamada endocarpo, a qual protege a poupa, e uma camada externa e mais espessa rica em membrana e fibra (VAN DAM, 2002). A membrana se assemelha a um pó e possui características adequadas para ser utilizada como substrato no cultivo de diversas espécies vegetais (ROSA *et al.*, 2002), por isso, é amplamente empregada nos setores de agricultura e jardinagem. Já as fibras do coco-verde, que correspondem a cerca de 30% do mesocarpo (VAN DAM, 2002), podem ser aplicadas em diversas áreas.

A fibra de coco é uma fibra lignocelulósica, qualificada como dura devido ao alto teor de lignina (VARMA *et al.*, 1984), um constituinte químico presente na madeira e em outras fibras como o linho. A lignina representa de 37% a 43 % da fibra de coco, já a cellulose varia de 31% a 37% (CORRADINI *et al.*, 2009). As fibras de coco possuem coloração marrom-amarelada, comprimento médio de 15 cm e a finura entre 14 e 24 μm (CRAWSHAW, 2002). Além da composição química, também podemos citar as propriedades físicas, como os valores dos parâmetros de médios de tenacidade (11 cN/tex), o alongamento (42%) e a densidade linear (19 tex) (RAO; DUTTA; UJWALA, 2005); esses valores indicam que as fibras de coco são altamente resistentes, possuem boa elasticidade, além de possuírem resistência à ação microbiana e à água salgada (VAN DAM, 2002).

O processo mecânico de extração de fibra de coco é detalhadamente apresentado em Silveira (2008). Após esse processo, muitos produtos podem ser fabricados a partir das fibras de coco nas mais variadas áreas (MARTINS *et al.*, 2013). Nesse sentido, Costa *et al.* (2014) avaliou as propriedades das fibras de coco e de outras fibras vegetais com o objetivo de verificar o potencial destas para serem empregadas no design de produtos sustentáveis. Os resultados indicaram que as primeiras possuem qualidades promissoras para aplicabilidades na indústria de materiais compósitos e na engenharia civil. A Tabela 1 mostra alguns outros exemplos.

Tabela 1 – Aplicações dos subprodutos do coco

Aplicações	Autor(es)
Absorção de íons metais tóxicos em efluentes industriais	SOUSA <i>et al.</i> , 2010
Biocompósitos	ROSA <i>et al.</i> , 2011a
Biodiesel	AVELINO GONÇALVES <i>et al.</i> , 2015
Briquetes	SILVEIRA, 2008
Compósitos de matrizes poliméricas	LEÃO <i>et al.</i> , 2015
Construção civil	FERRAZ <i>et al.</i> 2011
Filamentos de carbono ativado para a fabricação de têxteis de alta <i>performance</i> 37.5®	THIRTYSEVENFIVE, 2015
Geotêxteis	LAWRENCE; COLLIER, 2010
Imobilização da lacase usado no clareamento de suco de maçã	DE SOUZA BEZERRA, 2015
Indústria automotiva	SALAZAR <i>et al.</i> , 2011
Material têxtil	MARTINS <i>et al.</i> , 2013
Painéis de isolamento acústica	FOULADI <i>et al.</i> , 2009
Painéis de isolamento térmica	MUKHOPADHYAY <i>et al.</i> , 2011
Paisagismo e Jardinagem	COSTA <i>et al.</i> , 2006
Placas de madeira compensada	CALAYAG, 2015
Polpa de celulose para fabricação de papel	MAIN <i>et al.</i> , 2015
Produção de enzimas	OLIVEIRA, 2010
Produção de nanofibras de celulose	NASCIMENTO <i>et al.</i> , 2014
Remoção de fluoreto de soluções aquosas	BHAUMIK; MONDAL, 2015
Substrato agrícola	MIRANDA <i>et al.</i> , 2014
Tratamento de efluentes da Indústria Têxtil	CRISTOVÃO <i>et al.</i> , 2012

Fonte: Os autores.

As fibras da casca do coco possuem outras propriedades que se mantêm ativas por um longo período e que impactam em alto desempenho se empregadas como substrato agrícola no paisagismo e no plantio de hortaliças, dispensando a utilização de solo. Entre essas propriedades estão os níveis ótimos de porosidade, absorção e resistência aos fertilizantes (ARAGÃO *et al.*, 2005). A fibra de coco tornou-se substituta ao xaxim de samambaiaaçu (*Dicksonia sellowiana*) proibida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) desde 2001, devido à ameaça de extinção (RIO DE JANEIRO, 2001; COSTA *et al.*, 2006).

A fibra de coco confere vantagens em relação aos outros materiais de origem sintética quando empregada em geotêxteis, tanto por possuir alta resistência quanto por ser um material 100% natural e biodegradável em um espaço de tempo satisfatório para essa finalidade (MATHAI, 2005). Geotêxtil é o termo dado a um material têxtil permeável desenvolvido para ser utilizado na engenharia civil ou para aplicação técnica em contato com o solo, com a finalidade de controle da erosão e estabilização de solos e rios. A forma mais comum de geotêxteis é em nãotecido também chamados de mantas ou biomanta (LAWRENCE; COLLIER, 2010).

Todas essas possibilidades no cenário da fibra de coco são de grande importância para a gestão de resíduos agroindustriais. Acredita-se que com o desenvolvimento de tecnologias adequadas para o aproveitamento dos subprodutos do coco, tal material deixaria de ser conceituado como resíduo e passaria a ser visto como uma matéria-prima (ROSA *et al.*, 2011b).

6 PERSPECTIVA TEÓRICA SOBRE O COMPROMISSO COM A SUSTENTABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

O conceito de Desenvolvimento Sustentável, surgiu na década de 1980 por meio da publicação “Nosso Futuro Comum” e afirmou-se nos anos de 1990 durante o encontro da Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (Cnuds), realizado no Rio de Janeiro (CMMAD, 1991). Na ocasião, foram determinadas metas para reduzir o impacto ambiental e social (AGENDA 21, 1992). Fundamentado nos princípios desse conceito, Sachs (2004) defende que o cumprimento de tal ideal está baseado no imperativo ético e equilibrado com relação à produção da geração atual sem comprometer os recursos das gerações futuras. O economista também propõe a reflexão sobre outros pilares do desenvolvimento sustentável, sendo eles, o pilar cultural, político e territorial além do social, ambiental e econômico já estabelecidos.

Os ideais do desenvolvimento sustentável ajudaram a discutir sobre o papel fundamental da integração de critérios ambientais nas atividades industriais e gerenciais. Entre as iniciativas favoráveis à sustentabilidade podem-se citar as políticas para aquisição de materiais de baixo impacto ambiental, o design de produtos e serviços mais eficientes e duráveis, o aumento do reúso e da reciclagem, assim como o incentivo ao consumo consciente. Com base nos princípios do desenvolvimento sustentável, constrói-se a noção de se desenvolver produtos que sejam sustentáveis. Ou seja, produtos capazes de proporcionar múltiplos benefícios, entre eles, o econômico, concebido por meio do uso inteligente dos recursos e materiais, e da satisfação do usuário com um produto mais eficiente e, conseqüentemente, mais valorizado (FAUD-LUKE, 2009).

Sachs (2007) também sugere que uma estratégia de desenvolvimento sustentável deve ser baseada no uso diversificado dos recursos naturais de forma racional; consciente de que as atividades econômicas, antes de qualquer coisa, fazem parte de um ambiente natural. Por essa razão, este autor acredita que o gerenciamento inteligente dos recursos da natureza é favorável no caso de países tropicais como o Brasil, uma vez que este possui condições suficientes para exercer suas atividades de maneira sustentável utilizando seus próprios recursos, como por exemplo, a biomassa.

Diegel *et al.* (2010) argumentam que após a consolidação do conceito de sustentabilidade, designers e engenheiros posicionaram-se mais conscientes diante da preservação dos recursos naturais, entretanto, o termo se popularizou mais do que se desenvolveu na prática. A sustentabilidade foi incorporada na educação com a responsabilidade de conduzir o progresso a longo prazo. No entanto, a definição do conceito “sustentável” confundiu-se entre uma real conscientização, uma moda ou um apelo de marketing. A metodologia de concepção do eco-design e do design sustentável serve como um exercício de conscientização assim como de potencialização do uso das tecnologias. Todavia, pouco se explora com relação aos métodos de manufatura dos produtos, ou se estes produtos sustentáveis são, de fato, capazes de atender à demanda da produção em massa (DIEGEL *et al.*, 2010).

Outros autores argumentam que as visões anteriormente discutidas ainda abordam questões essencialmente pragmáticas (GARCEZ; VIANA, 2009), tratam-se apenas da substituição de materiais de alto impacto ambiental por processos ou materiais mais ecológicos ou passíveis de reciclagem. Não se discute o objetivo do design (o objetivo de se fabricar determinado produto), o contexto o qual ele está inserido, ou se o objetivo do design é capaz de sustentar relações que vão além dos interesses meramente comerciais (FRY, 2009).

A sustentabilidade deve considerar a relação sistêmica entre os atores envolvidos no ambiente. Isso se refere às responsabilidades que cabem aos agentes da sociedade industrial contemporânea inseridos em economias agrícolas e as suas relações com a produção e o consumo dos recursos naturais. As sociedades exigem das indústrias medidas concretas em relação à responsabilidade ambiental e ao manejo das atividades. Nesse sentido, o gerenciamento do fluxo de material e energia, de modo a fechar o ciclo da cadeia produtiva, melhora o relacionamento entre as atividades industriais e o ambiente (PACHECO; HOFF, 2013).

7 CONCLUSÃO

O estudo indicou que a potencial biomassa do coco continua sendo erroneamente tratada como rejeito devido à falta de gestão e logística voltada para a sustentabilidade na cadeia do coco. Ainda assim, há uma forte tendência de crescimento no consumo da fruta para os próximos anos, o que, conseqüentemente, levará ao aumento da geração de subproduto. Instituições de pesquisa como Embrapa, IBGE e FAO fornecem dados precisos em relação ao volume de produção do coco, contudo, não foram encontradas evidências que informem o volume total de subprodutos do coco que é aproveitado industrialmente e a parcela que é disposta como rejeito no Brasil.

A utilização dos subprodutos do coco tem sido amplamente discutida nas pesquisas científicas nacionais e internacionais. Entretanto, a literatura carece de estudos sobre: i) a gestão da comercialização e distribuição sustentável da fruta coco em perímetro urbano; ii) o desenvolvimento de tecnologias viáveis de extração de fibras de coco; iii) gestão sustentável dos subprodutos do coco em áreas urbanas e litorâneas; e iv) sobre o impacto da industrialização da água de coco. Essas lacunas são consideradas como relevantes oportunidades para futuras pesquisas.

A literatura corrobora o fato de que o conceito de sustentabilidade deve ser incorporado ao desenvolvimento de produtos, entretanto, ele deve ir além da questão pragmática. Não se trata da simples substituição de materiais ou métodos poluentes por outros mais “amigáveis ao meio ambiente” ou simplesmente naturais para fabricar os mesmos produtos, com os mesmos objetivos comerciais. A sustentabilidade deve ser interpretada de forma ampla e ainda assim, objetiva, colocando o objeto e sua função no mundo como o centro da questão. Os autores deste artigo acreditam que essas abordagens sobre os conceitos da sustentabilidade podem ser desenvolvidas em pesquisas futuras que se dediquem não somente ao desenvolvimento específico de um produto com aplicação da biomassa do coco, mas também em projetos para viabilização sustentável da cadeia do coco como um todo.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. **Programme of Action for Sustainable Development**. 14 jun. 1992. Disponível em: <<http://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&nr=23&type=400&menu=35>>. Acesso em: 02 set. 2015.

- ANTUNES, M. C. *et al.* Fatigue Life of Coir Fiber Reinforced PP Composites: Effect of Compatibilizer and Coir Fiber Contents. **Polym Eng Sci**, 53, p. 2159-65, 2013.
- ARAGÃO, W. M.; SANTOS, V.; ARAGÃO, F. Produção de Fibra de Cultivares de Coqueiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 4 p. Comunicado Técnico 36.
- BASU, P. **Biomass gasification and pyrolysis: practical design and theory**. Academic press, 2010.
- BBC BRASIL. **Custos fazem empresários desistirem de reciclar coco em São Paulo**. São Paulo, 17 fev. 2014. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/02/140207_coco_reciclagem_abre_pai>. Acesso em: 18 mar. 2016.
- BEZERRA, T. M. de S. *et al.* Covalent immobilization of laccase in green coconut fiber and use in clarification of apple juice. **Process Biochemistry**, v.3, n. 50, p. 417-423, 2015.
- BHAUMIK, R.; MONDAL, N. K. Adsorption of fluoride from aqueous solution by a new low-cost adsorbent: thermally and chemically activated coconut fibre dust. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 8, n. 17, p. 2157-2172, 2015.
- BONTEMPO, M. **O poder medicinal do coco e do óleo de coco extravirgem**. São Paulo: Alaúde Editorial, 2008.
- BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Brasília, DF, 2 ago. 2010.
- CALAYAG, M. B. Value Analysis of Coco Board for Production Sustainability. In: **Industrial Engineering, Management Science and Applications 2015**, Springer Berlin Heidelberg. p. 45-53, 2015
- CARIJÓ, O. A.; LIZ, R. S.; MAKASHIMA, N. Fibra da casca do coco-verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**. v. 4, n. 20, p. 533-535, 2002.
- CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- CORRADINI, E. *et al.* Composição Química, Propriedades Mecânicas e Térmica da fibra de frutos de cultivares de coco-verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 837-846, 2009.
- COSTA, A. C. de S.; LIMA, G. B. A.; DIAS, J. de. C. Estratégias de reutilização de resíduos: o caso do projeto coco-verde. In: **Simpósio de Engenharia de Produção, 2006, Bauru. Anais do Simpósio de Engenharia de Produção**, Bauru, 2006.
- COSTA, C. R.; RATTI, A.; DEL CURTO, B. Product development using vegetable fibers. **International Journal of Design & Nature and Ecodynamics: a transdisciplinary journal relating nature, science and the humanities**, v. 9, p. 237-244, 2014.
- CRAWSHAW, G. H. **Carpet manufacture**. New Zealand: Chaucer press Limited, 2002.
- CRISTOVÃO, R. O. *et al.* Green coconut fiber: a novel carrier for the immobilization of commercial laccase by covalent attachment for textile dyes decolorization. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 28, n. 9, p. 2827-2838, 2012.
- DIEGEL, O.; SINGAMNE, R.; WITHELL, A. Tools for Sustainable Product Design: Additive Manufacturing. **Journal of Sustainable Development**, v. 3, n. 3, p. 69-75, 2010.

DUARTE, A. Y. S. *et al.* Ethnobotany of Natural Fibres – *Bactris setosa* (tucum) in a Traditional Rural Community. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. v. 20, n. 2, p. 18-20, 2012. **Open access**. Disponível em: <<http://www.fibtex.lodz.pl>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Future fibers: Statistical Bulletins**. 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/futurefibers/resources2/en/>>. Acesso em: 23 jun. 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Future fibers: Coir**, Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/futurefibers/fibres/coir/en/>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division. 2014. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/*/E>. Acesso em: 14 mar. 2016.

FAUD-LUKE, A. **The eco-design handbook**. Londres: Thames & Hudson, 2009.

FERRAZ, J. M. *et al.* Effects of treatment of coir fiber and cement/fiber ratio on properties of cement-bonded composites. **BioResources**, v. 2, n. 6, p. 3481-3492, 2011.

FERREIRA-LEITÃO, V. *et al.* **Biomass Residues in Brazil: Availability and Potential Uses. Waste Biomass** Valor, p. 65-76, 2010.

FIAT. **Uno Ecology**. 2010. Disponível em: <<http://www.fiat.com.br/sustentabilidade/produto/uno-ecology.html>>. Acesso em: 29 jan. 2014

FINANCIAL EXPRESS. **China to become India's largest trading partner in coir products**. Jul. 2011. Financial Express. Disponível em: <<http://search.proquest.com/docview/875682914?accountid=9670>>. Acesso em: 29 jun. 2014

FONTENELE, R. E. S. Cultura do Coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras. In: **Congresso da Sober**, 2005. Ribeirão Preto. Anais do Congresso da Sober, 2005. p. 1- 20.

FOULADI, M. H. *et al.* Utilization of coir fiber in multilayer acoustic absorption panel. **Applied Acoustics**, v. 3, n. 71, p. 241-249, 2010.

FRY, T. **Sustainability, ethics and new practice**. Nova York: Berg Publishers, 2009.

GARCEZ, C. A. G.; VIANA, J, N. de S. Brazilian Biodiesel Policy: Social and Environmental considerations of Sustainability. **Energy**, v. 5, n. 34, p. 645-654, 2009.

GONÇALVES, F. A.; SILVINO. dos. S. E.; RIBEIRO. de. M. G. Use of cultivars of low cost, agroindustrial and urban waste in the production of cellulosic ethanol in Brazil: A proposal to utilization of microdistillery. **Renew and Sustain Energy Rev**, n. 50, p. 1287-303, 2015.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Pesquisa Estatística, 2016. 78 p. v. 29, n. 01.

JAKUBOWSKA , A. K.; BOGACZ, E.; MALGORZATA, Z. Review of Natural Fibers. Part I – Vegetable Fibers. **Journal of Natural Fibers**. v. 3, n. 9, p. 150-167, 2012.

JAYASEKARA, C.; AMARASINGHE, N. Coir – Coconut Cultivation, Extraction and Processing of Coir. In: MÜSSIG, J. (Org.). **Industrial Applications of natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications**. John Wiley & Sons Ltd. 2010.

- LAURENCE, C.; COLLIER, B. Natural Geotextiles. In: LAURENCE, C.; COLLIER, B. (Org.). **Biodegradable and Sustainable Fibres**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2005. p. 343-366.
- LEÃO, R. M. *et al.* Surface Treatment of Coconut Fiber and its Application in Composite Materials for Reinforcement of Polypropylene. **Journal of Natural Fibers**, v. 6, n. 12, p. 574-586, 2015.
- MAIN, N. M. *et al.* Linerboard Made from Soda-Anthraquinone (Soda-AQ) Treated Coconut Coir Fiber and Effect of Pulp Beating. **BioResources**, v. 4, n. 10, p. 6975-6992, 2015.
- MARTINS, C. R.; JUNIOR, L. A. de J. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 28 p. Documentos 164.
- MARTINS, A. P. *et al.* Aproveitamento de fibra de coco-verde para aplicabilidade têxtil. **Redige**. v. 4, n. 2, p. 1-16, 2013.
- MARTINS, A. P. **Construção de estruturas têxteis a partir de fibra de coco-verde**. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda), Universidade de São Paulo, 2013
- MATHAI, P. M. Coir. In: FRANCK, R. R. **Bast and other plant fibers**. The Textile Institute. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2005. p. 275-313.
- MIRANDA, F. R. D. *et al.* Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fibre substrate. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 4, n. 45, p. 833-841, 2014.
- MUKHOPADHYAY, S., ANNAMALAI, D.; R. SRIKANTA, R. Coir fiber for heat insulation. **Journal of Natural Fibers**, v. 1 n. 8, p. 48-58, 2011.
- NASCIMENTO, D. M. *et al.* A novel green approach for the preparation of cellulose nanowhiskers from white coir. **Carbohydrate polymers**, n. 110, p. 456-463, 2014.
- OLIVEIRA, S. L. de. **Aproveitamento da casca de coco-verde** Cocos Nucifera. L para fabricação de celulose. 2010. 86 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2010.
- PACHECO, J. M.; HOFF, D. N. Fechamento de Ciclo de Matéria e Energia no Setor Sucroalcooleiro. **Sustentabilidade em Debate**, v. 4, n. 2, p. 215-236, 2013.
- PASSOS, P. R. A. **Destinação Sustentável de Cascas de Coco** (Cocos nucifera) Verde: Obtenção de Telhas e Chapas de Partículas. 2005. 186 f. Tese (Doutorado em Ciências e Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- PENHA, E. M.; CABRAL, L. M.; MATTA, V. M. Água de coco. In: FILHO, W. (Org.). **VG Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**, São Paulo: Edgard Blucher, 2005. p.1-11.
- RAJAN, A.; ABRAHAM, T. E. Coir Fiber Process and Opportunities – Part 2. **Journal of Natural Fibers**, v. 4, n. 1, 2007.
- RAO, G. V.; DUTTA, R. K.; UJWALA, D. Strength Characteristics of Sand Reinforced with Coir Fibers and Coir Geotextiles. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, Estados Unidos, v. 10, 2005. **Open access**. Disponível em: <<http://www.ejge.com>>. Acesso em: 25 fev. 2013.
- RIO DE JANEIRO. Projeto de Lei nº 3419/2002 – Regulamenta a resolução Conama nº 278, de 24 de maio de 2001, dispõe sobre o corte, exploração, industrialização, transporte e comercialização de produtos e subprodutos provenientes do xaxim *dicksonia sellowiana*, no Rio de Janeiro. Alerj, Rio de Janeiro, RJ, 4 dez. 2002.

RIO DE JANEIRO (Estado). Projeto de Lei nº 295.2011, de 23 de abril de 2011. Institui o Programa de reciclagem de coco-verde no âmbito do estado do Rio de Janeiro. Alerj, Rio de Janeiro, RJ, 12 abr. 2011.

ROSA, M. de. F. *et al.* Caracterização do pó da casca de coco-verde usado como substrato agrícola. Embrapa Agroindustrial Tropical, 2001. Comunicado Técnico.

ROSA, M. de. F. *et al.* Utilização da Casca de Coco como Substrato Agrícola. Fortaleza: Embrapa, 2002. 24 p. Documentos 52.

ROSA, M. de. F. *et al.* Effect of fiber treatments on tensile and thermal properties of starch/ethylene vinyl alcohol copolymers/coir biocomposites. *Bioresource technology*, v. 21, n. 100, p. 5196-5202, 2011a.

ROSA, M. de. F. *et al.* Valorização de resíduos da agroindústria. In: II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindústria – II SIGERA, 2011, Foz do Iguaçu. **Anais do II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindústria – II SIGERA**, p. 89-105, 2011b.

SACHS, I. **Sustentabilidade Hoje**. São Paulo: Abril, 2007.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SALAZAR, V. L. P. *et al.* Biodegradation of coir and sisal applied in the automotive industry. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 3, n. 19, 677-688, 2011.

SANTOS, A. M. **Estudo de Compósitos Híbridos Polipropileno / Fibras de Vidro e Coco para Aplicações em Engenharia**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SENHORAS, E. M. Oportunidade na cadeia agroindustrial do coco-verde. Do coco nada se perde, tudo se desfruta. **Revista Urutagua**, Maringá, n. 05, 2004.

SILVEIRA, M. S. **Aproveitamento das cascas de coco-verde para produção de briquetes em Salvador-BA**. 2008. 167 p. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa). Escola Politécnica Federal da Bahia, Salvador, 2008.

SIQUEIRA, L. A. *et al.* A introdução do coqueiro no Brasil, importância histórica e agronomia. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 24 p. **Documentos**, 47.

SM. Água de coco avança 15% em volume, Supermercado Moderno. 18 set. 2015. Disponível em: <<http://www.sm.com.br/detalhe/agua-de-coco-o-mercado-avanca>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

SOUSA, F. W. *et al.* Green coconut shells applied as adsorbent for removal of toxic metal ions using fixed-bed column technology. **Journal of environmental management**, v. 8, n. 91, p. 1634-1640, 2010.

TAVARES, M. F. de. F. Pós-Coco: Agregação de valor na cadeia produtiva do coco-verde. Central de cases. Disponível em: <<http://www.espm.br/Publicacoes/Central DeCases/Documents/POS-COCO.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2011.

THIRTYSEVENFIVE. About Cocona. Disponível em: <<https://www.thirtysevenfive.com/about-cocona/story>>. Acesso em: 10 mar. 2015.



VAN DAM, J. E. G. **Improvement of Drying, Softening, Bleaching and Dyeing Coir Fibre/Yarn and Printing Coir Floor Coverings**. Wageningen: FAO CFC, 2002. 61 p. Artigo Técnico 6.

VARMA, D. S.; VARMA, M.; VARMA, K. Coir fibers: Part I: Effect of physical and chemical treatments on properties. **Textile Research Journal**, n. 54, p. 827-832, 1984.