

# OS ATIVOS VERDES DA BRASKEM X PATENTES VERDES COMO INSTRUMENTOS ECONÔMICOS PARA DESCARBONIZAÇÃO DO MEIO AMBIENTE: POLIPROPILENO E POLIETILENOS VERDES

*The green assets of Braskem x green patents as economic instruments for decarbonization of the environment: polypropylene and green polyethylenes*

**Eliana Leal Ferreira Hellvig**

Economista. Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pós-Doutoranda no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR).  
elianalealf@yahoo.com.br

**Thais Helena Sydenstricker Flores-Sahagun**

Engenheira Química. Doutora em Ciências e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora Titular aposentada da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Participante do programa Professor Sênior do Departamento de Engenharia Mecânica da UFPR. tsydenstricker@gmail.com

**Resumo:** Dado o panorama da indústria petroquímica brasileira, é mostrada a importância da empresa Braskem, única produtora de eteno verde obtido a partir da cana-de-açúcar, no que se refere a inovação e desenvolvimento tecnológico na produção de polipropileno (PP) e polietilenos (PEs verdes). A análise das patentes, no período de 2007 a 2018, e a negociação do ativo BRKM5 na B3, mostrou que, apesar de o eteno verde contribuir com a descarbonização do meio ambiente, verificou-se um papel especulativo do ativo. Apesar de o número de patentes ter decrescido a partir de 2013, o Demonstrativo do Resultado do Exercício – DRE de 2007 a 2018 – aumentou 268%. O marketing que envolve a venda de PEs a empresas que utilizam polímeros com o selo “I’m green™” da Braskem alcança consumidores de vários produtos, através do apelo ambiental, e coloca essas empresas em posição de destaque, mesmo com o uso de apenas 51% do PE verde. Os lucros financeiros na B3 com o ativo BRKM5 foram extraordinários. Nesse trabalho foi possível analisar a relação dos Créditos de Carbono com a descarbonização do meio ambiente e o papel da B3 como instrumentos econômicos e precificador de ativos para a sustentabilidade econômica, financeira e ambiental.

**Palavra-chave:** Lucros extraordinários; Créditos de Carbono; Polietilenos verdes; B3; BRKM5.

**Abstract:** Given the panorama of the Brazilian petrochemical industry, the importance of BRASKEM, the only producer of green ethene obtained from sugar cane, is shown in terms of innovation and technological development related to the production of polypropylene - PP and polyethylene - PEs green. The analysis of patents in the period from 2007 to 2018 and the negotiation of assets BRKM5 in B3, showed that despite the green ethene contributes to the decarbonization of the environment, there was a speculative role of the asset. Despite the number of patents having decreased since 2013, the Income Statement for the Year - DRE from 2007 to 2018 increased by 268%. The marketing that involves the sale of PEs to companies that use polymers with BRASKEM’s “I’m green™” seal reaches consumers of various products through the environmental appeal and puts these companies in a prominent position even with the use of only 51% of the Green PE. The financial profits at B3 with the asset BRKM5 were extraordinary. The relationship between Carbon Credits and the decarbonization of the environment and the role of B3 as economic instruments and asset pricing for economic, financial, and environmental sustainability is shown.

**Keywords:** Extraordinary profits; Carbon Credits; Green polyethylenes; B3; BRKM5.

# 1 INTRODUÇÃO

O crescente interesse de empresas com a preservação ambiental e a substituição de matérias-primas de origem fóssil por outras de origem vegetal tem incentivado várias empresas do setor de polímeros a desenvolver novas tecnologias (SUAREZ, 1986). No caso da empresa Braskem, única produtora mundial de polietilenos verdes (polietileno de alta densidade – PEAD – e polietileno linear de baixa densidade – PELBD), é interessante observar as peculiaridades e as potencialidades do setor que coloca o Brasil em posição de destaque mundial. Mesmo não sendo a maior detentora de patentes relacionadas a polietilenos (PEs) e polipropileno verdes (PP), a Braskem ocupa um importante lugar no cenário mundial. Assim, para um melhor entendimento do funcionamento da grande engrenagem que move esse segmento dos polímeros verdes, serão abordados, neste trabalho, a inovação e o desenvolvimento tecnológico da Braskem para os PEs e PP verdes; a evolução das patentes relativas a polietilenos e polipropileno verdes, no período de 1999 a 2017, no banco de patentes USPTO; as vantagens do uso dos polietilenos verdes em relação a marketing; imagem das empresas e qualidade dos produtos; papel das bolsas de valores nas negociações dos ativos (BRKM5 e Créditos de Carbono), como instrumentos financeiros e intermediadoras para a descarbonização do meio ambiente.

## 1.1 Inovação e desenvolvimento tecnológico da Braskem para os PEs verdes

O PE verde é produzido no pólo petroquímico de Triunfo (RS), com a capacidade de produção de 200 mil toneladas anuais, tendo sido investidos US\$ 290 milhões na planta. A transformação do eteno verde em polietileno verde I'm Green™ é realizada na mesma planta fóssil. Os PEs verdes I'm Green™ são considerados biopolímeros *drop-in*, pois substituem os PEs convencionais, sem a necessidade de investimentos em novos maquinários de transformação para o plástico (MOHANTY, 2002; DE PAOLI, 2008). O PE é uma *commodity* e consiste de um material de grande consumo mundial, em especial no que se refere à indústria do plástico e das embalagens. A capacidade de produção da Braskem de PEs verdes é de, aproximadamente, 200.000t/ano, enquanto para os PEs fósseis é de 16 milhões/ano.

Segundo a Braskem (2018), o etanol utilizado na produção do PE verde é fornecido, em grande parte, através de contratos firmados com os principais produtores nacionais, cuja relação com a Braskem é regida pelo Código de Conduta para Fornecedores de Etanol (CCFE), de forma que boas práticas sejam implementadas (MENEGUETTI, 1999). De acordo também com a empresa, os polietilenos I'm Green™ (PEAD ou o PELBD) de fonte renovável não podem ser misturados com resinas obtidas a partir de nafta ou do gás natural, a não ser para garantir desempenho técnico. No entanto, como os polímeros verdes e os polímeros fósseis são polímeros nominalmente iguais e suas sutis diferenças não afetam seus desempenhos mecânicos e térmicos, o uso de polímero fóssil é feito apenas para reduzir o custo do material. O PE verde apresenta 49% do polímero fóssil, mais barato, e mesmo assim recebe o selo I'm green™, o que acarreta ganhos de marketing e imagem da empresa perante os consumidores e ter as vantagens associadas a este diferencial (HELLVIG; FLORES-SAHAGUN, 2020b).

O conteúdo renovável é um dos atributos mais importantes dos polietilenos e polipropileno verdes e mede a quantidade de carbono de origem renovável, expresso como um percentual da massa total do material ou produto (HEINZ et al., 2011; MCTI, 2018). Atualmente, existem vários órgãos certificadores, na Europa, nos EUA e na Ásia, que concedem rótulos para o conteúdo renovável de um material ou produto. Quando uma empresa recebe a classificação máxima conferida pela Vinçotte, uma das empresas certificadoras, isso equivalente a quatro estrelas, ou seja, os produtos da empresa certificada podem utilizar o selo “Ok Biobased” (SCOTT, 2002), uma identificação internacional concedida para produtos comprovadamente de fonte renovável. No caso da empresa Braskem, realizam-se as análises do C<sup>14</sup> em seus laboratórios e a empresa Vinçotte, desde 2010, certifica anualmente o conteúdo renovável. A empresa Vinçotte é autorizada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)

a certificar o conteúdo renovável dos polietilenos verdes da Braskem, sendo que o conteúdo renovável mínimo do PEAD é de 96% e do PELBD é de 89%. O conteúdo renovável dos PELBD, um copolímero formado por eteno verde e um comonômero, buteno ou hexeno, poderia ser aumentado através da produção de buteno e hexeno de origem vegetal, já que, hoje, esses polímeros são sintetizados com comonômeros fósseis. O custo da produção dos monômeros verdes buteno e hexeno, a partir do etanol da cana-de-açúcar, é economicamente mais alto (NEVES, 2010).

Apesar da importância do desenvolvimento de novas tecnologias na produção de polímeros obtidos a partir de fontes renováveis, apenas, aproximadamente, 4% de todo o petróleo produzido no mundo alimenta a indústria de polímeros (RAMIRES, 2006). Assim, o desenvolvimento e a utilização de fontes de energias alternativas (tecnologias limpas), tais como: eólica, solar, das marés, hidráulica, nuclear, elétrica etc., em vez do uso do petróleo, acarretaria uma redução drástica de emissões de GEE (NARANJAN, 2004; GIANNETTI, 2006). No entanto, a poluição ambiental causada pelos plásticos, materiais de baixa densidade que muitas vezes são descartados na forma de embalagens em locais inadequados, contamina oceanos, rios e cidades de uma forma muito destrutiva, afetando de forma acentuada a flora do planeta (BASTOS, 2008). Portanto, é importante o desenvolvimento de polímeros biodegradáveis, o gerenciamento e o desenvolvimento de processos para a reciclagem de plásticos, de forma que possam ser reaproveitados, tenham sua vida útil prolongada e seu descarte final em locais selecionados (FALCONE, 2007). Afinal, quanto do interesse das empresas em desenvolver tecnologias limpas, polímeros verdes e/ou biodegradáveis recai sobre a preocupação com o meio ambiente, sua descarbonização e sua conservação e quando de seu interesse se refere aos lucros que podem ser obtidos no desenvolvimento e no uso dessas tecnologias?

## 1.2 Créditos de Carbono como instrumentos econômicos de descarbonização do meio ambiente

O marco regulatório para o mecanismo de desenvolvimento limpo é o protocolo de Kyoto, assinado em 11 de dezembro de 1997 no Japão. O Protocolo de Kyoto é um instrumento internacional, ratificado em 15 de março de 1998, que entrou oficialmente em vigor em 16 de fevereiro de 2005. Representou um marco nos esforços internacionais para o enfrentamento das mudanças climáticas, estabelecendo um compromisso legal de redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa. O destaque para esse marco regulatório é que permitiu a precificação dos gases regulados pelo protocolo de Kyoto e a transação de certificados de redução entre as partes signatárias; também é um incentivo para investimento em tecnologias alternativas e menos emissoras (LANCELLOTTI, 2010).

O ativo de carbono é precificado através da bolsa de valores. A precificação de carbono significa determinar o preço do certificado de emissão de GEE dos poluidores do ar: indústrias, agroindústrias, refinarias de petróleo e outras com atividades carbono intensiva. As indústrias despejam gases na atmosfera, e a conta que chega é repartida entre todos os cidadãos, através de serviços de saúde sobrecarregados, escassez de água e de comida, aumento dos prejuízos com os estragos provocados por inundações ou furacões, as chamadas externalidades negativas oriundas das emissões de gases de efeito estufa (MANKIW, 2001).

A lógica funciona da seguinte maneira: se os poluidores arcassem com um valor, que seja correspondente ao volume de gases de efeito estufa que emitem, os custos sociais estariam interligados nos custos privados; em outras palavras, os produtos dessas indústrias ficariam mais caros quanto maior fosse a sua pegada de carbono. Por outro lado, produtos mais limpos ficariam mais baratos. Esse é o processo que denominado de descarbonização da economia (FIRJAN, 2017). No entanto, em vez da real conscientização para tornar o meio ambiente mais limpo e sustentável, observa-se a criação de “derivativos” de Créditos de Carbono, como uma forma de manobra das “gigantes poluidoras”. Na prática, não há exigências para o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais para produção de produtos e processos mais limpos, e, quando há a descarbonização, é uma pequena parte do todo. A indústria está produzindo e poluindo cada vez mais e descarbonizando cada vez menos.

A bolsa de valores de São Paulo, também conhecida como B3, é responsável por desenvolver e implantar sistemas de serviços de negociações e pós-negociação (compensação e liquidação) de ações, derivativos de ações, financeiros e mercadorias, títulos de renda fixa, títulos públicos federais, moedas à vista e *commodities* agropecuárias, entre outros serviços. O principal papel da B3 é fomentar o mercado acionário nacional de forma transparente, como determina a Lei Sarbanês-Oxley, seguindo as regras internacionais para *Compliance* no mercado financeiro (HELLVIG; FLORES-SAHAGUN, 2021).

Os Créditos de Carbono podem ser vistos como “certificados” que empresas, pessoas ou países compram para permitir a emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), sendo que 1 Crédito de Carbono corresponde a uma tonelada de carbono. Os gases de efeito estufa são convertidos em unidade de dióxido de carbono equivalente ( $\text{CO}_2\text{e}$ ), que pode ser reduzida, evitada ou sequestrada para compensar as emissões que ocorrem em outros lugares/atividades. Uma tonelada de  $\text{CO}_2\text{e}$  (gás carbônico equivalente) corresponde a 1 crédito de carbono. O  $\text{CO}_2\text{e}$  é o resultado da multiplicação das toneladas emitidas do GEE pelo seu potencial de aquecimento global. O potencial de aquecimento do gás carbônico foi estipulado como 1; o gás metano, por outro lado, tem potencial de aquecimento 21, ou seja, uma tonelada de metano reduzida corresponde a 21 Créditos de Carbono. O óxido nitroso tem potencial de aquecimento global de 310 e o hexafluoreto de enxofre, de 23.900 (POINT CARBON, 2019).

Quanto à bolsa de valores do Rio de Janeiro (BVRIO, 2018), trata-se de uma associação civil formada por três categorias: setor empresarial, ONGs e setor acadêmico, além de cidadãos envolvidos na promoção do desenvolvimento econômico sustentável. Na bolsa do Rio de Janeiro, havia, no ano de 2015, uma plataforma de simulação fictícia para compra e venda de Créditos de Carbono. As regras e os parâmetros da simulação foram construídos em 2013, em parceria com as empresas participantes, com base nos sistemas de comércio de emissões em operação, como, por exemplo, o da Bolsa da Califórnia e o da União Europeia. De 2014 a 2017, foram realizados os quadros cíclicos operacionais no Brasil, através de uma plataforma fictícia de simulação promovida pela Bolsa de Valores verde do Rio de Janeiro e acompanhada pela GVCes da Fundação Getúlio Vargas, a qual é responsável por emitir os relatórios de inventários de emissão.

### 1.3 Crise econômica brasileira x BRKM5

A Braskem possui três ativos negociados na Bolsa de Valores de São Paulo (B3): BRKM3, BRKM5 e BRKM6. Dos três ativos que a Braskem possui, apenas o BRKM5 é considerado operante na economia “baixo carbono”, ou seja, “verde”, sendo que está ranqueado no ICO2 da B3 de São Paulo (HELLVIG; FLORES-SAHAGUN, 2020 a). É importante salientar que os PEs verdes representam a maior parte da carteira BRKM5, e, apesar dos ativos BRKM3 e BRKM6 terem apresentado também um DRE positivo, no período 2008-2018, o efeito especulativo da carteira BRKM5 resultou em lucros extraordinários.

A B3 é um mercado especulativo e de risco. Assim, desde o anúncio da abertura de capital da empresa Braskem, em 2007, com a inserção da Braskem no mercado financeiro da B3, aliado ao efeito especulativo do anúncio da produção de PP verde, em 2011, e a de EVA (copolímero Etileno Acetato de Vinila) verde, em 2016, houve um alvoroço no mercado financeiro, por parte dos investidores, para a compra do ativo BRKM5.

O período de 2008-2018 foi marcado por graves crises econômicas mundiais com reflexos no Brasil. A principal crise desse período teve início nos EUA. Segundo Bresser-Pereira (2009), a causa direta da crise americana de 2008 foi a concessão de empréstimos hipotecários de forma irresponsável para credores que não tinham capacidade de pagar ou não teriam como pagar, a partir do momento em que as taxas de juros começassem a subir. De fato, foi o que aconteceu: as taxas de juros aumentaram e a capacidade de pagamento dos credores não foi factível; logo, os principais bancos americanos recorreram a inovações financeiras para securitizar títulos podres americanos. Isso promoveu a perda de confiança dos investidores, levou a um enfraquecimento da hegemonia americana no mercado financeiro mundial, e os reflexos dessa crise foram percebidos em mais de 60 países; dentre estes, o Brasil.

Após a crise de 2008, o mundo desacelerou o crescimento econômico. No Brasil devido a resultados positivos anteriores a 2008, mesmo com as críticas às políticas fiscais, políticas monetárias e creditícias adotadas no governo Lula, o resultado final foi positivo para a retomada do crescimento econômico, em 2010 (CURADO, 2015).

Em 2014, no governo da Presidente Dilma Roussef, o Brasil passou por uma nova crise econômica, o grave déficit fiscal, o qual encerrou anos de solidez nas contas públicas de 2008-2018 (FMI, 2020). É importante lembrar que, em 2014, foi instaurada no Brasil uma das maiores iniciativas de combate à corrupção e lavagem de dinheiro da história recente do país (MPF, 2021). Essa operação, a Lava-Jato, mobilizada pelo Ministério Público Federal (MPF), resultou em inquéritos criminais no Supremo Tribunal Federal (STF), para apuração e punição dos envolvidos, levando à prisão de vários agentes públicos e privados, à abertura de processos contra empresas públicas e privadas e de agentes políticos, como foi o caso da prisão do Ex-Presidente da República, Luis Inácio Lula da Silva.

Em 2016, no país apresentava-se mergulhado no caos, a então presidente da República do Brasil, Dilma Roussef, devido às pedaladas fiscais, aos avanços das investigações da operação Lava Jato e às quedas do PIB brasileiro frente ao mundo que se recuperara das crises econômicas adquiridas no período de 2008-2018, o que acabou incorrendo no impeachment da presidente, assumindo, em seu lugar, o vice-presidente Michel Temer. Os resultados do PIB brasileiro com o governo Dilma Roussef foram ínfimos, pois o PIB que, em 2008, apresentou um crescimento de 5,1%, em 2018 apresentou um crescimento negativo no período de - 2,3% (IBGE, 2015; FMI, 2020).

Mesmo o país passando por várias crises financeiras, econômicas e políticas, os resultados financeiros da Braskem, no período de 2008-2018, apresentaram crescimento extraordinário. O DRE da Braskem, em 2008, foi de R\$ 1.842,836, e, em 2018, foi de R\$ 9.618,235 (B3, 2018). Isso foi devido, entre outros fatores, ao marketing associado às vantagens competitivas do selo I'm Green™ e ao anúncio da produção de PP verde, não concretizada. A aplicação de tecnologias limpas, com a produção de polímeros verdes que promovem o Carbon Footprint, atraiu investidores do mundo todo, o que resultou em um aumento pela procura do ativo BRKM5 (ativos verdes negociados na bolsa de valores de São Paulo).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, foi feita uma busca no banco de patentes USPTO (2017), relativas à concessão de patentes de invenção sobre polipropileno verde e polietilenos verdes no mundo, no período de 1999 a 2017. Para esse trabalho, foi utilizado o banco de patentes USPTO para a coleta de dados, que ocorreu durante um período de 12 meses (janeiro de 2017 a janeiro de 2018). Após a coleta, os dados foram organizados de acordo com países de origem da patente x quantidade, aplicação x quantidade e tipo de polímero verde x quantidade. Após a busca de patentes, os dados foram organizados para avaliação e análise do quantitativo.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se inserir a palavra GPE, Green polyethylene na busca do banco de patentes USPTO, o resultado apresentou 8226 patentes relacionadas e automaticamente trouxe o número da patente e o título do trabalho. No entanto, foi necessário ler todos os documentos encontrados, com o objetivo de separar as patentes relativas a matéria-primafóssil das relativas a matéria-prima não fóssil, ou seja, separar aqueles documentos que realmente eram “plásticos verdes” dos que não eram. Como base de informação, a Tabela 01 mostra o total de patentes que tiveram que passar pelo processo de refino, através da leitura de cada documento, para ser assegurado que, de fato, somente patentes relacionadas a matéria-prima verde foram selecionadas.

**Tabela 1** – Quantitativo de patentes de polímeros verdes

Polímero verde: palavra chave	Quantitativo
GPE*	1204
PGPP*	6497
PE GREEN	42
PP GREEN	8
PEAD	67
LMDPE	403
HDPE GREEN	5
<b>TOTAL AVALIADO</b>	<b>8226</b>
<b>SELECIONADO SOMENTE "VERDES"</b>	<b>123 + 01 PEDIDO</b>

Fonte: Elaborada pela autora (2018)

\*GPE – greenpolyethylene; \*\*GPP – greenpolypropylene

É possível observar, na Tabela 1, que da quantidade de documentos encontrados (8226 patentes), foram selecionados apenas 123 referentes a patentes de eteno verde. A Tabela 2 mostra os resultados após a separação em Países de Origem x Quantidade; Aplicação x Quantidade, e Polímero Verde x Quantidade:

**Tabela 2** – Países de origem da patente x quantidade

Tabela de Frequência de patentes	
PAÍSES DE ORIGEM	QUANTIDADE
EUA	93
Brasil	12
Japão	11
Inglaterra	4
Índia	2
Bélgica	1
Alemanha	1
China	1
<b>Total</b>	<b>123</b>

APLICAÇÃO	QUANTIDADE
Processo	54
Produto	69

TIPO DE POLÍMERO VERDE	QUANTIDADE
PP OU PE	36
PE	58
PP	29
<b>TOTAL</b>	<b>123</b>

Fonte: Elaborada pela autora (2018)

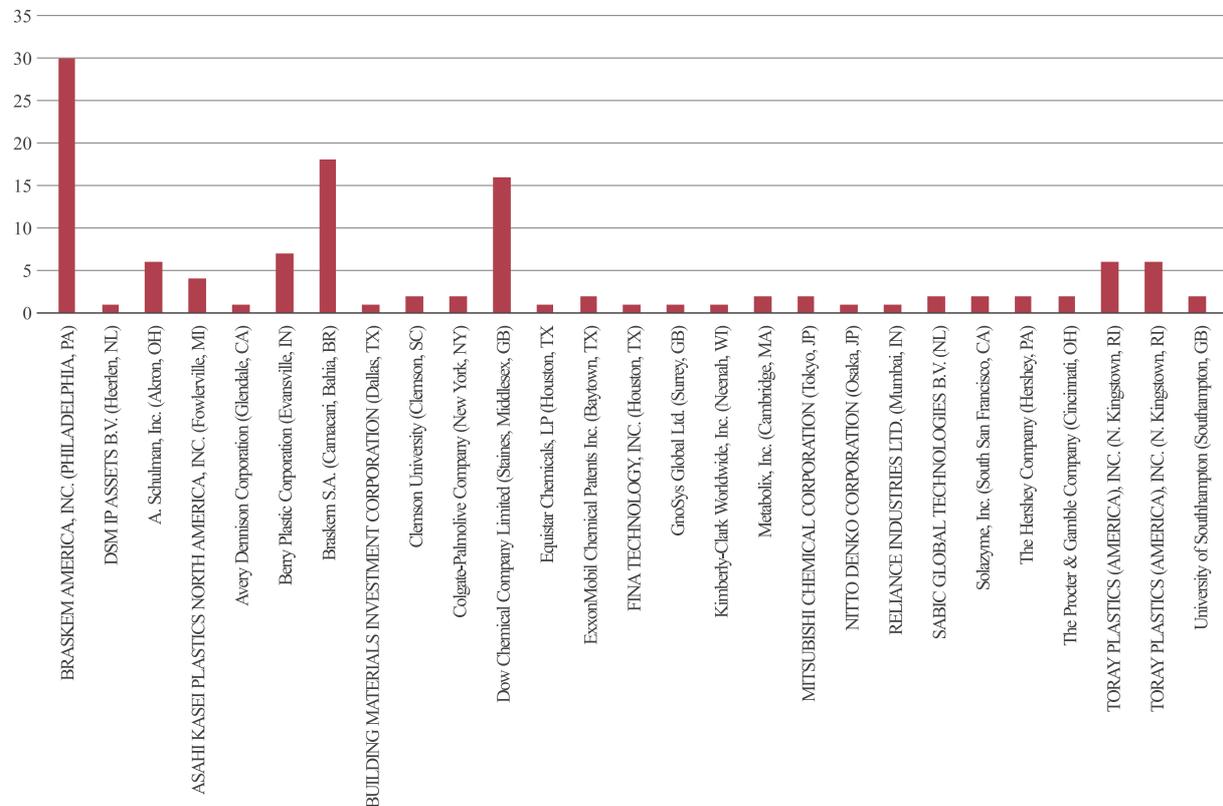
Pode ser observado, na Tabela 2, que os Estados Unidos da América são o país com maior número de patentes, com 93 patentes, seguido do Brasil, com 12 patentes, e do Japão, com 11 patentes. No que se refere à aplicação, a tabela 2 mostra que 69 patentes são para produtos e 54 para processos, e ainda em relação ao tipo de plástico verde, 58 patentes são para PEs verdes, 29 para PP verde e 36 patentes são para ambos os tipos de polímeros.

O interessante na Tabela 2 é que, mesmo os EUA aparecendo nos documentos pesquisados como o país que apresentou o maior número de patentes “verdes”, esse país não produz PEs verdes nem PP verde industrialmente, nem possui a matéria-prima, o etanol originado da cana-de-açúcar. Os EUA são o maior produtor do mundo de etanol oriundo do milho. O eteno obtido da desidratação do etanol do milho, apesar de ser o mesmo produto que o eteno obtido da desidratação do etanol da cana-de-açúcar, considerando todo o ciclo de produção, não gera Créditos de Carbono. A produção de etanol a partir da cana-de-açúcar é mais rentável economicamente do que a produção de etanol do milho. O gasto de energia fóssil para a produção de etanol de milho chega a ser quase 4 vezes maior do que o gasto na produção do etanol de cana-de-açúcar. Os custos de produção do etanol de milho é quase o dobro em relação ao custo do etanol da cana-de-açúcar, e, ainda, a cada 1 kcal de energia fornecida pelo etanol, são gastos 29% a mais de energia fóssil para produzir álcool. O balanço energético da cana-de-açúcar é positivo, pois, além de emitir menos CO<sub>2</sub> na atmosfera, ainda retira 3,5 t CO<sub>2</sub>, o que não acontece em relação ao etanol produzido a partir do milho, o qual, além de não retirar CO<sub>2</sub>, ainda emite e coloca no meio ambiente 1,9 t CO<sub>2</sub> por hectare de produção (PIMENTEL; PATZEK, 2005).

Os EUA são o país que mais detém patentes, no período de 1999 a 2017, com um total de 93 patentes, seguido do Brasil, com 12 patentes, do Japão, com 11, e da Inglaterra, com 4 patentes. É interessante notar também que o Japão, a Inglaterra e a Alemanha têm investido nas tecnologias da produção de PEs verdes, sendo que a matéria-prima usada na obtenção do etanol é, muitas vezes, extraída da beterraba, do sorgo e da celulose. A Braskem forneceu eteno verde para o desenvolvimento de 30, das 93 patentes americanas. Hoje, a Braskem é a maior acionista da Dow, que apa-

rece em 18 patentes americanas, fornecendo o eteno verde produzido pela Braskem. A Metabolix e a University of Southampton aparecem utilizando celulose e beterraba, respectivamente, como matéria-prima para a produção do etanol. O gráfico 1 mostra as empresas que foram encontradas nos documentos de patentes.

**Gráfico 1** - Empresas aparecem nos documentos de patentes pesquisados



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Em relação às 123 patentes concedidas, 54 são para processos e 69 são para produtos. Das 123 patentes selecionadas no USPTO, é possível afirmar que os documentos de patentes apresentavam 19 patentes para filmes, 12 para embalagem e 12 para frascos, ou seja, indústrias dos setores farmacêutico, alimentício e cosmético são as que mais investem nesse mercado. Os setores automotivo e de produtos médicos aparecem com 3 documentos cada.

O Gráfico 2 mostra a quantidade de patentes ano a ano, do período estudado de 1999 a 2017. Nesse gráfico, está relacionada a quantidade de patentes por ano.

**Gráfico 2** - Quantidade de Patentes x Ano



Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Pode ser observado que o período de maior número de patentes ocorre de 2010 a 2013, e, de fato, esse período coincide com iniciativas geradas pelo protocolo de Kyoto para a redução de GEE, no período de 2008 a 2012. Outra informação importante para o período avaliado e que reforça esse dado, é o fato da Braskem, líder mundial na produção do PE verde, ter iniciado a sua

produção de PE verde no Rio Grande do Sul, em 2010 e mesmo tendo a expertise da tecnologia, ao longo dos anos, também reduziu a quantidade de novas patentes.

No ano de 2010, foram concedidas 5 patentes sobre PEs e PP verdes. Em 2010, a Braskem anunciou a produção de PE verde em escala industrial na planta de Triunfo – RS. Em 2011, ocorreu um aumento de patentes, totalizando 9. Nos anos seguintes, 2012 e 2013, o número de patentes mais que dobrou, respectivamente, 20 e 23 documentos. A partir de 2013, os números de patentes concedidas caíram (20 documentos, em 2014; 14, em 2015, e 13, em 2016). Em 2017, foi depositado apenas um documento de patente. A indagação é saber quais os fatores que contribuíram para essa queda.

O Gráfico 3 mostra o preço médio das ações da BRKM5 por ano, no período de abertura do seu capital, ou seja, de 2007 até 2018.

**Gráfico 3 – Preço médio das ações da BRKM5 x Ano**



Fonte: Elaborado pela autora (2019)

Como a BRKM5 é uma *commodity* negociada em balcão na B3 (open Market) e essa *commodity* também é negociada na bolsa de Nova York e em outras bolsas de valores mundiais, com diferentes codificações, trata-se de um ativo de efeito altamente especulativo, ou seja, qualquer informação positiva em relação aos ativos da empresa promove uma elevação dos seus preços médios por provocar um alvoroço nos investidores. A B3 abre o seu mercado às 10 horas da

manhã e encerra o balcão às 17 horas. Como os PEs Verdes representam a maior fatia dos ativos da BRKM5, a Braskem é responsável pela precificação dos PEs verdes, em nível mundial, nas bolsas de valores mundiais das quais participa.

Pode ser observado, no Gráfico 4, que, após a abertura do capital da empresa Braskem na B3, com o ativo BRKM5, os lucros em papéis só cresceram. É importante ressaltar que existe, no mercado financeiro, a especulação, e, assim, embora a Braskem nunca tenha produzido em escala industrial o PP verde, ao anunciar, em 2011 e em 2016, a produção industrial de PP verde, ajudou a elevar os preços médios dos ativos da BRKM5. A Tabela 3 mostra que, no ano de 2012, o preço médio das ações era de R\$13,27 e, em 2018, atingiu R\$ 48,93 por ação, ou seja, um crescimento de R\$ 35,66 no preço médio das ações da BRKM5, em 6 anos, representando um aumento de 268%.

A Tabela 3 mostra a evolução dos preços médios (Pme) dos ativos da BRKM5, de 2007 a 2018, e os fatos relevantes do período que alavancaram os preços.

**Tabela 3 - Preço médio das ações BRKM5 X Ano x – fato relevante ocorrido no período**

ANO	Pme das ações R\$	FATO RELEVANTE
2007	16,12	Anúncio da produção de PE verde/abertura de capital na B3 / criação da carteira BRKM5
2008	11,95	Anúncio da produção de PP verde
2009	13,6	Parceria com a Novoenzymes para produção de PP verde a partir da cana de açúcar
2010	14,39	Início a venda de PE verde/Iniciou a certificação do selo I'm Green
2011	13,74	Certificação de conteúdo renovável pela empresa Vinçotte
2012	13,27	Prêmio empresa do ano pela ABERJE/Inauguração da nova planta de butadieno em triunfo (RS)
2013	16,88	Braskem integrou a primeira carteira Dow Jones de Sustentabilidade
2014	18,01	Construção da nova fábrica da marca UTEC nos EUA
2015	26,94	Plástico verde completa 5 anos de mercado e conquistou o mercado mundial
2016	24,31	Novamente anunciou a produção de PP verde/ Anunciou a produção da resina Evance =- I'm Green
2017	43,91	Novamente anunciou a produção de PP verde de Ultra Peso Molecular/EUA: entrou no ranking de engajamento de Carbon Disclosure Programa
2018	48,93	Iniciou as operações em Boston/Anunciou a produção industrial da resina Evance - I'm Green

Fonte: Elaborada pela autora (2018)

Em 2007, a empresa Braskem anunciou a abertura do seu capital na B3 e a produção de PE verde. Na abertura do capital da empresa, no pregão inicial, o ativo atingiu R\$ 16,12 por ação. Em 2008, a empresa anunciou que iria produzir o PP verde, fato esse que não ocorreu, e o mercado respondeu com uma baixa dos preços médios (Pme) dos ativos. Porém, em 2009, o mercado financeiro respondeu bem ao anúncio de uma parceria da Braskem com a Novozyme, para a produção de PP verde a partir da cana-de-açúcar, o que provocou uma leve alta nos preços do ativo. Em 2010, a empresa iniciou a venda do PE verde e a começou a certificar os produtos com o selo I'm Green™. A resposta do mercado não foi excepcional; porém, os ativos se mantiveram em alta.

No ano de 2011, mesmo a informação de que uma renomada empresa como a Vinçotte faria a certificação do conteúdo renovável não foi suficiente para manter os preços médios do ativo na B3, e os preços caíram. A queda se manteve até 2013. Neste ano, a Braskem entrou no mercado financeiro americano e integrou a sua primeira carteira Dow Jones Sustentabilidade. Com esse fato novo, os preços médios no mercado financeiro voltaram a subir, ou seja, de R\$ 13,88 para R\$ 16,88. Em 2014, a Braskem anunciou a construção de uma nova fábrica da marca UTEC, nos EUA (polímero fóssil), o que colaborou para manter em alta os preços médios dos ativos na B3. Em 2015, quando o plástico verde completou 5 anos de mercado e a imagem da empresa ficou consolidada mundialmente, os preços médios do ativo BRKM5 tiveram uma alta significativa, de R\$ 18,01 para R\$ 26,94. Em 2016, mesmo com a empresa anunciando que iria produzir o PP verde e que havia iniciado a produção da resina Evance I'm Green™ (EVA verde), os ativos da empresa depreciaram um pouco no mercado financeiro.

O grande boom dos preços dos ativos da Braskem ocorreu no ano de 2017, logo após a empresa inaugurar a nova planta de PE de Ultra Peso Molecular nos EUA (polímero fóssil) e ainda entrar no ranking do engajamento do Carbon Disclosure Program (CDP). Os preços médios dos ativos eram R\$ 24,31 e subiram para R\$ 43,91. A alta dos preços médios se manteve, pois, em 2018, os ativos fecharam o pregão em alta, valendo R\$ 48,93.

Na Tabela 4, são mostrados os resultados brutos do DRE (Demonstração do Resultado do Exercício) dos ganhos da empresa com o ativo BRKM5, ao longo do período de 2007 a 2018. Os valores em dólares são referentes à cotação de dezembro de cada ano.

**Tabela 4 - Resultado Bruto do DRE com o ativo BRKM5 x ano**

ANO	DRE: Receitas e Despesas - Braskem S.A R\$ Milhões	TX Nominal do Câmbio US\$	Conversão Real-Dólar
2007	1.696.289	1,79	947.647,49
2008	1.842.836	2,39	771.061,09
2009	3.138.266	1,75	1.793.294,85
2010	3.491.533	1,69	2.065.995,85
2011	3.163.668	1,84	1.719.384,78
2012	2.445.576	2,08	1.175.757,69
2013	3.731,251	2,35	1.587.766,38
2014	4.444.241	2,64	1.683.424,62
2015	7.572,238	3,87	1.956.662,27
2016	9.734.482	3,35	2.905.815,52
2017	9.614.927	3,29	2.922.470,21
2018	9.618.235	3,98	2.416.641,95
<b>Total</b>	<b>60.493.542</b>		<b>21.945.922,69</b>

Fonte: Elaborada pela autora (2019)

Nota: Legenda: TX = taxa

Os resultados do DRE de 2007 a 2018 mostram que os lucros da empresa com o ativo BRKM5, logo após a abertura do seu capital na B3 (B3, 2018), cresceram ano a ano. A entrada da empresa no mercado internacional e nas principais bolsas mundiais contribuiu para o crescimento dos lucros. Com isso, fica claro entender como a empresa pode aumentar os seus lucros em papéis,

sem precisar de grandes investimentos em pesquisa ou em investimentos para o aumento da produção do eteno verde, matéria-prima dos PEs e PP verdes. A produção de eteno verde foi sempre a mesma, ou seja, de 200.000t/ano. Uma empresa que apresenta liquidez dos seus ativos é de alto interesse para o mercado financeiro e para os investidores. Portanto, ao se consolidar no mercado financeiro com os investidores nacionais e internacionais, a empresa percebeu que não havia necessidade de manter altos investimentos para novas patentes, novos produtos como o PP verde e novas tecnologias, mas, sim, de tentar se manter no mercado de ativos financeiros.

Segundo a Braskem, o cálculo do Carbon Footprint para os Créditos de Carbono obtidos com a produção de PEs verdes é feito da seguinte forma: como cada tonelada de eteno retira 3,5t CO<sub>2</sub> do meio ambiente, com a produção anual de 200.000t de eteno verde na planta de Triunfo-RS, a Braskem retira 700.000t de CO<sub>2</sub> do meio ambiente. Como o preço médio do ativo Crédito de Carbono na bolsa de valores do RJ (2018) foi de US\$ 8,00, multiplicando o valor de US\$ 8,00 por 700.000t de CO<sub>2</sub> retirados do meio ambiente, o total para o ano de 2018 foi de US\$5.600.000,00. Sendo assim, a Braskem ganhou, no ano de 2018, US\$ 5.600.000 referentes aos ativos Créditos de Carbono, relativos à produção de 200.000t de eteno verde obtido da desidratação do etanol da cana-de-açúcar. Além disso, a BRKM5 alcançou, em 2018, o maior Pme por ação (R\$ 48,93) do período, o que resultou em lucros extraordinários de 268%.

Assim, fica muito claro entender porque ocorreu uma queda na curva de crescimento do número de patentes, ao longo dos anos. Os ganhos com capital são muito maiores do que os ganhos com a P&D, os quais requerem grandes investimentos.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou que a produção de eteno verde oriundo da desidratação do etanol da cana-de-açúcar é um importante aliado na descarbonização do meio ambiente. Há diferentes polímeros verdes que podem ser obtidos com o eteno verde, e a Braskem produziu ou produz, em escala laboratorial ou industrial, o PEAD, o PELBD, o PP e o EVA verdes. Quando se observa a curva de crescimento do número de patentes de PEs e PP verdes, ao longo do período investigado, que foi de 2007 a 2018, percebe-se que ocorreu uma redução do número de concessão de patentes, a partir de 2013. Outro ponto interessante é que, de fato, a aplicação dessas patentes no mercado é observada, principalmente, no setor de embalagens, em filmes e frascos. Todavia, observando os dados financeiros dos ativos da empresa, foi possível entender que os investimentos em “papéis” no mercado financeiro brasileiro (bolsa de valores de São Paulo e Créditos de Carbono) são muito mais atraentes do que os investimentos em novas patentes, que requerem grandes investimentos em P&D, pois auferem ganhos maiores. Se a empresa mantém um marketing positivo, como o que é realizado através da certificação com o selo I'm Green™, que é concedido a todos os produtos verdes que são produzidos, misturados ou não, a até 49% do polímero fóssil, não são imprescindíveis novos investimentos na produção comercial de outros produtos verdes, como o polipropileno.

Embora a empresa Braskem não seja a empresa que mais apresenta documentos de patentes no período de 1999 a 2017, é a única empresa do mundo que produz etanol e eteno obtido da cana-de-açúcar, ou seja, a única que gera Créditos de Carbono com a produção de eteno verde. A questão a ser discutida é muito mais ampla, pois, com base na curva de crescimento do número de patentes para PE verdes e PP verde, será que as grandes potências e empresas mundiais estão realmente preocupadas com a descarbonização da atmosfera e os efeitos positivos que os investimentos nessa direção trazem para o planeta? Se as grandes potências mundiais estão preocupadas com o efeito estufa, por que não são criados mecanismos que, de fato, obriguem as empresas a direcionar recursos em tecnologias e produtos que contribuam para a descarbonização do meio ambiente?

A Economia Circular e até mesmo os princípios dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (WORLD BANK, 2018) são enfáticos em colocar a necessidade da revisão das práticas de atividades produtivas mundiais. Ninguém está orientando para que as empresas ou indústrias parem a sua produ-

ção; pelo contrário, o que os organismos não governamentais, como a Organização das Nações Unidas, estão solicitando nos relatórios anuais do clima é que o setor produtivo reavalie o seu modelo de negócio e busque aliar práticas ambientalmente mais sustentáveis e que desenvolvam tecnologias limpas, para que seja possível preservar o meio ambiente e o futuro das próximas gerações. Assim, o desenvolvimento, a inovação e a pesquisa relacionada a novos processos, novos materiais ambientalmente mais “limpos e sustentáveis” deve ser incentivada de forma que atenda à *Compliance* mundial.

## REFERÊNCIAS

- BASTOS, V. D. Biopolímeros e polímeros de matérias-primas renováveis alternativos aos petroquímicos. **Revista do BNDES**, v. 14, n. 28, p. 201-234, 2008.
- BRASKEM: **Polietileno Verde**. Disponível em: [www.braskem.com.br/plasticoverde/principal.htm](http://www.braskem.com.br/plasticoverde/principal.htm). Acessado em 26 de Mar de 2019.
- B3 - BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO. **Índice de Sustentabilidade**. Disponível em: [www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/](http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/indices/indices-de-sustentabilidade/). Acessado em 13 de Jan de 2018.
- BVRIO - **Bolsa Verde do Rio de Janeiro**. Disponível em: [www.bvrio.org/jsp/wordpress/html/clima/home/index-en.jsp](http://www.bvrio.org/jsp/wordpress/html/clima/home/index-en.jsp). Acessado em 14 de Jan de 2018.
- BRESSER-PEREIRA, L.C. A crise financeira de 2008. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 29, n. 1 (113), p. 133-149, 2009.
- CURADO, M; NASCIMENTO, G.M. O Governo Dilma: da euforia ao desencanto. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 36, n. 128, p. 33-48, 2015.
- DE PAOLI, Marco Aurelio. **Degradação e Estabilização de polímeros**. 2ª edição. São Paulo. Editora: Artliber, 2008.
- FALCONE, B. M. D. et al. Panorama Setorial e Perspectivas na Área de Polímeros Biodegradáveis. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.17, n. 1, p. 5-9, 2007.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO RIO DE JANEIRO - FIRJAN. **Efeito estufa (atmosfera) - Cartilha inventário de emissões de gases de efeito estufa (2017)**. SENAI, 64, Rio de Janeiro, 2017.
- FMI. **World Economic Outlook, April 2020: the great lockdown**. 2020. Disponível em: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020>.
- GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. V. B. **Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações**. Editora: Edgard Blücher. São Paulo, 2006.
- HELLVIG, E.L; FLORES-SAHAGUN, T.H.S. Desenvolvimento Sustentável para empresas brasileiras: a nova proposta da Economia Hipocarbônica como estratégia de obtenção de lucros através dos créditos de carbono. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 25456-25472, 2020a.
- HELLVIG, E.L; FLORES-SAHAGUN, T.H.S. Estudo do uso do Eteno Verde ou Fóssil na síntese de PEAD e PELBD nominalmente iguais: Há diferença efetiva entre esses materiais? **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n 5, p. 25473-25487, 2020 b.
- HELLVIG, E.L; FLORES-SAHAGUN, T.H.S. The importance of public policies that encourage companies to decarbonize the environment and invest in clean technologies in Brazil. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v. 20, n. 2, p. 899-910, 2021.

HEINZEN, D. A. D. M.; MATTOS, A. P. M. N.; CAMPOS, L. M. D. S.; PALADINI, E. P. Estudo de viabilidade de produto inovador “verde” para o mercado consumidor comum. **Revista Gestão Organizacional**, v. 4, n. 2, p. 122-131, 2011.

LANCELLOTTI, A. **Bioplastics in Brazil: Beyond the Green Speech**. Frost & Sullivan, 2010.

MANKIWI, N.G. **Introdução a Economia. Princípios de Micro e Macroeconomia**. Rio de Janeiro, Campos, 1 edição, 2001.

MENEGUETTI, N.A. **A Reconstrução Produtiva do Setor Sucroalcooleiro no Brasil de 1975 a 1999**. Dissertação de mestrado, UEM, 1999.

Ministério Ciências e Tecnologia - MCT. **Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo**. Available in: [www.mct.gov.br/upd\\_blob/7844.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/7844.pdf). Acessado em 14 de Jul de 2018.

Ministério Público Federal - MPF: **Lava Jato**. Disponível em: [www.mpf.mp.br/grandes-casos/lava-jato/entenda-o-caso](http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/lava-jato/entenda-o-caso). Acessado em 10 de Jan de 2020.

MOHANTY, A.; MISRA, M.; DRZAL, L. Sustainable bio-composites from renewable resources: opportunities and challenges in the green materials world. **Journal of polymers and the Environment**, v. 10, n.1-2, p. 19-6, 2002.

NARAJAN, R. **Drivers & Rationale for Use of Biobased Materials Based on Life Cycle Assessment (LCA)**. Global Plastics Environmental Conference, Detroit, February 18-19, 2004.

NEVES, M.F.; TROMBIN, V. G.; CONSOLI, M. A. Measurement of sugar cane chain in Brazil. **International Food and Agribusiness Management Review**. v. 13. n. 3. p. 37-54, 2010.

PIMENTEL, D; PATZEK, T.W. Ethanol production using corn, switchgrass and wood; biodiesel production using soybean and sunflower. **Natural Resources Research**, v.14, p.65-76, 2005.

POINT CARBON. **Globally carbon markets gain one percent in value from 2009 to 2010**. Available in: [pointcarbon.com/abouts/pressroom/pressleases/1.1496966](http://pointcarbon.com/abouts/pressroom/pressleases/1.1496966). Assed in 29 September, 2019.

RAMIRES, E. C.; MEGIATTO, J. D. JR.; GARDRAT, C.; CASTELLAN, A.;

FROLLINI, E. Biobased composites from glyoxal-phenolic resins and sisal fibers. **Bioresour Technol**, v. 101, n. 6, p. 1998-2006, 2010.

SUAREZ, M.A. **Petroquímica e Tecnoburocracia**. Editora Hucitec, São Paulo, 1986.

SCOTT, G. **Green polymers**. *Polymer Degradation and Stability*, v. 68, n. 1, 2000.

USPTO: **Structure e formulae** - UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. Disponível em: [www.uspto.gov](http://www.uspto.gov). Acessado em 06 de dez de 2017 as 23 horas.

WORLD BANK. **Estimating Potencial Market for clean development mechanism**. Available in: <http://carbonfinance.org.doc>. Accessed 19 february, 2018.