

GESTÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS COMO FORMA DE REDUÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Noéle Khristinne Cordeiro¹
Kerolém Prícila Sousa Cardoso¹
Tatiane Calandrino da Mata¹
Jaqueline de Araújo Barbosa¹
Affonso Celso Gonçalves Jr.¹

RESUMO

Os resíduos gerados no sistema de produção agrícola causam impactos imensuráveis ao meio ambiente. O cultivo e o processamento de culturas como cana-de-açúcar, laranja, açaí e mandioca, geram resíduos como o bagaço da cana-de-açúcar e da laranja, o caroço do açaí e a manipueira da mandioca, os quais podem alterar todo o ecossistema se não submetidos ao tratamento adequado de resíduos. Além de criar potenciais problemas ambientais, representam perdas de matéria-prima e energia, mas também podem proporcionar ganhos em outras atividades se corretamente tratados e/ou descartados. A gestão dos resíduos potencializa o processo de tratamento e a disposição final dos resíduos agrícolas de forma a reduzir os impactos ambientais causados por seus descartes inadequados. Desta forma, este trabalho teve como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica a respeito de resíduos provenientes de atividades agrícolas, bem como mostrar alternativas já existentes, de tratamento e aproveitamento destes resíduos, como forma de reduzir o impacto ambiental destes ao meio ambiente.

Palavras-chave: Açaí; Aproveitamento de Resíduos; Cana-de-Açúcar; Laranja; Mandioca.

ABSTRACT

Agricultural waste management as a way to reduce environmental impacts. The waste generated in the agricultural production system causes immeasurable impacts on the environment. The cultivation and processing of crops such as sugar cane, oranges, açaí and cassava, generates residues such as bagasse from sugar cane and orange, the core of açaí and the cassava toxic, which can alter everything the ecosystem if not subjected to proper waste treatment. In addition to creating potential environmental problems, they represent losses of raw material and energy, but they can also provide gains in other activities if properly treated and/or disposed of. Waste management enhances the treatment process and the final disposal of agricultural waste in order to reduce the environmental impacts caused by its inadequate disposal. In this way, this work aimed to carry out a bibliographic research about residues from agricultural activities, as well as showing existing alternatives, of treatment and utilization of these residues, to reduce their environmental impact to the environment.

Keywords: Açaí; Waste Utilization; Sugar Cane; Orange; Cassava.

¹ Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil. E-mail para correspondência: noellecordeiro@outlook.com

INTRODUÇÃO

As condições edafoclimáticas do Brasil permitem que o país produza uma diversidade de espécies o ano todo. Dentre as espécies, têm-se o cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). Esses cultivos possuem importância econômica e social, pois representam uma importante fonte de geração de emprego direto e indireto, bem como, distribuição de renda.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018a), na safra de 2017/2018, a produção de cana-de-açúcar foi de aproximadamente 633 milhões de toneladas e da laranja foi cerca de 18 milhões de toneladas (CONAB, 2018b). Em relação à cultura da mandioca, o Brasil é o 4º maior produtor mundial com 21 milhões de toneladas (CONAB, 2018c). Já em relação aos frutos de açaí, a produção nacional foi de aproximadamente 216 mil toneladas (CONAB, 2017).

Entretanto, a produção de resíduos agrícolas é diretamente proporcional à produção agrícola, sendo estes resíduos potencialmente impactantes ao meio ambiente, caso não sejam devidamente tratados. Os impactos ambientais associados aos resíduos decorrem da alta geração em termos quantitativos e da lenta degradabilidade em certos casos, e, em outros, da geração de subprodutos que podem ser tóxicos, cumulativos ou de difícil degradação (IPEA, 2012).

A disposição final imprópria dos resíduos causa impactos socioambientais negativos, tais como, degradação do solo e da água, poluição do ar e proliferação de vetores (Jacobe e Bensen, 2011). Dessa forma, a falta de gestão dos resíduos se constitui um problema não apenas de ordem ambiental e econômica, mas também, social, comprometendo a qualidade de vida da sociedade e a sustentabilidade do agroecossistema.

Os resíduos, além de criarem potenciais problemas ambientais, representam perdas de matérias-primas e energia (Saidelles et al., 2012). Portanto, o reaproveitamento de resíduos agrícolas se configura como uma excelente alternativa para minimizar os impactos ambientais gerados a partir de seu descarte incorreto, além de possibilitar a geração de renda a partir de novos produtos.

Dessa forma, esta revisão de literatura tem como objetivo ressaltar a importância da gestão dos resíduos da cultura da cana-de-açúcar, laranja, mandioca e açaí para redução dos impactos ambientais.

CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos sólidos em geral podem ser classificados em classes. Resíduos sólidos de classe I são considerados perigosos, pois apresentam, dentre suas características, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade. Já resíduos de classe II, considerados não perigosos, podem sofrer reações químicas, sendo então não-inertes, ou alterar sua composição com o passar do tempo, sendo considerados inertes (ABNT, 2004).

Podem ser diferenciados ainda quanto a sua origem e periculosidade (perigosos e não perigosos), o que abrange dentre resíduos domiciliares, de limpeza urbana, resíduos industriais, incluem-se os resíduos agrossilvopastoris e relacionados aos insumos utilizados nessas atividades (Brasil, 2010).

Restos culturais, sobras de alimentos, resíduos de atividades domésticas, materiais oriundos da aplicação de produtos químicos como Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), garrafas, papelão, são considerados resíduos provenientes da agricultura. Especificamente quanto aos resíduos de produtos químicos, estes são classificados quanto a toxicidade (classe I – extremamente tóxico, classe IV – pouco tóxico), e conforme o Decreto nº 4.074/2002 (Brasil, 2002), cabe ao Ministério da Saúde avaliar e classificar toxicologicamente os agrotóxicos, seus componentes e afins.

PRODUÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS

De acordo com Rebelato (2016), destaca-se entre os principais resíduos a água da lavagem da cana-de-açúcar e efluentes da lavagem de pisos e equipamentos, entre outros. Segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA, 2012), uma tonelada de cana-de-açúcar produz em média 280 kg de bagaço e 234 kg de palha e pontas.

A laranja é uma fruta muito consumida, sendo responsável pela geração de resíduos agrícolas. Após a extração do suco de laranja, cerca de 50% da fruta é descartada na forma de bagaço, conhecido como resíduo de processamento cítrico (*Citrus Processing Waste* - CPW) (Cypriano et al., 2017). Portanto, o processamento de citros produz uma quantidade considerável de subprodutos, que são considerados um problema.

Assim como os anteriores, o processamento da mandioca gera inúmeros resíduos. Os principais resíduos gerados são: resíduos sólidos, como casca marrom, entrecasca, descarte, crueira, fibra, bagaço e varredura (Martinez e Feiden, 2017). Entre os resíduos líquidos, como a água de lavagem e da extração da fécula, tem-se o ácido cianídrico (manipueira) que é extremamente tóxico e poluente ao meio ambiente.

Na produção brasileira de fécula de mandioca, são geradas 2,09 milhões de toneladas deste resíduo úmido e, no mundo, 28,6 milhões de toneladas (FAO, 2010; IBGE, 2011). Para cada tonelada de raiz processada, são produzidos cerca de 250 kg de fécula de mandioca, com 12% de umidade, e 928,6 kg de bagaço, com 85% de umidade (base úmida), totalizando 35,93% de matéria seca nas raízes (Fiorda et al., 2013).

No processamento do fruto do açaí para a produção do vinho, apenas 15% do fruto corresponde à polpa do fruto, ou seja, cerca de 85% do volume total do fruto é constituído pelo caroço e fibras (Pacheco-Palencia et al., 2009).

IMPACTO AMBIENTAL

Conforme a Resolução 001 do CONAMA (Brasil, 1986), considera-se impacto ambiental qualquer alteração do meio ambiente que direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

Os resíduos provenientes de atividades agrícolas causam impactos ambientais, tanto positivos quanto negativos. De forma positiva, os resíduos gerados durante a produção, ao exemplo da palhada, ao permanecerem no ambiente de plantio, repõem a perda de nutrientes, permitem a proteção do solo, reduzem

custos com produtos químicos, como fertilizantes e herbicidas (Sakrezenski et al., 2018). Quando de forma negativa, os resíduos podem alterar a biota e interferir em todo o ecossistema, devido à alta quantidade, lenta degradação e a geração de subprodutos tóxicos. O bagaço da laranja, por exemplo, composto por material lignocelulósico, promove danos ambientais em virtude da dificuldade de decomposição desse material, formado basicamente por lignina, celulose e hemicelulose, materiais de difícil degradação por microrganismos e animais (Santiago e Rodrigues, 2017).

Têm-se também, durante o processamento da mandioca, resíduos como o farelo ou bagaço da mandioca, que poluem rios, o solo, o lençol freático, e causam ainda a mortandade de peixes. Segundo Martinez e Feiden (2017), os agricultores geralmente desconhecem os impactos que os resíduos causam ao meio, bem como, pouco sabem da possibilidade de aproveitamento como fonte de sustentabilidade.

No cultivo da cana-de-açúcar, a queima da palhada emite gases na atmosfera que contribuem para o efeito estufa e a fuligem liberada causa danos ao bem-estar e a saúde da população (Silva e Ferreira, 2017). Resíduos provenientes da produção do açaí, incluem-se o caroço, que assim como o bagaço da laranja, constitui-se como material lignocelulósico, e a casca, além de efluentes gerados durante o processamento (Feio et al., 2014).

Águas residuárias originárias do processo de industrialização, à exemplo da vinhaça, que constitui o resíduo da destilação do caldo de cana-de-açúcar fermentado e importante agente poluidor do ambiente, quando lançados em corpos de água sem o correto tratamento, consomem o oxigênio dissolvido devido a degradação de matéria orgânica, e o aumento de nutrientes em corpos de água, contribui com o processo de eutrofização (Có Junior et al., 2008; Scheneider et al., 2012; Vieira e Henkes, 2014; Silva e Silva, 2016).

Diante dos impactos ambientais negativos, o tratamento ou reaproveitamento de resíduos provenientes da agricultura tem como objetivo principal preservar recursos naturais e evitar a degradação ambiental.

TRATAMENTOS

O setor agroindustrial tem sido um dos grandes responsáveis pela movimentação econômica do país, porém, também é responsável pela geração de grande quantidade de resíduos, os quais causam diversos problemas ambientais pela ação contaminante destes resíduos para o solo e corpos hídricos, principalmente. Porém, estes materiais considerados resíduos não podem ser denominados como lixo, pois possuem valor econômico agregado, os quais, depois de receberem tratamento adequado, podem ser aproveitados dentro do próprio setor de origem (Pedrosa et al., 2013).

Visando normatizar o tratamento de resíduos sólidos, foi criada a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, a qual instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Em seu Art. 1º, § 1º diz “Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos” (Brasil, 2010).

Carvão Ativado

O carvão ativado é um material adsorvivo, utilizado principalmente no tratamento de água e efluentes, com alta superfície específica, em função de sua microporosidade elevada, e elevado teor de carbono. No tratamento de água para o consumo humano, o carvão ativado é capaz de eliminar sabor e odor da água, além de substâncias como metais pesados, pesticidas e demais contaminantes (Werlang et al., 2013; Reis et al., 2015).

No processo de ativação do carvão, os métodos mais aplicados são o físico e o químico. No processo físico de ativação, gás nitrogênio e/ou dióxido de carbono são utilizados para que ocorra a oxidação do material rico com carbono em altas temperaturas (até 800 °C). Já no processo químico de ativação, agentes químicos, como o carbonato de potássio e o cloreto de zinco, são utilizados juntamente com um agente de desidratação para retardar a formação de alcatrões durante o processo carbonização (pirólise), que irá ocorrer logo em seguida, em temperaturas em torno de 400 a 800 °C (Werlang et al., 2013; Linhares et al., 2016).

Devido ao alto valor do carvão ativado comercial, há grande interesse em materiais alternativos de baixo custo que possam servir de matéria-prima na produção deste adsorvente (Werlang et al., 2013; Reis et al., 2015).

Compostagem e Vermicompostagem

Resíduos agroindustriais são provenientes, tanto de produtos de origem vegetal, quanto de origem animal, e resíduos de ambas naturezas são passíveis ao processo de compostagem, sendo este procedimento, geralmente realizado em pátios, nos quais o material orgânico é disposto em leiras, as quais podem ser operadas por reviramento ou aeração forçada (Olinto et al., 2012).

Trata-se de uma forma eficiente de obtenção de biodegradação controlada dos resíduos orgânicos caracterizada pela decomposição aeróbica da matéria orgânica através de microrganismos em altas temperaturas, gerando produto final, que quando satisfaz a legislação quanto à concentração de nutrientes exigidas pelas normas brasileiras, pode ser denominado como fertilizante orgânico (Olinto et al., 2012; Pedrosa et al., 2013).

O adubo orgânico proveniente da compostagem é capaz de atuar condicionando as propriedades físicas do solo, em sua fertilização e como ativador de ação biológica a partir do estímulo da atividade microbiológica (Serpa Filho et al., 2013).

O vermicomposto é um produto orgânico rico em ácido húmico, o qual é transformado e estabilizado por meio de minhocas, sendo produzido a partir de diversos compostos que sejam aptos para a sua ingestão e metabolização. Muito embora os microrganismos sejam os responsáveis pela degradação bioquímica da matéria orgânica, são as minhocas que influenciam fisicamente e bioquimicamente o processo de vermicompostagem (Cotta et al., 2015; Antunes et al., 2016).

Em estudo realizado por Dores-Silva (2013), o composto final da vermicompostagem apresentou maior qualidade em relação àqueles produzidos através da compostagem, devido, principalmente, à sua maior capacidade de estabilização dos compostos orgânicos.

O aproveitamento de resíduos agroindustriais é uma alternativa para redução de custos com adubação de solos, além de evitar diversas formas de contaminação pela deposição errônea desses resíduos. Porém, nem todos os resíduos podem ser depositados diretamente no solo, necessitando de passar pelo processo de decomposição anteriormente, sendo a vermicompostagem uma das alternativas para esse processo (Antunes et al., 2016).

APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS AGRÍCOLAS

A necessidade de se aproveitar os resíduos agrícolas não resulta apenas do propósito em economizar, visto que o Brasil possui um potencial ganho com os produtos agregados dos resíduos permitindo a valorização econômica - trata-se também de uma atitude fundamental para a preservação do meio ambiente (Castro e Pereira Junior, 2010).

Neste contexto, os resíduos necessitam de um destino adequado a fim de evitar danos pelo seu acúmulo ou não aproveitamento e descarte (Neves et al., 2010). Desta forma, visando reduzir os impactos ambientais e diminuir os custos de produção, o aproveitamento dos resíduos agrícolas vem ganhando valor na agricultura mundial (Galembeck et al., 2009).

Diversas pesquisas são desenvolvidas demonstrando que o manejo dos recursos produtivos compõe um dos elementos técnicos básicos de uma estratégia de agricultura sustentável (Gonzales et al., 2010; Gallo et al., 2014), integrando, assim, a utilização da biomassa para a reciclagem dos nutrientes.

Biomassa para Produção de Energia Renovável

A biomassa é um combustível sólido, a qual é definida como todo recurso renovável de origem orgânica que possui como objetivo a produção de energia. Com a demanda energética mundial e a escassez das matrizes de origem fóssil, fontes alternativas de energia estão ganhando espaço, sendo a biomassa uma fonte em potencial diante do atual cenário, sendo os resíduos agrícolas, importantes exemplos na produção de biomassa vegetal (Graça e Caldas, 2017).

A biomassa a partir do bagaço e da palha da cana-de-açúcar é uma das principais fontes de geração de energia renovável, pois o Brasil é um dos maiores produtores de cana-de-açúcar no cenário mundial, sendo esta, a fonte de importantes produtos de valor agregado, como o açúcar e o etanol (Yamaguchi et al., 2017).

Outra cultura de grande importância no Brasil com potencial energético é a cultura da mandioca, a qual é responsável pela grande produção de resíduos, sendo que durante a extração da fécula é gerado o farelo, um importante resíduo agroindustrial, pois uma agroindústria de produção de fécula de mandioca produz em média 930 kg de farelo para cada 1000 kg de raiz processada, sendo a recuperação do amido residual por tratamento físico ou biológico, o grande objetivo a fim de agregar valor a este produto para a produção de biocombustível (Martinez e Feiden, 2017).

Processos de Aproveitamento da Cultura da Laranja

A partir dos resíduos da cultura da laranja são gerados vários subprodutos, sendo esses uma possibilidade de aperfeiçoar diferentes formas de utilização, elaboração e incremento da produção (Leonel et al., 2010) por apresentar substâncias nutricionais como fibra dietética, pectina e agentes bioativos (Fernández-López et al., 2009), bem como óleos essenciais da casca da laranja utilizados como aromatizantes em bebidas ou sorvetes e ainda, na formulação de cosméticos e perfumes (Raeissi et al., 2008).

De acordo com Romero et al. (2011) o resíduo da indústria de suco de laranja constitui uma potencial fonte de fibra alimentar, a qual é composta por polissacarídeos pécnicos e celulose. Estas fibras podem aumentar a capacidade de retenção de água e de óleo, tornando-se potencial substituto de gordura e, melhorar a vida de prateleira do produto (Elleuch et al., 2011). Sendra et al. (2010) constataram que a viscosidade do iogurte, após a pasteurização, foi superior a 6% devido a fibra da laranja.

Processos de Aproveitamento da Cultura da Mandioca

As possíveis formas de aproveitamento da cultura da mandioca constituem excelente oportunidade de geração de renda aos agricultores familiares e a micro e pequenos produtores rurais. O amido contido no farelo da mandioca constitui cerca de 60 a 70% do peso seco e pode ser hidrolisado enzimaticamente de forma a quebrar longas cadeias de celulose e hemicelulose, para se obter açúcares de moléculas menores e, em seguida, serem fermentados para produção de etanol (Salla et al., 2010).

Além disto, a manipueira (água de constituição da raiz da mandioca, extraída na prensagem da massa ralada, no processamento da farinha) possui potencial para vários aproveitamentos como no processo de biodigestão anaeróbica com adição de glicerol realizado em faixas termofílicas, o qual apresenta maior produção de biogás, aceleração nas atividades microbianas, e um menor tempo de retenção hidráulica (Heydt et al., 2015).

Fiorda et al. (2013), em estudos sobre a farinha de bagaço de mandioca, afirmaram o alto valor nutricional contido no mesmo bem como teores consideráveis de fibra alimentar (solúvel e insolúvel) além de maiores teores de proteínas e lipídeos, destacando que a farinha, por ser um subproduto da produção de fécula, constitui-se matéria prima de baixo custo.

Processos de Aproveitamento da Cana-de-açúcar

Em relação a cultura da cana-de-açúcar, além do etanol, o bagaço e, mais recentemente, a palha também passaram a ter pesquisas voltadas a fim de potencializar o valor agregado desses resíduos dentro do processo produtivo da agroindústria sucroalcooleira, devido às suas importantes fontes para geração de energia (Dias et al., 2009).

A vinhaça (resíduo da produção de etanol) também é um subproduto da cana-de-açúcar, a qual é rica em matéria orgânica, potássio, cálcio e enxofre, e muito utilizada na fertirrigação, pois apresenta vantagens como o favorecimento do desenvolvimento de microrganismos (Nogueira e Garcia, 2013).

Ao avaliarem a decomposição da palha da cana-de-açúcar e o potencial para incremento de carbono no solo com a aplicação de vinhaça, Yamaguchi et al. (2017) concluíram que a demanda de palha pela usina para fins energéticos e os benefícios associados a manutenção desse material no campo dependem, dentre outros fatores, do processo de decomposição, e que desta forma, a aplicação de vinhaça acelera esta decomposição potencializando a entrada de carbono no solo.

Processos de Aproveitamento da Cultura do Açaí

No que diz respeito à cultura do açaí, tem-se que seu principal subproduto a partir do processamento industrial é o endocarpo, o qual tem 53,20% de celulose, 12,26% de hemicelulose e 22,30% de lignina (Qiu et al., 2012), sendo coberto por camadas fibrosas, volumoso e duro, constituindo cerca de 80% do volume total do fruto (Pacheco-Palencia et al., 2009).

Desta forma, a sua utilização destaca-se como substrato de baixo custo para a fermentação em estado sólido (FES), a qual pode ser utilizada pelo microrganismo fermentador na produção de enzima celulíticas para a produção de biocombustíveis e de outros produtos de interesse industrial (Moigne e Navard, 2010).

Além disto, as características do endocarpo podem constituir excelente composição para bio sorção de íons metálicos, em que Gonçalves Jr. et al. (2018), estudando a remoção de metais tóxicos usando endocarpo de açaí como bio sorvente, constataram que o uso do endocarpo do açaí é uma alternativa para a recuperação de água contaminada por cádmio, chumbo e cromo.

Em outro estudo, Gonçalves Jr. et al. (2016) demonstraram avanço na utilização do endocarpo do açaí como bio sorvente para a remediação de águas contaminadas com cobre e zinco. Assim, indicando o uso do resíduo do açaí como alternativa satisfatória devido ser um material natural, de baixo custo e altamente disponível.

CONCLUSÕES

A gestão dos resíduos potencializa o processo de tratamento e a disposição final dos resíduos agrícolas de forma a reduzir os impactos ambientais causados por seus descartes inadequados. Para tanto, ao serem aproveitados, agregam valor à produção, bem como à geração de emprego e renda. Desta forma, a partir das várias tecnologias e estudos desenvolvidos, são possíveis a recuperação e o aproveitamento desses resíduos, corroborando com o tripé da sustentabilidade: socialmente justo, economicamente viável e ambientalmente correto.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, R. M.; CASTILHOS, R. M. V.; CASTILHO, D. D.; ANDREAZZA, R.; LEAL, O. A. 2016. Crescimento inicial de acácia-negra com vermicompostos de diferentes resíduos agroindustriais. **Ciência Florestal**, 26:1-9.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2004. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT_NBR_n_10004_2004.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018.

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. 1986. Resolução n. 001, de 23 de jan. de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 28 set. 2018.

_____. 2002. Decreto n. 4.074, de 04 de jan. de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em: 28 set. 2018.

_____. 2010. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política nacional dos resíduos sólidos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 28 set. 2018.

CASTRO, A. M.; PEREIRA JUNIOR, N. 2010. Produção, propriedades e aplicação de celulases na hidrólise de resíduos agroindustriais. **Química Nova**, **33**:181-188.

CÓ JUNIOR, C.; MARQUES, M.; JÚNIOR, L. 2008. Efeito residual de quatro aplicações anuais de lodo de esgoto e vinhaça na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, **28**:196-203.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. 2017. Boletim da Sociobiodiversidade. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/boletim-da-sociobiodiversidade>>. Acesso em: 28 set. 2018.

_____. 2018a. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar – safra 2017/2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>. Acesso em: 28 set. 2018.

_____. 2018b. Acompanhamento da safra brasileira de laranja – safra 2017/2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-laranja>>. Acesso em: 28 set. 2018.

_____. 2018c. Análise Mensal Mandioca – setembro 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca>>. Acesso em: 28 set. 2018.

COTTA, J. A. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S.; REZENDE, M. O. O. 2015. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, **20**:65-78.

CYPRIANO, D. Z.; DA SILVA, L. L.; MARIÑO, M. A.; TASIC, L. 2016. A biomassa da laranja e seus subprodutos. **Revista Virtual Química**, **9**:176-19.

DIAS, M. O. S.; ENSINAS, A. V.; NEBRA, S. A.; MACIEL FILHO, R.; ROSSELL, C. E. V.; MACIEL, M. R. W. 2009. Production of bioethanol and other bio-base materials from sugarcane bagasse: integration to conventional bioethanol production process. **Chemical Engineering Research & Design**, **87**:1206-1216.

DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. 2013. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, **36**:640-645.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: characterisation, technological functionality and commercial applications: a review. **Food Chemistry**, **124**:411-421.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. Prognóstico agropecuário: análise da conjuntura agropecuária safra 2010/11: mandioca. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandioca_2010_11.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018.

FEIO, V. F.; GIRARD, L.; MENDONÇA, N. 2014. Problemática da geração de efluentes oriundos do processamento de açaí na região metropolitana de Belém-PA. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**, **14**:3335-3340.

- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SENDRA-NADAL, E.; NAVARRO, C.; SAYAS, E.; VIUDA-MARTOS, M.; ALVAREZ, J. A. P. 2009. Storage stability of a high dietary fibre powder from orange by-products. **International Journal of Food Science and Technology**, **44**:748-756.
- FIORDA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; DA SILVA, F. A.; SOUTO, L. R. F.; GROSSMANN, M. V. E. 2013. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, **43**:408-416.
- GALEMBECK, F.; BARBOSA, C. A. S.; SOUSA, R. A. 2009. Aproveitamento sustentável de biomassa e de recursos naturais na inovação química. **Química Nova**, **32**:571-581.
- GALLO, J. M. R.; BUENO, J. M. C.; SCHUCHARDT, U. 2014. Catalytic transformations of ethanol for biorefineries. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, **25**:2229-2243.
- GONÇALVES JR, A. C.; COELHO, G. F.; SCHWANTES, D.; RECH, A. L.; CAMPAGNOLO, M. Â.; MIOLA, A. J. 2016. Biosorption of Cu (II) and Zn (II) with açai endocarp *Euterpe oleracea* M. in contaminated aqueous solution. **Acta Scientiarum**, **38**:361-370.
- _____. 2018. Removal of toxic metals using endocarp of açai berry as biosorbent. **Water Science & Technology**, **77**:1-11.
- GONZALES, A. D. F.; VITAL, A. V. D.; LIMA, J.; RODRIGUES, M. B. S. 2013. Desenvolvimento sustentável para o resgate da cultura do cacau baseado no aproveitamento de resíduos. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, **1**:41-52.
- GRAÇA, C. H.; CALDAS, R. M. F. 2017. Estimativa da quantidade de resíduos (casca e polpa) produzidos durante o processo de beneficiamento do café no município de Varginha – MG. 2017. **Revista Geonorte**, **8**:104-117.
- HEYDT, A. R.; CREMONEZ, P. A.; PARISOTTO, I. B.; MEIER, T. R. W.; TELEKEN, J. G. 2015. Biodigestão anaeróbia de resíduos líquidos de feccularia com adição de glicerol em fase termofílica. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, **4**:498-514.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Prognóstico da produção agrícola nacional: comparativo entre as safras de 2010/2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201101.pdf>. Acesso em: 16 out. 2018.
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2012. Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindústrias associadas. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120917_relatorio_residuos_organicos.pdf> Acesso em: 12 out. 2018.
- JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. 2011. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, **25**:135-158.
- LEONEL, M.; SOUZA, L. B.; MISCHAN, M. M. 2010. Produção de snacks extrusados à base de polvilho doce e fibra de laranja. **Ciência Rural**, **40**:1411-1417.
- LINHARES, F. A.; MARCÍLIO, N. R.; MELO, P. J. 2016. Estudo da produção de carvão ativado a partir do resíduo de casca da acácia negra com e sem ativação química. **Scientia Cum Industria**, **4**:74-79.
- MARTINEZ, D. G.; FEIDEN, A. 2017. Potencial de resíduo do processamento de mandioca para produção de etanol de segunda geração. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, **6**:141-148.
- MOIGNE, N. L.; NAVARD, P. 2010. Dissolution mechanism of wood cellulose fibres in NaOH–water. **Cellulose**, **17**:31–45.
- NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P.; DUARTE, R. F. 2010. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde**, **5**:173-177
- NOGUEIRA, M. A. F. S.; GARCIA, M. S. 2013. Gestão dos resíduos do setor industrial sucroenergético: estudo de caso de uma usina no município de rio Brillhante, Mato Grosso do Sul. **Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, **17**:3275-3283.

- OLINTO, F. A.; ANDRADE, F. D.; SOUSA JÚNIOR, J. R.; DA SILVA, S. S.; DA SILVA, G. D. 2012. Compostagem de resíduos sólidos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 7:40-44.
- PACHECO-PALENCIA, L. A.; DUNCAN, C. E.; TALCOTT, S. T. 2009. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial acai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatorio*. **Food Chemistry**, 115:1199-1205.
- PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S.; PEREIRA, R. A.; FARIAS, E. T. R. 2013. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. **Nativa**, 1:44-48.
- QIU, Z.; AITA, G. M.; WALKER, M. S. 2012. Effect of ionic liquid pretreatment on the chemical composition, structure and enzymatic hydrolysis of energy cane bagasse. **Bioresource Technology**, 117:251-256.
- RAEISSI, S.; DÍAZ, M. S.; ESPINOSA, S. N.; PETERS, C. J.; BRIGNOLE, E. A. 2008. Ethane as an alternative solvent for supercritical extraction of orange peel oils. **Journal of Supercritical Fluids**, 45:306-313.
- REBELATO, M. G.; MADALENO, L. L.; RODRIGUES, A. M. 2016. Análise do desempenho ambiental das usinas sucroenergéticas localizadas na bacia hidrográfica do rio Mogi Guaçu. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, 21:579-591.
- REIS, A. S.; SILVA, N. C.; NEVES, U. M. 2015. Produção de carvão ativado a partir de casca de arroz. **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, 2:89-103.
- ROMERO, M. OSORIO-DIAZ, P.; BELLO-PEREZ, L.; TOVAR, J.; BERNARDINO-NICANOR, A. 2011. Fiber concentrate from orange (*Citrus sinensis* L.) bagasse: characterization and application as bakery product ingredient. **International Journal of Molecular Sciences**, 12:2174-2186.
- SAIDELLES, A. P. F.; SENNA, A. J. T.; KIRCHNER, R.; BITENCOURT, G. 2012. Gestão de resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 5:904-916.
- SAKREZENSKI, E.; BORDIGNON, E.; ALLEBRANDT, N.; SORDI, A.; HICKNMAN, C.; CERICATO, A. 2018. Rendimento e efeito residual da palhada de trigo (*Triticum aestivum* L.) Na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivada em sucessão. **Unoesc & Ciência – ACET**, 9:67-76.
- SALLA, D.; FURLANETO, F. P. B.; CABELLO, C.; KANTHACK, R. A. D. 2010. Análise energética de sistemas de produção de etanol de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 333:444-448.
- SANTIAGO, B.; RODRIGUES, F. 2017. Processamento de biomassa lignocelulósica para produção de etanol: uma revisão. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, 7:1011-1022.
- SCHNEIDER, C. F.; SCHULZ, D. G.; LIMA, P. R.; GONÇALVES JR, A. C. 2012. Formas de gestão e aplicação de resíduos da cana-de-açúcar visando redução de impactos ambientais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 7:08-17.
- SENDRA, E.; KURI, V.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; NAVARRO, C.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. 2010. Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. **LWT – Food Science and Technology**, 43:708-714.
- SERPA-FILHO, R.; SEHNEM, S.; CERICATO, A.; SANTOS JUNIOR, S.; FISCHER, A. 2013. Compostagem de dejetos de suínos. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, 6:47-78.
- SILVA, A.; SILVA, M. 2016. Agricultura no nordeste semiárido e os resíduos orgânicos aproveitáveis. **Revista Equador**, 5:102-119.
- SILVA, S.; FERREIRA, R. 2017. Aspectos jurídicos e ambientais da monocultura da cana de açúcar. **Revista Dat@venia**, 9:112-124.
- ÚNICA, União da Indústria de Cana-de-Açúcar. 2012. Bioeletricidade: o que falta para esta alternativa energética deslançar. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/colunas/470156692036979688/bioeletricidade-por-cento3A-o-que-falta-para-esta-alternativa/>>. Acesso em: 12 out. 2018.

- VIEIRA, J.; HENKES, J. 2014. Uma análise nos impactos ambientais causados na lagoa da conceição pelo despejo de efluentes. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, 2:309-337.
- WERLANG, E. B.; SCHNEIDER, R. C. S.; RODRIGUEZ, A. L.; NIEDERSBERG, C. 2013. Produção de carvão ativado a partir de resíduos vegetais. **Revista Jovens Pesquisadores**, 3:156-167.
- YAMAGUCHI, C. S.; RAMOS, N. P.; CARVALHO, C. S.; PIRES, A. M. M.; ANDRADE, C. A. 2017. Sugarcane straw decomposition and carbono balance as a function of initial biomass and vinasse addition to soil surface. **Bragantia**, 76:135-144.