

ALTERNATIVAS DE REUSO E RECICLAGEM DE FIBRA DE COCO COMO ESTRATÉGIA DE GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA COCOICULTURA E AGROINDÚSTRIA DO COCO

Aparecido Tiago Leite de Andrade ¹

José Pereira da Silva Filho ²

Editone Freitas de Moraes ³

RESUMO

A solução do desafio de gerenciar a produção de resíduos sólidos na cocoicultura e agroindústria do coco passa pela crescente busca de materiais renováveis, a utilização da fibra de coco pode associar as duas faces, redução dos estoques de resíduos sólidos para o nicho e fornecimento da matéria-prima de origem renovável para as diversas áreas de uso. Este trabalho baseia-se em revisão bibliográfica sobre as tendências de utilização de resíduos da produção do coco para elencar algumas estratégias de reuso e reciclagem da fibra, que podem ter viabilidade social, ambiental e financeira para aplicação em escala industrial e compor sistemas de gestão ambiental na base da cadeia produtiva do coco.

Palavras-chave: Fibra de coco, reutilização, gestão ambiental.

¹ Graduando do Curso de Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Zona Leste (Ead). aparecidotiagoleite@gmail.com

² Graduando do Curso de Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Zona Leste (Ead). pereiraagrarias@icloud.com

³ Graduando do Curso de Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Zona Leste (Ead). editonemorais@gmail.com

INTRODUÇÃO

A produção industrial sempre tem sido responsável por gerar quantidades consideráveis de resíduos sólidos, e tem sido um desafio ambiental a identificação de ações adequadas à minimização, reciclagem, tratamento e destinação final desses. Na agroindústria do coco a produção de resíduos é considerada elevada dada a relação entre produto e resíduo.

Segundo SILVA *et al* (2017) cerca de 10% da massa do fruto é composta por fibras e, de acordo com o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola 2016 (LSPA-2016), realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), para a produção de coco (*Cocos Nucifera*), o Brasil, numa área plantada que se estende por quase todo o território nacional (10), produziu 1.896.124 toneladas na safra 2015, nessa proporção o volume gerado estimado de fibra de coco foi de aproximadamente 960 mil m³. Com o crescimento do consumo interno de água de coco entre 10 e 20% ao ano (5), as estimativas de aumento na geração de resíduos que, são basicamente fibras de coco, nos próximos anos são desafiadoras para a gestão ambiental na cocoicultura e no gerenciamento desses resíduos.

No tocante à gestão ambiental, quando se considera resíduos sólidos deve-se recorrer às diretrizes da política nacional de resíduos sólidos (PNRS), onde, no artigo 9º lê-se “Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”(11).

Seguindo o expressado na PNRS para a cocoicultura e agroindústria do coco é indicado gerenciar a partir de reutilização, uma vez que não geração e redução ainda podem estar tecnologicamente distantes considerando o aumento da produção. Para tanto tem-se desenvolvido diversas pesquisas para a reutilização dos volumes de fibras de coco que são muitas vezes descartadas diretamente na natureza sem controle, o que configura poluição ambiental bem como pode levar a proliferação de vetores de doenças.

Este trabalho tem como objetivo apresentar algumas alternativas que têm sido estudadas e avaliadas para a reutilização, reciclagem e tratamento de fibras de coco em diversas áreas como agrícola, filmes termoplásticos, construção civil, indústria e ambiental, que podem integrar sistemas de gestão ambiental aplicados a cocoicultura e agroindústria do coco como uma solução para o passivo ambiental, substituição de matérias-primas não renováveis e geração de emprego e renda.

METODOLOGIA

A partir do levantamento bibliográfico pode-se conhecer as alternativas que estão sendo estudadas para a minimização dos impactos ambientais gerados pela indústria do coco, das diversas aplicações do resíduo sólido desta indústria, seguem apresentadas cinco que podem ter viabilidade técnica.

Aplicações Agrícolas – *Adubo orgânico, substrato e jardinagem*

Alguns produtores e agroindústrias têm utilizado o pó da casca e fibra de coco como adubo orgânico (figura 1).

Figura 1 - Acúmulo de cascas na indústria e utilização do adubo no campo



Fonte: BBC Brasil, 2014. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/02/140207>>

A biomassa de cascas secas ao sol é triturada até formar um pó de coco triturado. Neste processo são utilizadas não somente as fibras do mesocarpo e epicarpo como também o endocarpo (14) dos frutos, o processo converte em 300 Kg de pó de adubo orgânico para cada tonelada de cascas. O pó triturado de coco tem sido utilizado em uma indústria no Norte e

Nordeste e o composto pode ser utilizado ainda nas plantações da cana-de-açúcar, flores entre outros cultivares devido sua alta capacidade de absorção de água.

Segundo Emerson Tenório (5). Outro uso na agricultura é a cobertura de solo em cultivares como grãos, que, além de melhorar a retenção de umidade pela redução de área descoberta ao sol nos campos, o que melhora o controle da erosão em períodos chuvosos, tem capacidade também de controle de ervas daninhas pela supressão da área disponível, reduzindo a utilização de herbicidas e melhorando o manejo.

A produção de substrato tem sido muito utilizada em hidroponia, produção de hortaliças, tomate e jardinagem. Nas três primeiras (figura 2) os estudos e utilização vão no sentido do aumento da capacidade de absorção de água no substrato a partir da mistura com a fibra de coco, segundo SAMPAIO o aumento da quantidade de fibra de coco na mistura proposta por ele melhorou a capacidade de retenção de umidade do substrato, o que influencia diretamente a emergência das sementes de mudas de tomateiro, sendo considerado um bom substrato a partir da correção de nutrientes, quando comparado a substratos comerciais.

Figura 2 - Utilização de fibra de coco na produção de mudas de tomateiro e hortaliças.



Fonte: Conosul, 2015. Disponível em <<http://www.conosul.com.br/novidades/como-cultivar-em-fibra-de-coco/>>

Na jardinagem a fibra de coco tem diversos usos, além de substrato, tem sido utilizada na substituição do xaxim, na confecção de peças como estacas, mantas, vasos, placas, entre outros. A confecção dessas peças já direciona inclusive estudos da embrapa (4) para a produção de materiais prensados como o MDF (compensado de madeira) a partir da fibra de coco e utilizá-la como alternativa para a indústria moveleira reduzindo a necessidade de madeiras de plantio comercial ou desmatamento.

Apliação na indústria de filmes termoplásticos

A busca por materiais biodegradáveis que possam substituir o plástico e isopor em contato com produtos alimentícios tem levado a estudos diversos que consideram as fibras vegetais e o amido como produtos promissores para esse propósito. Com as fibras de coco foram realizadas pesquisas para a produção de filmes biodegradáveis.

Na pesquisa realizada por MACHADO foi proposto a formulação de filme biodegradável composto por amido de mandioca, glicerol e nanocelulose da fibra de coco, onde a nanocelulose teve papel importante a partir da formação do filme com a redução do potencial hidrofílico pela presença de nanocristais, o que proporcionou uma resistência devido sua propriedade mecânica, interação com a água e solubilidade.

No estudo observou-se a vantagem em se obter a nanocelulose da fibra de coco por hidrólise ácida e sua capacidade de uso como reforço de matrizes poliméricas biodegradáveis.

“Os resultados encontrados no estudo confirmam que a nanocelulose da fibra do coco, o amido de mandioca e o glicerol se apresentam como materiais promissores para o desenvolvimento de compósitos biodegradáveis. A obtenção da nanocelulose da fibra do coco por hidrólise ácida é vantajosa, pois deste processo resulta nanocristais que apresentam grande potencial para serem utilizados como reforço de matrizes poliméricas biodegradáveis, devido ao seu tamanho nanométrico e alto grau de cristalinidade. A aplicação dessas nanocargas em filmes de amido plastificados com glicerol resultou na obtenção de um material homogêneo com características mecânicas, de barreira e térmicas apropriadas e com o diferencial de serem biodegradáveis.” MACHADO *et al* (2013).

Como avaliado por MACHADO, as propriedades mecânicas da fibra de coco tornam-na um material de grande potencial para a utilização em compostos biodegradáveis, o nanobiocompósito proposto pelo seu estudo revela ainda que a extração dos produtos da fibra de coco também pode ser considerada vantajosa e minimiza a utilização de produtos não renováveis como derivados de hidrocarbonetos em filmes termoplásticos com contato direto com produtos alimentícios e que não são biodegradáveis.

Aplicações na Construção Civil

Compósito à base de gesso e fibra de coco

Um compósito à base de gesso e fibra de coco foi avaliado na tese de CUNHA, Paulo

Waldemiro Soares (2012). Ele propôs um compósito de gesso reforçado com mantas de fibra de coco seco, em forma de sanduiche, sendo três camadas, onde a camada interna sendo a manta (figura 3).

Ele observou que características mecânicas relacionadas à flexão e esforço são melhores no gesso do que no compósito, porém as características relacionadas à acústica e desempenho térmico demonstraram uma melhor capacidade termoacústica no compósito, variando positivamente com o aumento da espessura da manta, o que infere que este compósito tem propriedades satisfatórias para o uso na construção civil, com a indicação da produção de materiais de vedação e revestimentos leves com maior eficiência termoacústica para as obras.

Figura 3 - Representação do compósito proposto



Fonte: CUNHA, Paulo Waldemiro Soares. Estudo sobre as potencialidades de compósitos à base de gesso e fibras de coco seco para aplicação na construção civil.

Compósitos cimentícios com fibra de coco

Segundo SILVA *et al* (2017), a utilização de fibra de coco em produtos cimentícios pode melhorar algumas propriedades físicas e mecânicas nos compósitos, além da redução do uso de matrizes não renováveis. A ação de degradação das fibras em contato com a matriz cimentícia pode ser atenuada com a realização de tratamentos na fibra antes da preparação do compósito. Nas determinações propostas observou-se uma melhora no desempenho termoacústico em 20% sobre o compósito sem fibra, semelhante ao que ocorre com o compósito gesso/fibra de coco anterior. Observou ainda que:

“O compósito desenvolvido atende às exigências normativas brasileiras mínimas para ser utilizado como tijolo maciço, sem necessidade do emprego de aditivos plastificantes redutores de água. As propriedades do novo compósito (massa específica reduzida e atenuação térmica/sonora) associadas à elevada resistência à tração na flexão e resistência à compressão sugerem que este material pode ser

aproveitado na construção civil para produção de tijolos de alvenaria para vedação, desde que aplicado em ambientes com reduzidas probabilidades de ocorrência de fogo ou incêndio”. SILVA *et al* (2017)

O compósito que apresentou estas características foi na proporção de 10% de fibra de coco, que também diminui a massa específica, o que trás benefícios para a realização dos serviços de construção civil com esses materiais. Na figura 4 é possível observar um corpo de prova em ensaio de flexão e disposição das fibras no compósito.

Figura 4 - Corpo de prova com 10% de fibra de coco



Fonte: SILVA, Everton José da *et al*. Compósito cimentício com elevado teor de fibra de coco tratada: propriedades físicas e durabilidade. Revista Matéria, ISSN 1517-7076 artigo e-12165, v. 23, n. 3, 2018. Pág. 15.

Aplicações na indústria

Um dos desafios no futuro da sociedade é a produção e consumo de bens duráveis. Basicamente tudo que consumimos tem algum material de origem não renovável, seja um metal, um mineral, ou consome em seu processo de fabricação algum produto não renovável, e quando amplia-se o horizonte futuro percebe-se a necessidade de mudança dos processos ou dos próprios materiais. É nesse cenário que existe uma busca constante pela utilização de fibras naturais (renováveis) para reforço em materiais poliméricos, reduzindo assim o consumo de matéria-prima que, por hora, pode não ser escassa, mas pode vir a ser no futuro. Essas fibras naturais reforçam os polímeros, são biodegradáveis, têm baixo custo, são leves, e não possuem características abrasivas, o que facilita o processo de moldagem e causa menos desgaste nas peças (BALZER *et al*, 2007).

Na indústria o uso de compósitos com fibras naturais pode ser facilmente observado na automobilística. Em 2006 A BMW, demonstrando preocupação com questões sustentáveis desenvolveu em um de seus modelos, O BMW série 7, peças com a presença de materiais renováveis, 24 Kg, no total, dos quais 13 Kg eram de fibras vegetais (figura 5), hoje todos os seus carros têm na sua construção quantidades consideráveis de compósitos poliméricos reforçados com fibras vegetais (SANTOS, 2006).

Figura 5 - Utilização de fibras vegetais na industria automobilística



Fonte: SANTOS, Alexandre Maneira dos. Estudo de compósitos híbridos de polipropileno/fibras de vidro e coco para aplicações em engenharia. Pág. 18.

A fibra de coco, dadas suas características físicas e mecânicas aparece como uma boa opção para utilização em compósitos poliméricos. Esses compósitos poliméricos reforçados com fibra têm aplicabilidade em diversas áreas industriais desde a indústria aeronáutica, aeroespacial, militar, naval, automobilística, de materiais esportivos, biomédicas e química (DOMINGOS, 2017).

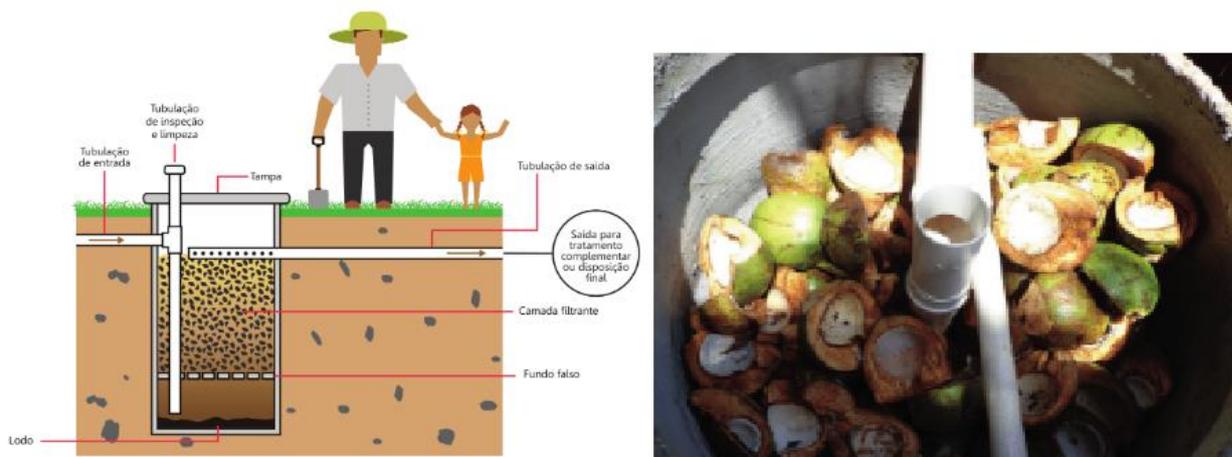
Estudos de adição de fibra de coco em polímeros de polipropileno demonstraram um pequeno acréscimo do módulo de Young com o aumento da percentagem da fibra de coco no compósito, ganhos também na resistência à impactos e na dureza, e redução significativa no índice de contração. Desse modo a fibra de coco pode representar um potencial reforçador para compósitos com polipropileno, considerando o tratamento das fibras para a adesão à matriz polimérica (SANTOS, 2006). É importante ressaltar que os resíduos de fibra e casca de coco também podem ser utilizados como combustível para processo de geração térmica, como

fornos, caldeiras, até geração termelétrica, porém deve ser associado às práticas sustentáveis de controle de emissão de gases poluentes e de efeito estufa, além da dispersão desses poluentes, para esse fim deve-se recorrer à estudos de dispersão, potencial energético da matriz, balanços de massa, entre outros, caso não haja controle só será realizada a transferência da poluição para a atmosfera.

Aplicações ambientais

As aplicações ambientais para a fibra de coco são diversas. No tratamento de efluentes domésticos ela aparece como um ótimo substrato para sistemas de tratamento anaeróbio, sua utilização se dá nos reatores, onde as bactérias responsáveis pela remoção da matéria orgânica precisam de um substrato para fixação, desse modo o reator é preenchido com fibra do coco, (figura 6).

Figura 6 - Esquema de filtro anaeróbio para tratamento de esgoto doméstico



Fonte: Tecnologias para tratamento de esgoto. Disponível em <<http://www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/index.php/tecnologias/>>

Pesquisas indicam a utilização da fibra de coco ainda em outros tipos de tratamento de efluentes, por exemplo em sistemas de suinocultura não foi considerada uma alternativa viável, devido a baixa remoção de alguns compostos, no caso de sódio e potássio ocorreu acréscimo, não sendo recomendado seu uso para o tratamento desse tipo de efluente (LO MÔNACO *et al*, 2009). Porém em pesquisa para a remoção de corante azul de metileno em soluções aquosas de efluentes da indústria têxtil, o uso da fibra de coco verde *in natura* e tratada com HCl, NaOH e hexano se mostrou satisfatório. Segundo Oliveira, Coelho e Melo (2018):

“A adsorção seguiu uma cinética de Pseudo segunda ordem e o modelo de adsorção de Freundlich, onde os valores das constantes, desse modelo, indicaram uma

superfície mais heterogênea e um aumento na capacidade adsortiva para os materiais tratados, com destaque para a fibra de coco tratada com HCl, cuja capacidade adsortiva foi de 166,7 mg g⁻¹, sendo portanto, um material alternativo a ser utilizado na remoção do azul de metileno em efluentes da indústria têxtil por processo de adsorção”. OLIVEIRA, COELHO e MELO (2018)

Outra utilização ambiental para a fibra de coco é a contenção de encostas (figura 7). Esta aplicação substitui lonas e mantas de produtos plásticos por mantas produzidas com a fibra de coco que são incorporadas ao solo sem contaminá-lo.

Figura 7 - Utilização de mantas de fibra de coco em encostas



Fonte: Sistema Vetiver, 2015. Disponível em <<http://sistemavetiver.blogspot.com/p/editado-por-vetiver-systems-ltda.html>>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

São diversas as formas de reutilização da fibra de coco que podem amenizar o acúmulo de resíduos sólidos do crescente desenvolvimento da sua cadeia produtiva. Neste trabalho foram apresentadas apenas algumas alternativas, como exemplo dos caminhos que podem ser seguidos na gestão ambiental e no gerenciamento desses resíduos na cocoicultura e agroindústria do coco. A maioria delas pode ser implantada nas próprias indústrias e fazendas produtoras do coco, demandando investimentos que podem ser revertidos em emprego, geração de renda e controle ambiental, existem exemplos de indústrias que já conseguem reverter 100% de seus resíduos de cascas em adubo e produtos como as mantas para contenção de encostas, o caminho é longo e depende de uma avaliação sustentável que pode se reverter em lucros, mesmo que baixos, para os produtores.

REFERÊNCIAS

1. BALZER, Palova S. et al. Estudo das propriedades mecânicas de um composto de PVC modificado com fibras de bananeira. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, vol. 17, nº 1, p. 1-4, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282007000100004>
2. CUNHA, Paulo Waldemiro Soares. Estudo sobre as potencialidades de compósitos à base de gesso e fibras de coco seco para aplicação na construção civil. 2012. 120 p. Tese (Doutorado em Processamento de Materiais a partir do Pó; Polímeros e Compósitos; Processamento de Materiais a part) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/12847>>
3. DOMINGOS, Yldenev Silva. Avaliação do envelhecimento ambiental do compósito polimérico na estação de tratamento de efluentes do sistema central de Natal – RN – Brasil. 2017, 121 p. Dissertação – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal. Disponível em: <<https://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/1388>>
4. IDOETA, Paula Adamo. Indústria do coco cresce, mas alto desperdício gera desafio tecnológico. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/02/140207_coco_reciclagem_abre_pai> Acesso em: 12/03/2019.
5. INDÚSTRIA do coco cresce mas alto desperdício gera desafio tecnológico. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/bbc/2014/02/17/industria-do-coco-cresce-mas-alto-desperdicio-gera-desafio-tecnologico.htm>>. Acesso em: 12/03/2019.
6. ARTIGOS Jardinagem. Disponível em: <<http://terral.agr.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=53>>. Acesso em: 13/03/2019.
7. COMO cultivar em fibra de coco. Disponível em: <<http://www.conosul.com.br/novidades/como-cultivar-em-fibra-de-coco/>>. Acesso em: 13/03/2019.
8. UTILIDADES da fibra de coco que resultam em oportunidade de negócios. Disponível: <<http://www.sebraemercados.com.br/utilidades-da-fibra-do-coco-que-resultam-em-oportunidades-de-negocios/>>. Acesso em: 14/03/2019.
9. ÁRVORE do conhecimento coco. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000fo7hz6ox02wyiv8065610d6ky3ary.html>>. Acesso em 14/03/2019

10. CASCA de coco verde é um excelente adubo para as plantações de coqueiro. Disponível em <<http://nordesterural.com.br/casca-de-coco-verde-e-um-excelente-adubo-para-as-plantacoes-de-coqueiro/#>>. Acesso em: 16/03/19.
11. Lei nº 12.305/2010. 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, 2010.
12. LO MONACO, Paola Alfonsa Vieira et al. **Desempenho de filtros constituídos por fibras de coco no tratamento de águas residuárias de suinocultura**. Engenharia na Agricultura, Viçosa - MG, V.17 N.6, 473-480p. NOV. / DEZ. 2009.
13. MACHADO, Bruna A. S. et al. Obtenção de nanocelulose da fibra de coco verde e incorporação em filmes biodegradáveis de amido plastificados com glicerol. **Química Nova**, Vol. 37, No. 8, 1275-1282, 2014. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=248>
14. MATTOS, Adriano Lincoln Albuquerque et al. Beneficiamento da casca de coco verde. Apostila EMBRAPA Agroindústria Tropical. 38 p. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3830.pdf>
15. OLIVEIRA, Fábio Mendonça de; COELHO, Luciana Melo; MELO, Edmar Isaías de. Avaliação de processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco verde para remoção do corante azul de metileno. **Revista Matéria**, ISSN 1517-7076 artigo e-12223, v. 23, n. 3, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rmat/v23n4/1517-7076-rmat-23-4-e12223.pdf>>
16. SAMPAIO RA; RAMOS SJ; GUILHERME DO; COSTA CA; FERNANDES LA. 2008. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. **Horticultura Brasileira** 26: 499-503. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v26n4/v26n4a15>>
17. SANTOS, Alexandre Maneira dos. Estudo de compósitos híbridos de polipropileno/fibras de vidro e coco para aplicações em engenharia. 90 p. Dissertação - Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Curitiba, 2006. Disponível em: <http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_078_alexandresantos.pdf>
18. SILVA, Everton José da et al. Compósito cimentício com elevado teor de fibra de coco tratada: propriedades físicas e durabilidade. **Revista Matéria**, ISSN 1517-7076 artigo e-12165, v. 23, n. 3, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rmat/v23n3/1517-7076-rmat-23-03-e12165.pdf>>