# I ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

## DIREITO E SUSTENTABILIDADE II

**CLEIDE CALGARO**

**ELCIO NACUR REZENDE**

**JERÔNIMO SIQUEIRA TYBUSCH**

Copyright © 2020 Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte deste anal poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

**Diretoria – CONPEDI**
**Presidente** - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC – Santa Catarina
**Vice-presidente Centro-Oeste** - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG – Goiás
**Vice-presidente Sudeste** - Prof. Dr. César Augusto de Castro Fiuza - UFMG/PUCMG – Minas Gerais
**Vice-presidente Nordeste** - Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS – Sergipe
**Vice-presidente Norte** - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa – Pará
**Vice-presidente Sul** - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos – Rio Grande do Sul
**Secretário Executivo** - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - Unimar/Uninove – São Paulo

**Representante Discente – FEPODI**
Yuri Nathan da Costa Lannes - Mackenzie – São Paulo

**Conselho Fiscal:**
Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UCAM – Rio de Janeiro
Prof. Dr. Aires José Rover - UFSC – Santa Catarina
Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP – São Paulo
Prof. Dr. Marcus Firmino Santiago da Silva - UDF – Distrito Federal (suplente)
Prof. Dr. Ilton Garcia da Costa - UENP – São Paulo (suplente)

**Secretarias:**
**Relações Institucionais**
Prof. Dr. Horácio Wanderlei Rodrigues - UNIVEM – Santa Catarina
Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UNIMAR – Ceará
Prof. Dr. José Barroso Filho - UPIS/ENAJUM– Distrito Federal
**Relações Internacionais para o Continente Americano**
Prof. Dr. Fernando Antônio de Carvalho Dantas - UFG – Goías
Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA – Bahia
Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA – Maranhão
**Relações Internacionais para os demais Continentes**
Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba – Paraná
Prof. Dr. Rubens Beçak - USP – São Paulo
Profa. Dra. Maria Aurea Baroni Cecato - Unipê/UFPB – Paraíba

**Eventos:**
Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch (UFSM – Rio Grande do Sul)
Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho (Unifor – Ceará)
Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta (Fumec – Minas Gerais)

**Comunicação:**
Prof. Dr. Matheus Felipe de Castro (UNOESC – Santa Catarina
Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho (UPF/Univali – Rio Grande do Sul Prof.
Dr. Caio Augusto Souza Lara (ESDHC – Minas Gerais

**Membro Nato** – Presidência anterior Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP – Pernambuco

---

D597

Direito e sustentabilidade II [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Cleide Calgaro; Jerônimo Siqueira Tybusch; Elcio Nacur Rezende – Florianópolis: CONPEDI, 2020.

Inclui bibliografia
ISBN: 978-65-5648-029-9
Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações
Tema: Constituição, cidades e crise

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Assistência. 3. Isonomia. I Encontro Virtual do CONPEDI (1: 2020 : Florianópolis, Brasil).

CDU: 34

Conselho Nacional de Pesquisa
e Pós-Graduação em Direito Florianópolis
Santa Catarina – Brasil
www.conpedi.org.br

# I ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

## DIREITO E SUSTENTABILIDADE II

---

## Apresentação

O Grupo de Trabalho "'Direito e Sustentabilidade" já percorreu várias edições no âmbito dos Congressos e Encontros do CONPEDI, consolidando-se como referência na área de Direitos Especiais, mais especificamente na conexão interdisciplinar entre Direito Ambiental, Sustentabilidade, Ecologia Política, Geopolítica Ambiental e Socioambientalismo. Nesta edição do Encontro Virtual do CONPEDI, contamos com a apresentação de vários artigos científicos que abordaram diversas temáticas inseridas na perspectiva de um Direito Ambiental reflexivo e com olhar atento às transformações da atualidade. Desejamos uma agradável leitura dos textos, os quais demonstram ao leitor a integração e, ao mesmo tempo, o alcance multidimensional das temáticas, tão importantes para uma visão crítica e sistêmica na área do Direito.

O primeiro trabalho intitulado SOBERANIA E INTERNACIONALIZAÇÃO: A POSSIBILIDADE DE UMA GESTÃO COMPARTILHADA A PARTIR DO APRIMORAMENTO DA ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA das autoras Alessandra Castro Diniz Portela e Gisele Albuquerque Morais objetiva analisar a necessidade, nos países amazônicos, de um aprimoramento da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica para maior controle sobre o bioma e evitar possíveis ingerências na soberania dos Estados-membros. Já o segundo trabalho como nome O SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL E A PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE do autor Júlio César Rodrigues de Almeida analisa o direito ao meio ambiente como um direito fundamental é, hoje, reconhecido pela doutrina e pela jurisprudência como bem jurídico merecedor de tutela constitucional tendo o Supremo Tribunal Federal, como guardião da Constituição, o expoente maior em sua defesa.

O terceiro trabalho A PROPOSTA DE FLEXIBILIZAÇÃO DA LEGISLAÇÃO SOBRE AGROTÓXICOS (PROJETO DE LEI Nº6.299/2002): ANÁLISE À LUZ DO DIREITO FUNDAMENTAL À SADIA CONDIÇÃO DE VIDA E AO MEIO AMBIENTE EQUILIBRADO da autora Marília Gurgel Rocha De Paiva E Sales propõe-se a análise de projeto normativo que intenciona facilitar uso de biocidas. A importância do tema emerge das evidências científicas que recomendam cautela no manejo de agrotóxicos, para garantia da vida humana e dos recursos naturais às presentes e futuras gerações. E, o quarto tema denominado ESTADO, SUSTENTABILIDADE E AMBIENTE ECOLOGICAMENTE EQUILIBRADO dos autores Késia Rocha Narciso e Paula Romão Rodrigues estuda o

resguardo dos direitos fundamentais é um dever do Estado em uma sociedade que explora os recursos naturais de maneira irresponsável diante das limitações do planeta e tem como objetivo destacar a persistente necessidade do equilíbrio ambiental frente à sustentabilidade e responsabilidade do estado.

No quinto tema deste GT tem-se como artigo apresentado LICENCIAMENTO AMBIENTAL: INSTRUMENTO DE EFETIVAÇÃO DO DIREITO FUNDAMENTAL AO MEIO AMBIENTE NAS ATIVIDADES EMPRESARIAIS dos autores João Emilio de Assis Reis e Graziele Lopes Ribeiro que entende o licenciamento ambiental como um instrumento jurídico administrativo do Brasil e objetiva exercer controle de atividades que utilizem recursos naturais, poluidoras ou que possam degradar meio ambiente. Já o sexto trabalho denominado REFLEXÕES SOBRE OS FUNDAMENTOS DA JUSTIÇA E DO DIREITO NA CONSTRUÇÃO DE UMA SOCIEDADE FRATERNA EM MEIO A PANDEMIA DO CORONAVÍRUS – COVID 19 das autoras Ildete Regina Vale da Silva e Maria Claudia da Silva Antunes De Souza objetiva refletir sobre os fundamentos da Justiça e do Direito na construção de uma Sociedade Fraterna. A importância da presente pesquisa, justifica-se nas possibilidades de sentido que os elementos conceituais da expressão Sociedade Fraterna alcançam, ideia essa que serve para melhor interpretar a Constituição da República Federativa do Brasil e imprescindível frente a maior crise contemporânea da Humanidade: Pandemia do Coronavírus – COVID19 -.

O sétimo artigo apresentado denominado AGROECOLOGIA COMO ALTERNATIVA AO USO INDISCRIMINADO DE AGROTÓXICOS NO AGRONEGÓCIO: DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PARA ALÉM DA IDEOLOGIA dos autores Francieli Iung Izolani e Jerônimo Siqueira Tybusch analisa a busca pelo desenvolvimento sustentável tem sido ideologia, devido a padrões hegemônicos de produção agrícola instituídos no Brasil pela Revolução Verde, o agronegócio, com uso indiscriminado de agrotóxicos, modelo que tem causado severos impactos na sustentabilidade, acentuando a necessidade de alternativas à superação desse paradigma. No oitavo artigo tem-se PROPRIEDADE INTELECTUAL E A FUNÇÃO SOCIAL DAS MARCAS EM OBSERVÂNCIA AO ASPECTO SOCIOAMBIENTAL dos autores Alisson Galvão Flores e Jerônimo Siqueira Tybusch que trata acerca do direito de propriedade intelectual, da categoria marca e do cumprimento da função social, observando o aspecto socioambiental, norteado pelos preceitos da sustentabilidade.

Continuando a análise dos artigos apresentados no GT tem-se como nono intitulado JUDICIALIZAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS: O RISCO DO LIVRE CONVENCIMENTO MOTIVADO dos autores Reinaldo Caixeta Machado, Amanda

Rodrigues Alves e Alexander Fagner de Lima Oliveira faz um estudo da Constituição Federal de 1988 que positivou o direito fundamental a um meio ambiente sadio e equilibrado, entretanto, esse direito necessita ser efetivado. Devido a inércia Estatal, é cada vez mais frequente as demandas desaguarem no judiciário. Em vista disso, a pesquisa concentrou em pontuar a insegurança jurídica da efetivação de políticas públicas ambientais pelo judiciário. No décimo trabalho A TUTELA INIBITÓRIA DIANTE DA IMINÊNCIA DE TRAGÉDIAS AMBIENTAIS NA MINERAÇÃO – UMA ANÁLISE À LUZ DA PROCESSUALÍSTICA NAS AÇÕES DE RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL dos autores Luciana Machado Teixeira Fabel, Eduardo Calais Pereira e Rodrigo Araujo Ribeiro se analisou a tutela inibitória com o objetivo de averiguar sua essencialidade para a evolução do direito ambiental e como instrumento impeditivo de tragédias ambientais. Para tanto, será feita uma pesquisa interdisciplinar, notadamente nas áreas do processo civil, direito civil, constitucional e ambiental.

O décimo primeiro tema denominado ECONOMIA CIRCULAR 4.0 E RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTUDO DE CASO DO REAPROVEITAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR PELO BRASIL dos autores Rossana Marina De Seta Fisciletti e Erika Tavares Amaral Rabelo de Matos avalia a Indústria 4.0 que substitui a economia linear baseada na "extração, produção, venda e descarte" pela que convencionamos chamar de Economia Circular 4.0, que impulsiona cadeias produtivas sustentáveis, aplicando as mais recentes tendências tecnológicas e multidisciplinares ao mercado brasileiro. Também a pesquisa observa que os resíduos da cana-de-açúcar geram insumos para a produção de novos produtos, melhorando os índices brasileiros de reutilização de resíduos, uma das diretrizes da Indústria 4.0. Já o décimo segundo trabalho DESAFIOS DA QUESTÃO ENERGÉTICA E AS ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS dos autores Sébastien Kiwonghi Bizawu, Ivone Oliveira Soares e Pedro Andrade Matos objetiva analisar o Setor Energético nos últimos tempos, tendo em vista os combustíveis fósseis e os recursos renováveis, partindo das informações e dos dados do Conselho Mundial de Energia (World Energy Council). Constata-se a busca expressiva por novas fontes de energias limpas com a participação tecnológica, frente à nova ordem de transição energética mundial.

No décimo terceiro tema A PROTEÇÃO CONSTITUCIONAL AO MEIO AMBIENTE E A RETÓRICA DO DESENVOLVIMENTO: O CASO DA USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE da autora Lara Santos Zangerolame Taroco analisa os discursos proferidos por diferentes autoridades durante o processo idealização e licenciamento ambiental da UHE Belo Monte, considerando as repercussões teóricas do termo desenvolvimento e da retórica. O projeto da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, prevista para ser a terceira maior hidrelétrica do mundo, é perpassado por uma série de controvérsias e conflitos. Já, no décimo quarto

tema tem-se A NECESSIDADE DA OBSERVÂNCIA DAS OBRIGAÇÕES AMBIENTAIS PARA A EFETIVAÇÃO DA USUCAPIÃO – UMA ABORDAGEM SISTÊMICA DA PRINCIPIOLOGIA DE DIREITO CIVIL E DE DIREITO AMBIENTAL dos autores Elcio Nacur Rezende, Humberto Gomes Macedo e Luiza Guerra Araújo analisando a usucapião frente aos princípios da Sustentabilidade e da Função Socioambiental da propriedade, para verificar a possibilidade de exigir o cumprimento das obrigações previstas no Código Florestal como requisitos para reconhecimento dessa aquisição de propriedade.

No décimo quinto tema 10 ANOS DO SISTEMA DISTRITAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA: AVANÇOS E RETROCESSOS dos autores Lorene Raquel De Souza, Marcia Dieguez Leuzinger e Paulo Campanha Santana verifica-se o Sistema Distrital de Unidades de Conservação da Natureza, criado pela Lei Complementar nº 827, de 22 de julho de 2010, está completando uma década com avanços e retrocessos. O objetivo do presente artigo, portanto, é avaliar as principais evoluções e involuções, com foco nos desafios que ainda permeiam a implementação desse sistema protetivo. Por fim, no décimo sexto trabalho como tema LICENCIAMENTO AMBIENTAL E AUTO MONITORAMENTO COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL NO ESTADO DE MINAS GERAIS dos autores José Claudio Junqueira Ribeiro e Diego Henrique Pereira Praça objetiva-se apresentar o licenciamento ambiental no Brasil, com destaque para o auto monitoramento como instrumento de gestão ambiental. Pretende-se analisar o potencial desse instrumento de controle e se no caso do Estado de Minas Gerais tem se mostrado eficaz.

Prof. Dra. Cleide Calgaro - Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. Elcio Nacur Rezende - Escola Superior Dom Helder Câmara

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - Universidade Federal de Santa Maria

Nota técnica: Os artigos do Grupo de Trabalho Direito e Sustentabilidade II apresentados no I Encontro Virtual do CONPEDI e que não constam nestes Anais, foram selecionados para publicação na Plataforma Index Law Journals (https://www.indexlaw.org/), conforme previsto no item 8.1 do edital do Evento, e podem ser encontrados na Revista de Direito e Sustentabilidade. Equipe Editorial Index Law Journal - publicacao@conpedi.org.br.

# ECONOMIA CIRCULAR 4.0 E RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTUDO DE CASO DO REAPROVEITAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR PELO BRASIL

# CIRCULAR ECONOMY 4.0 AND SOLID WASTE: CASE STUDY OF REUSE OF SUGAR CANE IN BRAZIL

**Rossana Marina De Seta Fisciletti [1]**
**Erika Tavares Amaral Rabelo de Matos [2]**

**Resumo**

A Indústria 4.0 substitui a economia linear baseada na "extração, produção, venda e descarte" pela que convencionamos chamar de Economia Circular 4.0, que impulsiona cadeias produtivas sustentáveis, aplicando as mais recentes tendências tecnológicas e multidisciplinares ao mercado brasileiro. Esta pesquisa observa que os resíduos da cana-de-açúcar, como bagaço, vinhaça e cinzas de caldeiras, geram insumos para a produção de novos produtos, melhorando os índices brasileiros de reutilização de resíduos, uma das diretrizes da Indústria 4.0.

**Palavras-chave:** Economia circular 4.0, Resíduos sólidos, Indústria 4.0

**Abstract/Resumen/Résumé**

Industry 4.0 replaces the linear economy based on "extraction, production, sale and disposal" with what we conventionally call Circular Economy 4.0, which drives sustainable production chains, applying the latest technological and multidisciplinary trends to the Brazilian market. This research notes that sugarcane residues, such as bagasse, vinasse and boiler ash, generate inputs for the production of new products, improving the Brazilian rates of waste reuse, one of the guidelines of Industry 4.0.

**Keywords/Palabras-claves/Mots-clés:** Circular economy 4.0, Solid waste, Industry 4.0

---

[1] Doutora em Direito (UVA). Mestre em Direito Econômico. Professora da Unesa. Pesquisadora do GGINNS. Coordenadora do Observatório de Direito Digital (PIBIC-UNESA). Pesquisadora Produtividade da Universidade Estácio de Sá. Advogada. Palestrante.

[2] Doutoranda da UVA (Bolsista PROSUP-CAPES). Mestre em Ciências Ambientais (UVA). Professora da UNIGAMA. Pesquisadora GGINNS. Advogada. Palestrante.

## Introdução

A cana de açúcar é matéria a prima de vários produtos consumidos pelo ser humano, esse consumo vai de alimentos a produção de energia. Nesse contexto o Brasil conta com mais de sete milhões de hectares plantados com cana de açúcar, portanto produzindo mais de 480 milhões de toneladas de cana. Com tal produção o Brasil se configura como maior produtor mundial de cana-de-açúcar.

A cana é a matéria-prima para a produção de açúcar e álcool, e seus subprodutos e resíduos são utilizados para co-geração de energia elétrica, fabricação de ração animal e fertilizante para as lavouras, conforme Agência Embrapa de Informações Tecnológicas.

A indústria sucroalcoleira e sucroenergética no Brasil geram um alto índice de resíduos, em função da grande quantidade de cana de açúcar produzida, resultantes do processo de fabricação de açúcar e etanol, sendo possível verificar no setor sucroenergético a existência de 23 resíduos/subprodutos, sendo a palha, o bagaço, as cinzas, as tortas de filtro e a vinhaça os principais resíduos gerados.

Desta forma a pesquisa se justifica pela análise da produção de bioenergia seguindo as diretrizes da economia circular 4.0, que tem por objetivo maior geração de lucros, pois identifica os resíduos como oportunidades econômicas. O Brasil se posiciona, através do setor sucroenergético, com diversas experiências em uma pauta mundial de debates pela busca por soluções e energia renováveis.

O objetivo geral da pesquisa é analisar, a partir dos dados oficiais publicados por instituições governamentais, o destaque brasileiro em soluções viáveis para o reuso da matéria-prima, que faz parte da trajetória da economia brasileira: a cana-de-açúcar.

Entre os objetivos específicos, estão os de (i) observar dados referentes ao Estado do Rio de Janeiro; (ii) conceituar os principais resíduos gerados no processo de produção de açúcar, etanol e bioeletricidade; (iii) identificar que o beneficiamento contribui para o avanço brasileiro, diante do cenário designado como Indústria 4.0.

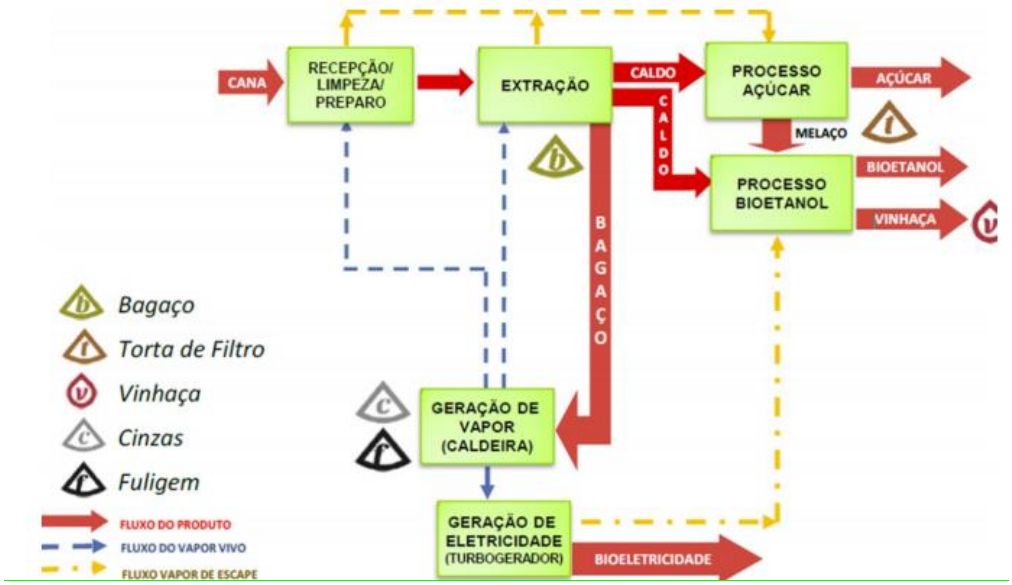
A metodologia da presente pesquisa se dá a partir da coleta de dados que conduzem a descrição do resíduo gerado, do ano de geração e da quantidade para, através destas informações, realizar a convergência, em análise comparativa e quali-quantitativa.

## 1. Gerenciamento de resíduos sólidos

A modernização da indústria, alavancada pela tendência e influência proveniente dos conceitos inerentes à Indústria 4.0 não estão restritas apenas aos grandes centros urbanos, nem tampouco aos novos conceitos sobre as fábricas inteligentes. O agronegócio está revolucionando seus métodos produtivos e, principalmente, seus hábitos sustentáveis e de reaproveitamento de resíduos.

A figura 1, abaixo, demostra o ciclo de produção de açúcar, etanol e bioeletricidade através do beneficiamento da cana de açúcar, bem como os principais resíduos gerados nesse processo.

**Figura 1.** Produção de açúcar, etanol, bioeletricidade e resíduos.




**Fonte:** Gurgel, 2015.

Verifica-se com a análise da figura 1 que os principais resíduos gerados na produção de açúcar, etanol e biocombustível são: o bagaço, a torta de filtro, a vinhaça, as cinzas e fuligens. Cabe ressaltar que a palha também é um resíduo gerado em decorrência do beneficiamento da cana.

A palha da cana de açúcar é o resíduo sólido que consiste em matéria vegetal separada pelo sistema de limpeza de cana a seco. A palha é preparada para o uso como combustível suplementar na caldeira da usina, assim sendo é utilizada como insumo para co-geração de energia elétrica, (Romão Júnior, 2009).

O bagaço é composto basicamente de fibras e água, configura-se em um subproduto da etapa produtiva de extração do caldo (Rodrigues, et.al., 2014).

As cinzas são utilizadas pela indústria sucroenergéticas a fim de obter energia, estas são oriundas da queima do bagaço da cana de açúcar nas caldeiras (Nogueira, 2013).

A torta de filtro é o resíduo composto por uma mistura de bagaço moído e de lodo de decantação provenientes do processo de clarificação do açúcar (Shneider, et.al, 2012), que resulta do processo de filtragem a vácuo ou a prensa do caldo recebido do decantador (NOGUEIRA, 2013).

Já a vinhaça configura-se um líquido de cor escura, é um resíduo ácido com grande demanda bioquímica de oxigênio (Nogueira, 2013), a vinhaça também denominada de vinhoto ou restilo é o líquido resultante da fermentação do caldo de cana de açúcar ou melaço (Shneider, et.al, 2012).

Pode-se classificar os resíduos gerados pela indústria sucroenergética de acordo com a origem, periculosidade e reciclabilidade.

**Tabela 1.** Classificação dos resíduos da indústria sucroenergética

| | ORIGEM | PERICULOSIDADE | RECICLABILIDADE |
|---|---|---|---|
| **Palha** | Agrossilvopastorio Art. 13, I, i, PNRS | Classe II | Reciclável |
| **Bagaço** | Agrossilvopastorio Art. 13, I, i, PNRS | Classe II | Reciclável |
| **Cinzas** | Agrossilvopastorio Art. 13, I, i, PNRS | Classe II | Reciclável |
| **Torta de filtro** | Agrossilvopastorio Art. 13, I, i, PNRS | Classe II | Reciclável |
| **Vinhaça** | Agrossilvopastorio Art. 13, I, i, PNRS | Classe I | Reciclável |

**Fonte:** Nunes, 2018.

A palha, o bagaço, as cinzas, a torta de filtro e a vinhaça são classificados, conforme a origem, como resíduos agrossivopastoris. São resíduos agrossilvopastoris “os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades”, como estabelece o art. 13, I, ‘i’, da Lei nº 12.305/2010.

Quanto a periculosidade pode-se classificar a palha, o bagaço, as cinzas e a torta de filtro como resíduos sólidos não perigosos, Classe IIB, pois de acordo com suas características não apresentam significativo risco a saúde e a qualidade ambiental, conforme o art. 13, II, b da Lei nº 12.305/2010 c/c ABNT 10004:2004.

Contudo, a vinhaça possui um grande potencial poluidor, não podendo ser lançada em cursos d`água uma vez que tem alta demanda bioquímica por oxigênio, alta concentração de sais, em particular o potássio, dessa forma apresenta rico à saúde pública e a qualidade ambiental (Junqueira, et.al., 2009).

Assim, a vinhaça é classificada como resíduo perigosos, uma vez apresenta significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental. Sendo resíduo perigosos conceituado como "resíduos ou mistura de resíduos que, devido à sua quantidade e às suas características físicas, químicas e biológicas, podem apresentar perigo à saúde humana e a fauna e flora, podendo prejudicar substancialmente o meio ambiente ou causar danos ás construções e equipamentos" (FREIRE, 2003 p.339). Desse modo a vinhaça é classificada como resíduo perigoso Classe I, de acordo com o art. 13, II, a, da Lei nº 12.305/2010 c/c ABNT 10004:2004, item 4.2

Quanto a reciclabilidade, ou seja, quanto ao potencial de transformação dos resíduos sólidos envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais competentes, conforme o art. 3º, XIV da Lei nº 12.305/2010.

A palha e o bagaço da cana são classificados como resíduos recicláveis, uma vez que são utilizados para a geração de bioeletricidade. Nesse contexto, a palha e o bagaço são resíduos de cana que vêm ganhando cada vez mais importância, uma vez que possuem grande potencial energético. Devido ao seu potencial energético dentro da econômica circular estes são considerados subprodutos da cana. A produção de bioeletricidade considerada uma energia limpa e renovável é feita a partir da biomassa, gerada através Da palha e do bagaço de cana de açúcar (NOGUEIRA, 2013).

As cinzas são classificadas com recicláveis. Uma vez que são constituídas basicamente de sílica, Sio2, assim podendo ocorrer a utilização das mesmas como adição mineral, em substituição a parte do cimento em argamassa e concretos, dessa forma efetuando-se a reciclagem (SHNEIDER et. al., 2012).

A torta de filtro também é classificada como reciclável. Pois esta é constituída de muitos nutrientes, assim tornando-a uma boa fonte de nutrientes para as plantas. Sendo geralmente utilizada em lavouras ou feita a compostagem (SHNEIDER et. al., 2012).

Já a vinhaça pode ser classificada como reciclável, embora seja um resíduo perigoso, portanto deve-se efetuar a correta destinação final a fim de minimizar os danos ambientais gerados, dessa forma, a vinhaça é um grave problema enfrentado pela indústria sucroenergética. Porém, para dirimir tais problemas a vinhaça vem sendo utilizada como fertilizante na lavoura de cana de açúcar, agregando valor a biomassa. Contudo, a vinhaça necessita de prévio tratamento para ser utilizada como fertilizante, senão pode gerar poluição ambiental, inclusive do lençol freático (Shneider; et. al., 2012).

## 2. Indústria 4.0 e Economia Circular 4.0

Com o aumento da demanda produtiva foi necessário o investimento em tecnologia. O estudo de caso da produção de cana-de-açúcar chama atenção porque aplica na prática a economia circular em torno do reaproveitamento dos seus rejeitos, demonstrando de forma sucinta as principais atividades e pesquisas desenvolvidas no Brasil, tendo como resultado a criação de um sistema de gestão de resíduos derivados da cana que detém um aproveitamento e reaproveitamento de todos os resíduos gerados.

O impacto na correta destinação dos resíduos produtivos é um diferencial inovador extremamente necessário e importante para o desenvolvimento sócio econômico brasileiro, aumentando a consolidação da cultura de reaproveitamento e da economia circular, servindo de modelo para diversos setores do agronegócio e melhorando os índices brasileiros de reaproveitamento de resíduos.

Em 2019, uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2019) demonstrou que 76,4% das indústrias brasileiras “desenvolvem algum tipo de economia circular, modalidade que engloba ações que visam o aumento da vida útil de produtos e materiais a partir do uso mais eficiente de recursos naturais”, entre as motivações estão a redução de custos; a maior eficiência operacional e a oportunidade de novos negócios. A pesquisa do CNI coletou dados de 1.261 empresas industriais, considerando a abrangência nacional, com margem de erro é de 5,5% para mais ou para menos (Portal da Indústria, 2019).

A indústria 4.0 é a grande responsável por trazer e aplicar no mercado brasileiro as mais novas tendências tecnológicas e multidisciplinares que surgem através desse novo mercado globalizado. Entre elas podemos destacar o conceito de economia circular. Esse novo conceito insurge em nosso cotidiano através da disrupção do conceito de economia linear, amplamente utilizado em todo mundo durante décadas, conceito que tinha sua forma baseada

em “extrair, produzir, comercializar e descartar”, neste modelo de negócio não eram previstos reaproveitamentos nem cadeias de produção sustentáveis.

Com o aumento do consumo, da presença de consumidores mais esclarecidos em relação às necessidades de manutenção do meio ambiente, foi necessária a criação e migração para um sistema que contemplasse tais atitudes, desta forma a economia circular vem pouco a pouco substituindo sua antecessora. O modelo adotado nacionalmente vem guiado através da inspiração europeia que nos últimos anos desenvolveu políticas de gestão de resíduos e possibilidades produtivas envolvendo o ciclo de vida da matéria prima e a minimização do impacto ambiental com o descarte dos mesmos.

Os benefícios advindos da Indústria 4.0 estão presentes em todos os segmentos e setores influenciados por ela. A economia circular destaca diversas oportunidades em relação a exploração dos materiais antes descartados, e nem sempre da maneira correta, que voltam ao ciclo produtivo através da reutilização, recuperação, transformação e reciclagem.

O portal Brasileiro de Dados Abertos realiza o levantamento da relação das pessoas jurídicas inscritas no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Naturais – CTF/APP (conforme diretrizes estabelecidas pela Lei 6.938/1981 e pelo Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais – RAPP, segundo a Instrução Normativa Ibama n° 06/2014).

A partir da análise dos dados oficiais publicados no portal, especificamente aos que se referem ao Estado do Rio de Janeiro fica demonstrada a necessidade do reuso dos resíduos sólidos resultantes das atividades envolvendo a cana-de-açúcar.

A Tabela 2, abaixo, classifica os cinco principais resíduos gerados no Rio de Janeiro entre os anos de 2012 a 2018, especificando o bagaço de cana-de-açúcar como o resíduo sólido mais produzido no Estado do Rio de Janeiro, sendo ele o responsável também pela produção da vinhaça e das cinzas de caldeiras, segundo e terceiro resíduos de maior impacto no referido Estado.

**Tabela 2:** Cinco maiores tipos de resíduos sólidos gerados no Rio de Janeiro.

| 5 Maiores tipos de resíduos sólidos gerados - RJ (em toneladas) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | Total Geral |
| Bagaço de cana-de-açúcar | 20.243.083 | 18.329.986 | 15.396.120 | 17.376.542 | 16.624.770 | 16.656.500 | 16.389.419 | 121.016.422 |
| Vinhaça | 19.160.411 | 15.249.558 | 12.152.458 | 8.358.268 | 5.113.204 | 2.538.057 | 5.540.494 | 68.112.449 |
| Cinzas de caldeiras | 10.981.220 | 12.018.763 | 2.203.538 | 2.529.005 | 3.612.258 | 1.716.629 | 1.274.509 | 34.335.922 |
| Sucatas metálicas ferrosas | 973.533 | 10.109.741 | 2.177.753 | 1.812.713 | 1.639.515 | 1.935.028 | 10.390.839 | 29.039.122 |
| Outros resíduos não especificados | 3.853.060 | 3.328.828 | 2.819.478 | 5.561.347 | 2.220.274 | 3.890.008 | 7.158.854 | 28.831.849 |
| **Totalização** | 55.213.320 | 59.038.890 | 34.751.360 | 35.639.890 | 29.212.038 | 26.738.239 | 40.756.133 | 281.335.764 |

**Fonte:** Ibama. Dados Abertos.

Contando com o fomento de diversos órgãos, a Comissão Europeia adotou, em 2015, um plano de ação denominado de "economia circular" para "impulsionar a competitividade a nível mundial, promover o crescimento econômico sustentável e criar novos postos de trabalho", o que fez com que a produção leve em conta o ciclo de vida dos produtos, sua utilização e gestão de resíduos (Comissão Europeia: 2015, s/p):

> O plano de ação estabelece 54 medidas para «fechar» o ciclo de vida dos produtos, do fabrico e consumo à gestão dos resíduos e ao mercado das matérias-primas secundárias, e identifica cinco setores prioritários para acelerar a transição ao longo das respetivas cadeias de valor (plásticos, resíduos alimentares, matérias-primas essenciais, construção e demolição, biomassa e materiais de base biológica). É atribuída uma grande importância ao estabelecimento de fundamentos sólidos sobre os quais possam prosperar os investimentos e a inovação. Esta transição é apoiada financeiramente pelos Fundos Europeus Estruturais e de Investimento, o programa Horizonte 2020, o Fundo Europeu para Investimentos Estratégicos (FEIE) e o programa LIFE. O plano de ação promove igualmente uma estreita cooperação entre os países da UE, as regiões e os municípios, as empresas, os organismos de investigação, os cidadãos e outras partes interessadas na economia circular.

Os benefícios da economia circular trazem repercussão não somente nos processos de reciclagem, mas também, na diminuição do impacto ambiental, geração de empregos e benefícios gerais à sociedade e, principalmente, o impacto econômico, através da redução de custos, geração de novos produtos e oportunidades, bem como a produção de derivados com custo de matéria-prima extremamente reduzido por se tratar de algo antes descartado e sem valor de mercado.

Os ideais da Economia Circular foram iniciados em 1966, no texto do economista britânico Kenneth Boulding, autor da teoria "*spaceman economy*", ao afirmar que o sucesso da economia não depende apenas da produção e do consumo, como também da natureza, extensão, qualidade e complexidade do estoque total de capital". Essa economia voltada para "manutenção de estoques" requer estratégias tecnológicas que viabilizem melhor rendimento, através de princípios éticos de conservação, de bem-estar não apenas individual, mas que se identifique com o outros e "também com uma comunidade que se estende ao longo do tempo, do passado para o futuro", entendendo a posteridade como relevante fator a ser considerado pela trajetória humana (Boulding: 1966).

Os esforços industriais para prática da Economia Circular são conduzidos e alinhados em conjunto com o avanço da Indústria 4.0, razão pela qual podemos utilizar a mesma nomenclatura "4.0", no sentido de identificar a geração que estabelece um novo paradigma de produção desenvolvido nas empresas, em que se destaca a sinergia entre homem e máquina e engloba as principais inovações, referentes à automação, ao controle e à tecnologia da

informação, aplicadas aos meios de produção das chamadas “indústrias do futuro” (Fisciletti: 2020).

## 3. Estudo de caso: O bagaço de cana-de-açúcar

Como apontado anteriormente, o bagaço de cana-de-açúcar é o mais volumoso no Estado do Rio de Janeiro e seu descarte inadequado degrada a fauna, flora e meio ambiente em geral.

Utilizada principalmente para a produção de açúcar e etanol, a cana-de-açúcar gerou no Estado do Rio de Janeiro mais de 121 milhões de toneladas de bagaço entre 2012 e 2018. A vinhaça e as cinzas de caldeiras, subprodutos da indústria da cana-de-açúcar, geraram juntas nesse período 102.448.371 toneladas de resíduos, como demonstrado acima, pela tabela do Ibama.

Os principais produtos produzidos com a cana-de-açúcar são: a cachaça, o etanol e o açúcar. A produção destes três produtos se inicia praticamente da mesma forma, depois de colhida a cana passa por um processo de moagem onde o caldo e o bagaço são separados. A partir deste ponto se iniciam as inúmeras possibilidades provenientes do primeiro rejeito, o bagaço, quem vem sendo utilizado como fonte para a produção de bioeletricidade, biocombustíveis e até de papel biodegradável.

O bagaço de cana tem sua primeira utilização na própria usina, como fonte de energia, sendo incinerado nas caldeiras para a produção de eletricidade que auto-sustenta o processo produtivo. A partir de estudos relacionados ao bagaço, a Universidade de São Paulo (USP) desenvolveu um composto capaz de substituir o petróleo na produção de plásticos. A pesquisa desenvolvida por Antonio Burtoloso, professor do Instituto de Química de São Carlos, expõe que ainda é necessário um grande período de desenvolvimento para que a molécula possa chegar ao mercado na forma de novos produtos, seus estudos foram publicados na revista científica britânica Green Chemistry, segundo a Agência Brasil (2020).

Outra pesquisa envolvendo este resíduo, desta vez desenvolvida pelo químico Mathias Strauss, do LNNano (Laboratório Nacional de Nanotecnologia – Campinas/ SP), traz a possibilidade de transformar o bagaço em carvão ativo ou ativado, através da utilização de nanotecnologia, componente amplamente utilizado para purificação da água e do ar, atualmente proveniente de importações, com uma vantagem em relação ao existente no mercado, pois neste método, desenvolvido por brasileiros, é produzida uma cobertura especial de partículas de prata

no carvão ativo que detém capacidade antimicrobiana, possibilitando a eliminação de bactéria nocivas presentes na água (Folha de São Paulo: 2017, s/p).

São diversos estudos envolvendo a biomassa do bagaço da cana-de-açúcar, até mesmo para produção de etanol, aproveitando o bagaço para uma nova extração do produto, o que aumentará a fabricação entre 30% e 40% quando houver a utilização da biomassa (Globo Ciência: 2013, s/p).

Outra utilidade para o bagaço da cana-de-açúcar é a produção de adubo 100% vegetal, a partir de pesquisa desenvolvida pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) que desde 2013 vem associando o bagaço com outros resíduos vegetais, como torta de mamona e palhada de capim elefante, eliminando a adição de adubos minerais, gerando uma matéria in natura como fonte de energia e alimento para a terra.

Outro destaque em pesquisa sobre a utilização do bagaço foi apresentada em 2018 durante o Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina), pela discente pesquisadora do Ensino Médio Técnico Integrado em Química (Campus Jaraguá do Sul-Centro), Danielle Vitória Dias que desenvolveu pesquisa sobre "Fabricação de papel utilizando celulose extraída do bagaço de cana-de-açúcar com adição de amido extraído da casca de batata como aditivo". A pesquisa vai além do fato de reaproveitar dois resíduos amplamente descartados para extrair celulose: traz uma proposta alternativa ao uso da madeira, estudo que necessita de aperfeiçoamento, mas que se mostra viável e extremamente sustentável (IFSC: 2019, s/p).

Por fim, o bagaço também pode servir de alimento para o gado, pois oportuniza a visão de economia circular e sustentabilidade. Através de um processo de vapor sob pressão, o bagaço ganha maior valor nutritivo, promovendo ganho de peso em bovinos e proporcionando maior potencial na produção de leite (Blog Sergomel, s/p).

### 3.1 Cinzas de Caldeira como matéria utilizada na construção civil

Após a utilização bagaço de cana como fonte de geração de energia, decorre a incineração e gera como resíduo as cinzas de caldeira, resíduo sólido de alto impacto ambiental.

Utilizando a meta da Economia Circular 4.0, as cinzas de caldeira vêm como tema de diversas pesquisas, destacando-se o projeto desenvolvido pelo pesquisador Ronaldo Soares Teixeira, para produção de fibrocimento (Rosa: 2010, s/p), que visa aproveitar os resíduos de forma conjunta, tanto do bagaço, quanto das cinzas, na produção de telhas, divisórias e caixas d'água.

Além do fibrocimento, há pesquisa envolvendo as cinzas de caldeiras como matéria-prima para a criação de tijolos, com projetos para fabricar tijolos mais resistentes, ecológicos e baratos.

O consultor em emissões e tecnologia da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica), Alfred Szwarc, observa como um grande passo no setor da construção civil o uso da chamada "Areia de Cinza do Bagaço de Cana (ACBC), tecnologia que teve entre os seus principais desenvolvedores a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), no interior de São Paulo" (Portal Nova Cana, 2018).

A utilização das cinzas provenientes das caldeiras além de proporcionar mais durabilidade nos concretos e argamassas onde são utilizadas, diminui a extração de areia e pedra das fontes naturais, proporcionando não somente uma melhor qualidade no produto produzido, mas também menor impacto ambiental com a diminuição da extração de matéria-prima in natura.

O estudo da UFSCar demonstra que a areia de Cinza do Bagaço de Cana pode reduzir assoreamento dos rios, uma vez que atualmente, são retiradas entre 100 e 200 milhões de toneladas de areia dos rios para a construção civil.

Existem também estudos para aplicação das cinzas como adubo e na produção de cerâmica vermelha, através da mistura das cinzas com argila caulinítica, gerando efeito positivo ao diminuir a retração linear e contribuir para uma melhor estabilidade dimensional das peças cerâmicas (De Faria, K.C.P.; Gurgel, R.F.; De Holanda, J.N.F, 2012, s/p).

### 3.2 Converter a vinhaça em biodiesel

O último resíduo, analisado pela presente pesquisa, resultante do processamento da cana-de-açúcar é a vinhaça, caracterizada por uma massa pastosa e malcheirosa que sobra após a destilação do caldo da cana fermentado, resultando o etanol. Quando descartada incorretamente este resíduo pode contaminar águas e solos, mas se utilizada corretamente, sua primeira forma de reuso é como adubo nas próprias plantações de cana-de-açúcar, melhorando a produtividade agrícola e reduzindo a utilização de fertilizantes químicos.

A FAPESP (Oliveira: 2011, s/p) financiou e divulgou a pesquisa que utiliza a vinhaça, também chamada de vinhoto, pela necessidade de reutilização dado ao potencial ofensivo, relatando que a partir de 1978, foram criadas normas e legislações específicas no âmbito federal e estadual, especialmente capitaneadas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) do estado de São Paulo, com o intuito de obrigar os produtores a darem

“um destino ambiental correto e comercialmente interessante ao resíduo. A solução foi usá-lo na adubação da própria plantação de cana”, ou seja, a vinhaça é usada para fertirrigação de áreas próximas às usinas.

Assim, como volume de resíduo produzido pela indústria sucroalcooleira cresceu exponencialmente nos últimos anos (“para cada litro de etanol são produzidos, pelo menos, 10 litros de vinhaça”) e que “em virtude do longo período de uso desse resíduo, há fadiga do solo pelo excesso de sais minerais”, gerando a necessidade de se pensar em outra utilização capaz de dar vasão a essa produção: uma promissora pesquisa para a transformação da vinhaça em biodiesel, através da combinação com microalgas. Em testes laboratoriais, a referida combinação se mostrou eficaz para a fabricação de biodiesel.

De acordo com o Plano Decenal “é oportuno ressaltar que sua prévia biodigestão tende a melhorar o processo de fertirrigação, pois reduz o teor de sólidos em suspensão e a viscosidade do fluido”, não havendo redução no teor de sais minerais, mantendo a “característica de recomposição nutricional no solo da irrigação”.

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2029, informa que “o potencial técnico de produção de biogás e de exportação de energia elétrica a partir dessa fonte é bastante significativo” e que a utilização da “biomassa de cana-de-açúcar para o cenário energético nacional poderá se tornar ainda mais relevante, caso seu potencial técnico seja plenamente aproveitado”, projetando um cenário de ascensão entre os anos de 2020 e 2029 e de potencial de exportação de eletricidade gerada por bagaço (EPE: 2020, p. 218):

> O biogás oriundo da biodigestão da vinhaça e da torta de filtro terá uma maior inserção na matriz energética. Estima-se que seu potencial de produção seja de 7,1bilhões de $Nm^3$ em 2029, podendo ser destinado à geração elétrica, substituição ao diesel e misturado ao gás natural fóssil, nas malhas de gasodutos.

Assim, sendo a vinhaça o resíduo que possui maior índice poluidor dentre aqueles provenientes da cana-de-açúcar, por essa razão, passou a requerer maior atenção nesta cadeia de economia circular, ganhando uma importante dimensão e investimento em pesquisa para aperfeiçoamento do processo de fermentação, para dar origem ao biogás.

## Considerações finais

As pesquisas brasileiras sobre gestão de resíduos sólidos possibilitam que o Brasil avance no cenário internacional da Indústria 4.0. A reutilização e esgotamento de possibilidades em relação aos resíduos com volumes expressivos como os decorrentes da cana-de-açúcar são

ideais almejados pela Economia Circular 4.0, consistindo em importante vitória rumo à conscientização da necessidade de um futuro verde e sustentável.

Ter consciência de que a indústria brasileira tem, a cada dia, se esforçado em dirimir seus equívocos e descuidos em relação ao meio ambiente traz a sociedade o sentimento de que a tecnologia e as diversas mudanças que a Indústria 4.0 vem trazendo estão repercutindo de forma benigna.

Essa é apenas a ponta do iceberg que a Indústria 4.0 vem trazendo aos empresários brasileiros, pois seus conceitos envolvem gestão, logística, economia, sustentabilidade, entre outras áreas que tem como foco principal a produtividade, a economia e o reaproveitamento de recursos.

A cadeia produtiva da cana-de-açúcar é historicamente arraigada na cultura e no desenvolvimento brasileiro. Conforme demonstrado nesta pesquisa, a indústria da cana-de-açúcar terá a produção 100% sustentável utilizando economia circular e minimizando os impactos ao meio ambiente, através da produção energética, da fertilizando da plantação, do aprimoramento de construções entre outros aproveitamentos e, a cima de tudo, melhorando a qualidade de vida tanto dos envolvidos na cadeia produtiva quanto da sociedade como um todo.

## Referências


AGEITEC, Agência Embrapa de Informações Tecnológicas. **Cana de Açúcar**. Disponível em:<:http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_1_711200516715.html> Acesso em: 20 mar. 2020.

APROVEITAMENTO da cana-de-açúcar praticamente não gera resíduos: Açúcar, etanol e produção de energia elétrica são alguns dos subprodutos. **Globo Ciência.** 23 fevereiro 2013. Notícia, s/p. Disponível em: http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2012/09/aproveitamento-cana-de-acucar-praticamente-nao-gera-residuo.html. Acessado em: 05 abr. 2020.

BAGAÇO de cana pode substituir petróleo na fabricação de plásticos. **Agência Brasil**. EBC. São Paulo, 30 janeiro 2020. Educação, s/p. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/educacao/noticia/2020-01/bagaco-de-cana-pode-substituir-petroleo-na-fabricacao-de-plasticos. Acessado em: 10 abr. 2020.

BAGAÇO da cana-de-açúcar: como pode ser utilizado? **Blog Sergomel**. Disponível em: https://www.sergomel.com.br/conteudo/bagaco-da-cana-de-acucar-como-pode-ser-utilizado.html. Acessado em: 20 mar. 2020.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2029:** Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética.

Brasília: MME/EPE, 2020. Disponível em: http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/
PDE%202029.pdf. Acessado em: 10 abr. 2020.

BRASIL, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT NBR 10004:2004.** Resíduos sólidos – Classificação. Disponível em: <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=936> Acesso em: 20 mar.2020.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm> Acesso em: 12 mar. 2020.

BOULDING, Kenneth E. **The Economics of the Coming Spaceship Earth,** 1966. Disponível em: http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/obsprometheus/BOULDING.pdf. Acessado em: 12 abr. 2020.

COMISSÃO EUROPEIA. **Rumo a uma economia circular**. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy_pt. Acessado em: 02 abr. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Pesquisa sobre Economia Circular na Indústria Brasileira.** 2019. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/a5/ab/a5abebbb-3bc9-4aed-9f2f-8914358d2f00/economia_circular__-_pesquisa_cni_2.pdf. Acessado em: 10 abr. 2020.

DE FARIA, K.C.P.; GURGEL, R.F.; DE HOLANDA, J.N.F. Influência da adição de resíduo de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar nas propriedades tecnológicas de cerâmica vermelha. **Matéria (Rio J.)** vol.17 no.3 Rio de Janeiro 2012. Disponível em:
https://doi.org/10.1590/S1517-70762012000300003 . Acessado em: 03 mar. 2020.

FISCILETTI, Rossana Marina De Seta. **A Quarta Revolução Industrial e os novos paradigmas do Direito do Consumidor**. 2020. Tese (Doutorado em Direito) - Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, 2020.

FREIRE, William e Daniela Lara Martins (coordenadores). **Dicionário de Direito Ambiental**. Belo Horizonte: Editora Mineira, 2003.

GURGEL, M.N.A.; CORREA, S.; DOURADO NETO, D., et al. **Tecnologia para aproveitamento de resíduos da agroindústria sucroalcooleira como biofertilizante organomineral granulado**. Engenharia Agrícola vol.35 no.1 Jaboticabal Jan./Feb.2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-9162015000100063&script=sci_abstract&tlng =pt> Acesso em: 20 mar. 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. IFSC. Uma receita que não é de culinária, e sim de sustentabilidade. In: **Seminário de Ensino, Pesquisa, Extensão e Inovação** (SEPEI). Notícias. 24 julho 2019. Disponível em: https://www.ifsc.edu.br/conteudo-aberto/-/asset_publisher/1UWKZAkiOauK/content/ id/1673684/uma-receita-que-n%C3%A3o-%C3%A9-de-culin%C3%A1ria-e-sim-de-sustentabilidade. Acessado em: 13 abr. 2020.

JUNQUEIRA, C. A. R., MOLINA JUNIOR, V. E., LOSSARDO, L. F., FELICIO, B. C., MOREIRA JUNIOR, O., FOSCHINI, R. C., MENDES, R. M., LORANDI, R. **Identificação do potencial de contaminação de aquíferos livres por vinhaça na bacia do Ribeirão do Pântano, Descalvado (SP)**, Brasil. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo-SP, v.39, n.3, p.507- 518, 2009.

NOGUEIRA, M.A.F.; GARCIA, M.S. **Gestão de resíduos do setor industrial sucroenergético:estudo de caso de uma usina no município de Rio Brilhante, Mato Grosso do Sul**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET - v. 17 n. 17 Dez. 2013, p. 3275 - 3283 Disponível em <https://periodicos. ufsm.br/index.php/reget/article/ download/10444/pdf> Acesso em: 27 mar. .2020.

NUNES, Claudia R. P.; MATOS, Erika T.A.R.de; VASCONCELOS, Priscila E. Alves. **O uso de resíduos nas usinas sucroenergéticas: cogeração de energia elétrica e sustentabilidade ambiental.** Congresso Brasileiro de Direito Ambiental. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2018, p.409-426. Disponível em: <http://www.planetaverde.org/ arquivos/biblioteca/arquivo_20180910115510_1015.pdf> Acesso em 28 mar. 2020.

OLIVEIRA, Marcos de. Vinhaça alternativa: Resíduo da produção de etanol pode ser usado para produzir biodiesel. **Revista Pesquisa Fapesp**. Energia. Ed. 186, ago. 2011. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/2011/08/04/vinha%C3%A7a-alternativa/. Acessado em: 20 mar. 2020.

PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS. **Resíduos Sólidos – Gerador (a partir de 2012).** Disponível em: http://www.dados.gov.br/dataset/residuos-solidos-gerador-a-partir-de-2012/resource/14b44243-e764-4608-b3a3-76e41d1111ff. Acessado em: 20 mar. 2020.

PORTAL BRASILEIRO DE DADOS ABERTOS. **Relatório de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://dadosabertos.ibama.gov.br/dados/RAPP/residuoSolidosGerador/relatorio.xml. Acessado em: 20 mar. 2020.

PORTAL DA INDÚSTRIA. 76,4% das indústrias desenvolvem alguma iniciativa de economia circular, mostra pesquisa da CNI. 24/09/2019. **Agência de notícias CNI**. Disponível em: https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/sustentabilidade/764-das-industrias-desenvolvem-alguma-iniciativa-de-economia-circular-mostra-pesquisa-da-cni/. Acessado em: 10 mar. 2020.

RODRIGUES, A.M.; REBELATO, M.G.; PAIXÃO, R.B.S. et al. **Gestão Ambiental no setor sucroenergético: uma análise comparativa**. Revista eletrônica de engenharia de produção v.14, n. 4 (2014). Disponível em: <https://producaoonline.org.br/ rpo/article/view/1717> Acesso em: 27 mar. 2020.

ROMÃO JUNIOR, R.A. **Análise da Viabilidade do Aproveitamento da Palha da Cana de Açúcar para Cogeração de Energia numa Usina Sucroalcooleira**. Dissertação de mestrado. Disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariamecanica/nuplen/analise-da-viabilidadedo-aproveitamento-da-palha-da-cana-de-acucar-para-cogeracao-de-energia-numa-usina-sucroalcooleira.pdf> Acesso em: 6 mar.2020.

ROSA, Mayra. Bagaço da cana-de-açúcar é reaproveitado para a fabricação de cimento. In. **Ciclo Vivo.** Tecnologia, 13 dez. 2010. Disponível em: https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/bagaco_da_canadeacucar_e_reaproveitado_para_a_fabricacao_de_cimento/. Acessado em: 25 mar. 2020.

SHNEIDER, Cristina Fernanda et. al. **Formas de Gestão e aplicação de resíduos da cana-de-açúcar visando redução de impactos ambientais**. Resista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável. ISSN-1981-8203. Disponível em:<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/ article/view/1836/1422> Acesso em: 20 mar.2020.

TÉCNICA brasileira pode transformar bagaço de cana em carvão ativo. **Folha de São Paulo**. São Paulo, 04 janeiro 2017. Ciência, s/p. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2017/01/1846820-tecnica-brasileira-pode-transfomar-bagaco-de-cana-em-carvao-ativo.shtml. Acessado em: 30 mar. 2020.

TIJOLOS de bagaço de cana ajudam a transformar vidas no sertão nordestino. **Portal Nova Cana.** Cana: Meio ambiente. 18 janeiro 2018. Disponível em: https://www.novacana.com/n/cana/meio-ambiente/tijolos-bagaco-cana-de-acucar-transformar-vidas-sertao-nordestino-120118. Acessado em: 10 abr. 2020.