

# POLIPROPILENO VERDE A PARTIR DO GLICEROL: ESTUDO DE MERCADO E INSTALAÇÃO DE UMA PLANTA NO BRASIL

Green polypropylene from glycerol: Market study and instalation of a plant in Brazil

Felipe Pereira da Silva<sup>1\*</sup>, Bruna Cristina Martins do Nascimento<sup>1</sup>, Diogo Pimentel de Sá da Silva<sup>2</sup> e Thaís Petizero Dionízio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió, AL, Brasil

\*Autor para correspondência: silva\_fp@eq.ufrj.br

---

Recebido em: 27/02/2019, Aceito em: 06/12/2019, Publicado em: 21/12/2019.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22407/1984-5693.2019.v11.p.95-106>

---

## RESUMO

Os plásticos tornaram-se parte essencial da vida moderna, tendo seu uso expandido em todo o mundo, atingindo uma produção de 448 milhões de toneladas em 2017. Atualmente, a principal matéria-prima (MP) para sua fabricação é o petróleo, resultando na geração de grande quantidade de resíduos sólidos, um grave problema ambiental, pois se acumula em aterros e não se degrada facilmente. Preocupações com questões ambientais estão propiciando uma tendência a usar produtos plásticos produzidos a partir de matéria-prima não fóssil. O polipropileno verde (PP) é um bioplástico obtido de fontes como glicerol ou etanol, por exemplo, com características semelhantes ao polímero convencional, e pode ser utilizado em sua síntese. O presente estudo objetiva avaliar a indústria de PP verde, fazendo previsões de mercado com sugestões de instalação de uma planta para posterior obtenção deste utilizando glicerol no Brasil. A metodologia utilizada é baseada em pesquisas bibliográficas e exploratórias para diversas fontes. Os resultados mostraram uma maior utilização de PP no estado de São Paulo, principalmente devido à indústria automotiva, grande consumidora de polímeros, ainda mais com a demanda por substitutos de materiais metálicos para tornar os veículos mais leves, incluindo o local mais apropriado para a indústria instalação de uma planta.

**Palavras-chave:** bioplásticos, polipropileno verde, glicerol.

## ABSTRACT

Plastics have become essential part of modern life, having its use expanded worldwide, reaching a production of 448 million tons in 2017. Currently, the main raw material (MR) for its manufacture has been oil, resulting in the generation of large amount of solid waste, a serious environmental problem as it accumulates in landfills and does not degrade easily. Concerns about environmental

issues are propitiating a trend of using products plastics produced from non-fossil feedstock. The green polypropylene (PP) is a bioplastic obtained from sources such as glycerol or ethanol, for example, with characteristics similar to conventional polymer, and can be used in its synthesis. The present study objectivs to evaluate the green PP industry, making market forecasts with suggestions for installing a plant for later obtaining it using glycerol in Brazil. The methodology used is based on bibliographical and exploratory research to diverse sources. The results showed a greater use of PP in the state of São Paulo, mainly due to the automotive industry, a large consumer of polymers, even more with the demand for substitutes for metallic materials to make vehicles lighter, including the most appropriate place for the installation of a plant.

**Keywords:** bioplastics, green polypropylene, glycerol.

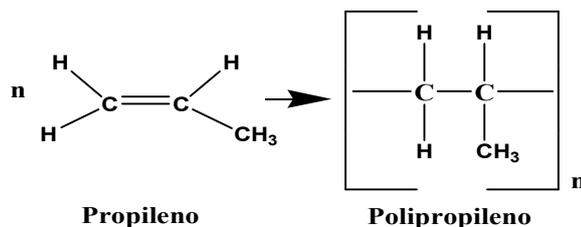
## INTRODUÇÃO

Os plásticos se tornaram parte essencial da vida moderna e o seu uso se expandiu mundialmente (REDDY *et al.*, 2003), alcançando uma produção de 348 milhões de toneladas em 2017 (PLASTIC EUROPE, 2018). Cerca de 7% do petróleo é destinado à sua produção e o alto índice de fabricação destes plásticos tem gerado muitos resíduos, os quais se acumulam em aterros causando problemas ambientais consideráveis (KUMAR *et al.*, 2010).

A limitação crescente da disponibilidade de matéria-prima fóssil, a volatilidade dos preços do petróleo e o aumento da relevância da sustentabilidade como diretriz de negócios têm levado a indústria de polímeros a elevar seu interesse em utilizar biomassa para produzir bioplásticos como uma alternativa sustentável aos plásticos derivados do petróleo (BELLOLI, 2010).

Bioplásticos são materiais plásticos que têm as mesmas propriedades de um plástico convencional. Podem ser compostáveis, certificados de acordo com a norma europeia EN13432, ou não-compostáveis, produzidos com base em fonte renovável como é o caso do glicerol (EUROPEAN BIOPLASTICS, 2019).

O Polipropileno (PP) é um dos plásticos mais importantes da atualidade, especialmente entre os termoplásticos, que são aqueles que se deformam com o calor. Sua obtenção é feita a partir da polimerização do propileno, como mostra a Figura 1. Devido a suas características no estado fundido, pode ser moldado nos mais diferentes processos de transformações de plásticos, sendo mais duro e resistente ao calor que o polietileno (MANO & MENDES, 1999).



**Figura 1.** Reação da produção de polipropileno a partir da polimerização do propileno. Fonte: Autoria própria, 2019.

O PP verde, é um bioplástico idêntico ao polipropileno de base fóssil em estrutura e propriedades técnicas, sendo um exemplo de material *drop in*, porém obtido a partir de matéria-prima renovável (*biobased*) (OROSKI, 2013). Tanto o monômero obtido do processo convencional quanto o do verde, tem mesmo processo industrial de polimerização e seu polímero pode ser apresentado como homopolímero e copolímero, de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1. Tipos de Polipropilenos, descrição, características e aplicações de cada um.

	PP Homo	PP Copo
<b>Descrição e características</b>	Material resistente a altas temperaturas podendo ser esterilizado. Boa resistência química e poucos solventes orgânicos podem solubilizá-lo à temperatura ambiente.	Material transparente, mais flexível e resistente (exceto resistência química) que o homopolímero. Quando modificado com elastômeros, torna-se mais resistente ao impacto.
<b>Aplicações</b>	Peças de parede fina, caixas de DVD, brinquedos, eletrodomésticos; Tampas com lacre, <u>flip-top</u> , utilidades domésticas de parede fina; Embalagens transparentes para alimentos e cosméticos; Frascos; Copos e pratos descartáveis; Chapas planas e corrugadas; Fibras para tapetes, filmes para balas e bombons.	Peças de alta transparência, potes para freezer; Embalagens para cosméticos; copos para requeijão; Potes para sorvetes, tampas para potes de margarina; Utilidades domésticas, baldes; Tampas para garrafas de bebidas, peças automotivas (caixas de baterias).

Fonte: Adaptado de Abiplast (2019).

A gama de propriedades químicas, mecânicas e de processabilidade do PP mostradas no Quadro 1, permite as mais diversas aplicações ao mesmo. Devido ao fato de ser um material *drop in*, conforme já comentado, o PP de base verde possui a mesma versatilidade de aplicação do convencional, o que sugere que o mesmo tenha plena capacidade técnica de substituir o de origem fóssil.

Visto sua relevância, o presente estudo tem o objetivo de avaliar a indústria de polipropileno verde, dando ênfase ao produzido a partir do glicerol, subproduto da produção de biodiesel. Para isso, fez-se uma pesquisa exploratória visando obter subsídios suficientes para se fazer uma previsão deste mercado com uma posterior sugestão de onde pode ser localizada uma planta para operar em sua obtenção no Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

Conforme a classificação de Gil (2002), a presente pesquisa pode ser considerada como exploratória quanto aos seus objetivos, pois faz uma avaliação da indústria de polipropileno verde, dando ênfase ao produzido a partir do glicerol. Já com relação aos procedimentos de busca de dados, ela pode ser classificada como pesquisa bibliográfica, pois as informações foram obtidas através de livros, artigos científicos e fontes diversas relacionadas ao tema de estudo abordado. Além disso, foi utilizada a base de dados de artigos científicos disponibilizada no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), focando em artigos revisados por pares, utilizando como palavras-chave: Polipropileno, Polipropileno Verde, bioplásticos e Polipropileno verde a partir do glicerol, nos meses de janeiro e fevereiro do ano corrente. O texto final foi fundamentado nas ideias e concepções de teóricos e fontes como: Mano & Mendes (1999), Dasari *et al.* (2005), Frederico *et al.* (2005), Mota *et al.* (2009), Pain *et al.* (2009), Belloli (2010), Milli *et al.* (2011), Castro (2012), Gotro (2013), Blass *et al.* (2014), entre outros.

## ROTAS DE OBTENÇÃO DO POLIPROPILENO POR FONTES RENOVÁVEIS

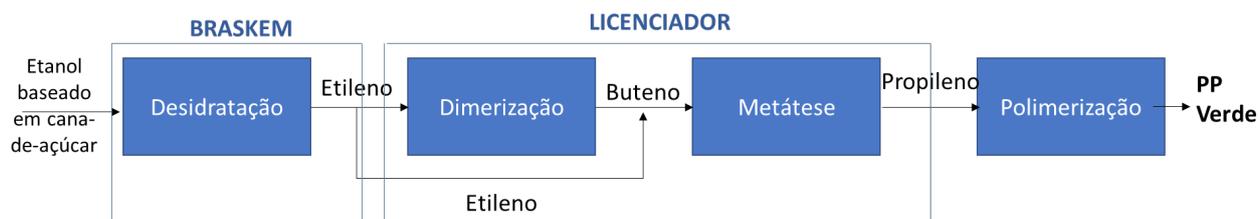
A utilização de fontes alternativas de energia é umas das grandes prioridades atuais, que vem contribuir significativamente para contornar os graves problemas do aquecimento global causado pelas emissões dos gases gerados pela utilização excessiva de derivados do petróleo (PEITER *et al.*, 2016).

Como é possível se prever, o PP verde é obtido a partir de reações de polimerização de adição do propileno. Todavia, o último pode ser obtido por várias rotas que, dentre elas, podemos destacar a via Etanol e a via Glicerol.

### Processo de obtenção do polipropileno a partir do etanol

O PP verde é obtido a partir de fontes renováveis como a biomassa, que ao sofrer fermentação gera etanol (BRASKEM, 2019; GOTRO, 2013) e pode ser convertida a propileno verde, podendo ser polimerizado posteriormente. O acesso a matérias-primas adequadas é fundamental para manter os custos de produção em linha (BRASKEM, 2019).

Dentre as rotas possíveis, no caso da Braskem, a matéria-prima principal para a produção do PP verde é a cana-de-açúcar, planta proveniente do sudeste asiático. Após ser colhida e moída, obtém-se da cana um caldo com alto teor de sacarose. Desta sacarose se obtém o melaço, que nos fornece o etanol após a fermentação (BRASKEM, 2019). O processo Braskem pode ser resumido na Figura 2.



**Figura 2.** Processo Braskem para produção de polipropileno verde. Fonte: Adaptado de Gotro, 2013.

Basicamente, ao obter o etanol, faz-se a desidratação do mesmo, gerando o eteno ou etileno. Usando uma etapa de dimerização, é produzido o buteno que, entrando junto com eteno em uma etapa posterior de metátese, gera o propileno verde necessário, que poderá ser convertido a PP verde por polimerização (GOTRO, 2013).

Cabe ressaltar que a metátese de olefinas, já citada anteriormente, foi observada pela primeira vez em 1956 por Eleutério, do Departamento de Petroquímica da DuPont. A passagem de propileno por um catalisador de molibdênio-alumínio fornecia uma mistura de gases composta por etileno e 1-buteno. Resultado semelhante foi obtido por pesquisadores da Standard Oil Co. em 1960 (FREDERICO *et al.*, 2005).

## Processo de obtenção do polipropileno a partir do glicerol

O glicerol, também chamado de glicerina em sua forma comercial, com mais de 95% de pureza, é o principal coproduto gerado na produção de biodiesel, sendo que aproximadamente 10% do volume total de biodiesel produzido corresponde ao glicerol (DASARI *et al.*, 2005; OLIVEIRA, 2008). Na sua forma pura, encontra aplicações na indústria química em geral. Porém, a geração do coproduto acaba por saturar o mercado, pois não consegue ser totalmente absorvido, o que leva a queda dos preços do mesmo e, por muitas vezes, à estocagem com destino incerto (MOTA *et al.*, 2009; OLIVEIRA, 2008).

O glicerol pode também ser produzido pela via fermentativa por diversos microorganismos como leveduras, bactérias, alguns protozoários e algas. Existem fundamentalmente dois processos de obtenção de glicerol pela via microbiana – o método sulfito e o método carbonato – podendo as fermentações serem realizadas em bateladas (com e sem a recirculação), contínuas e com células imobilizadas, empregando diferentes fontes de carbono (CASTRO, 2012).

A conversão catalítica do glicerol em olefinas (CGO) é um processo promissor que ainda está em desenvolvimento, tendo sido explorado em um reator de múltiplos estágios em série por Blass *et al.* (2014) onde, segundo eles,

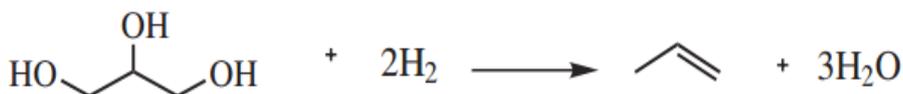
o processo consiste em uma desidratação seguida de uma desidrogenação, geralmente realizada sob catalisadores como a ZSM-5. Este processo pode ser a resposta para o abastecimento sustentável de olefinas a partir do glicerol que é categorizado como um combustível renovável.

Ainda de acordo com Blass *et al.* (2014), no processo CGO, o glicerol desidratado origina uma mistura de acetaldeído, acroleína e hidroxipropanona, onde, a acroleína é então hidrogenada a propanol sobre um catalisador de Pd/ $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e o efluente foi enviado para uma terceira fase que converte propanol em olefinas.

A produção de polipropileno inicia-se com a glicerina purificada (glicerina bidestilada), seguido de um processo de adição de hidrogênio que ocorre em duas etapas: a hidrogenólise para obter 1,3 propanodiol, e uma segunda para conversão em propileno e água (MILLI *et al.*, 2011, BLASS *et al.*, 2014). Durante o processo, são produzidos outros produtos em pequena escala (metano e etano) (MILLI *et al.*, 2011).

Cabe ressaltar que a alteração das condições reacionais e dos catalisadores pode levar a produtos de hidrogenólise mais profunda, como isopropanol e propeno, sendo um grande desafio o desenvolvimento de processos contínuos e operando a pressões mais baixas (MOTA *et al.*, 2009).

A glicerina que pode ser transformada em polipropileno através de uma reação de hidrogenólise sobre catalisadores específicos, conforme está representada na Figura 3 (MOTA *et al.*, 2009). A conversão é completa e o polipropileno é formado com seletividade de cerca de 90% (OLIVEIRA, 2008).



**Figura 3.** Hidrogenólise do glicerol à propeno. Fonte: Mota *et al.*, 2009.

De acordo com Oliveira (2008),

O sistema produtivo do polipropileno verde desenvolvido na parceria entre a empresa (Quattor) e a UFRJ começa no plantio da soja, hoje a principal oleaginosa usada para produzir biodiesel. Segundo dados da Quattor, de 3 mil quilos (kg) de grãos colhidos em 1 hectare de área sobram 540 kg de óleo a que são acrescidos 54 kg de metanol. Os resultados são 540 kg de biodiesel e 54 kg de glicerol. Essa glicerina vai resultar em 27 kg de propeno e a mesma quantidade de polipropileno (Figura 4).

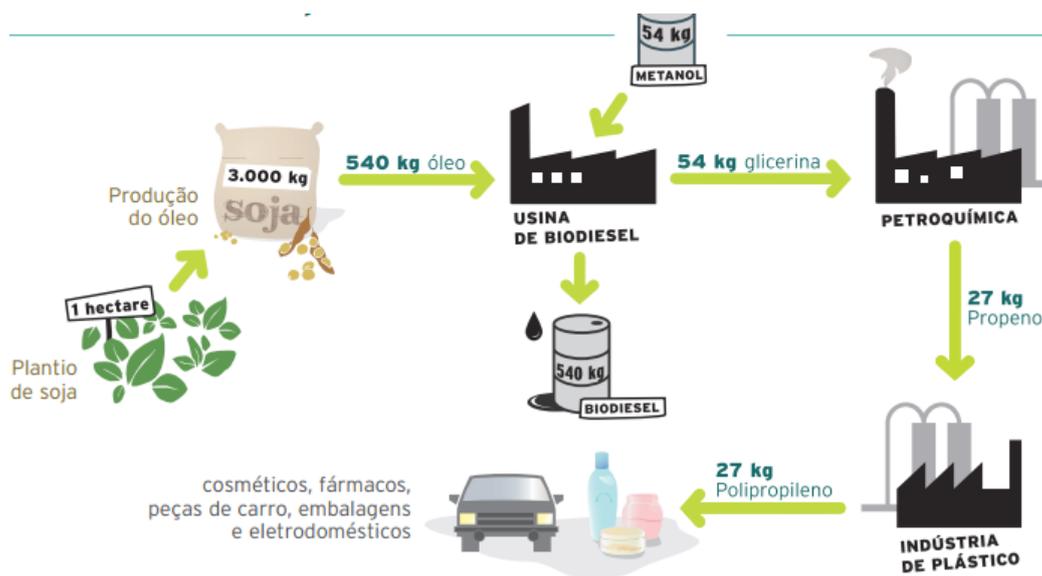


Figura 4. Ciclo industrial do plástico verde. Fonte: Oliveira, 2008.

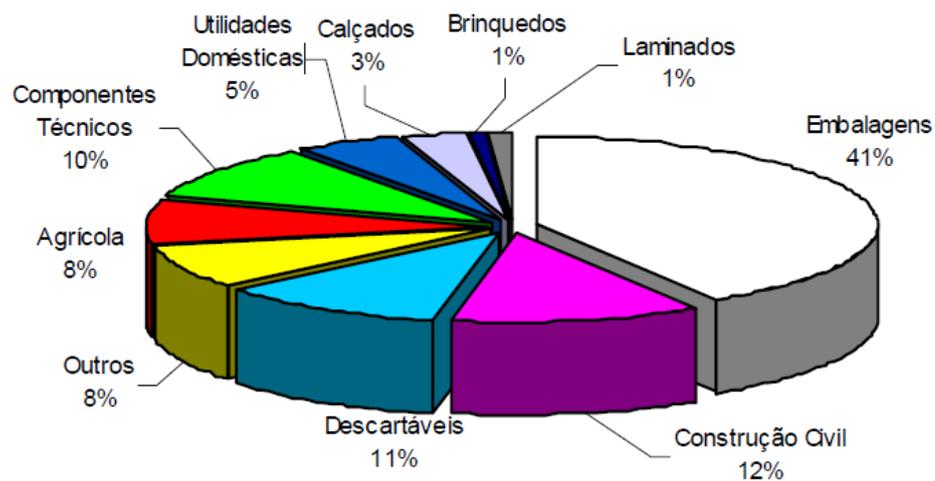
## PREVISÃO DE MERCADO PARA O POLIPROPILENO VERDE

O mercado para bioplásticos está em bastante ascensão nos últimos anos. Dentre as previsões, um estudo de Pradella (2006), apontava um consumo de cerca de 60 mil toneladas por ano de bioplásticos em 2002, com aumento previsto para cerca de 2,2 milhões de toneladas por ano em 2020. Mais recentemente, Lemos (2013) sugeriu que a capacidade de produção mundial destes bioplásticos passaria de 1,2 para 5,8 milhões de toneladas entre 2011 e 2016. Já a Plásticos em Revista (2019), afirma que em 2014, o consumo global de bioplásticos foi estimado em 1,7 milhão de toneladas e existe uma expectativa de que o volume pule para 7,8 milhões ainda em 2019.

O PP verde vem como solução da crescente preocupação das pessoas e empresas com relação ao desenvolvimento sustentável e a contenção de emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (BRASKEM, 2019). E, embora possua as mesmas características do PP convencional, sendo um material *drop in*, o PP verde apresenta uma dinâmica de mercado muito diferente do polímero de origem fóssil (OROSKI, 2013).

Em geral, os biopolímeros são vistos como um nicho de mercado com características construídas em torno de questões sustentáveis, benefícios e redução dos impactos ao meio ambiente (BELLOLI, 2010). Sendo natural, portanto, supor que empresas com engajamento nestas questões tenham maior preocupação em absorvê-lo.

Através da Figura 5 é possível observar que, atualmente, o maior mercado é o de embalagens que começou um desenvolvimento mais agressivo a partir de 2002, inicialmente para embalagens de alimentos orgânicos por causa do equilíbrio promovido em defesa do meio ambiente (GODOY, 2019). Posteriormente, assim como o de outros bioplásticos, o seu uso foi expandido em diversos setores da economia, não se restringindo somente aos produtos destinados a aplicações de ciclo de vida curto, mas também a outros produtos finais de maior durabilidade (GODOY, 2019).



**Figura 5.** Segmentação do mercado de polímeros no Brasil em que pode haver substituição por biopolímeros. Fonte: Abiplast (2006).

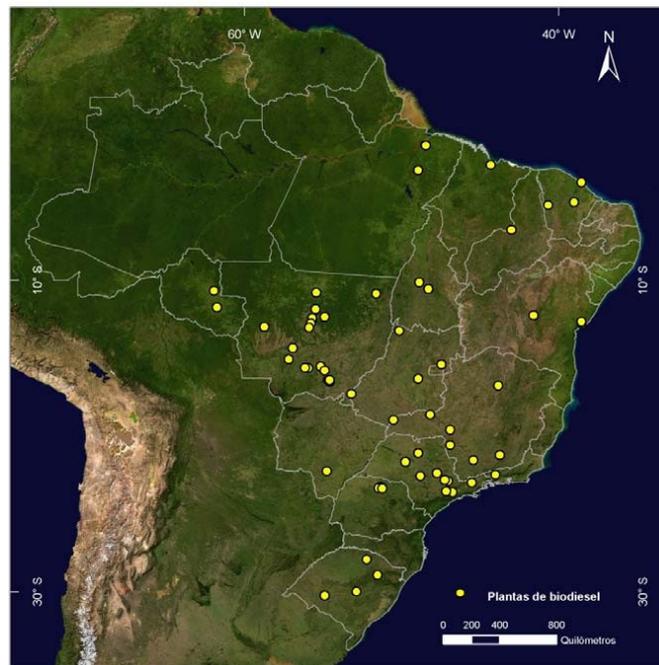
## ESTUDO DA LOCALIZAÇÃO PARA UMA PLANTA DE POLIPROPILENO VERDE OBTIDO A PARTIR DO GLICEROL

É importante salientar que a presente planta de PP verde deve ser instalada numa localização estratégica que contemple os acessos para distribuição nacional ao mais baixo custo possível, mas também as vias de entrada de matérias-primas e as vias que confirmam possibilidade de exportação. Assim, pode-se admitir a possibilidade da instalação na microrregião de São Paulo.

Como já explicitado, a produção de glicerol está diretamente relacionada com a produção de biodiesel, uma vez que a produção de biodiesel a partir de qualquer triglicerídeo, gera aproximadamente 10% de glicerina (PAIN *et al.*, 2009; OLIVEIRA, 2008) - glicerol com alta pureza. Na Figura 6 está apresentado o mapa de produção de biodiesel.

Como é possível observar no a seguir (Figura 6), no estado do Mato Grosso, as usinas estão localizadas uma próxima à outra. De acordo com Pain *et al.* (2009),

o Estado do MT produz 381,0 ton/dia de glicerina sendo o maior produtor, 26,4% da produção nacional, mas para chegar a este valor o MT conta com 23 usinas de biodiesel.



**Figura 6.** Mapa da localização das plantas de Biodiesel autorizadas pela Agência Nacional de Petróleo. Fonte: Pain *et al.* (2009).

Tabela 1 a seguir, podemos verificar a produção de biodiesel por estado.

**Tabela 1.** Dados de produção de biodiesel por estado

Estado	Produção de glicerina (tn/dia)	Representatividade por Estado na Produção da glicerina (%)	Número de Usinas por Estado
MT	381,0	26,4	23
SP	258,2	17,9	9
RS	230,8	16,0	4
GO	178,5	12,4	4
BA	107,4	7,5	3
CE	65,4	4,5	3
TO	48,8	3,4	2
MA	45,4	3,1	1
PI	34,0	2,4	1
MG	33,4	2,3	6
PR	23,9	1,7	3
PA	14,5	1,0	2
RO	7,8	0,5	2
RJ	7,6	0,5	1
MS	3,8	0,3	1

Fonte: Pain *et al.* (2009).

Como podemos observar, São Paulo é responsável por 17,9% da produção de glicerina, sendo o segundo na produção por estado. Já com relação às aplicações do PP Verde, podemos citar a indústria automobilística, a indústria têxtil e sacos de rãfia, sendo a primeira e principal (PETRY, 2011). Na Figura 7 é possível verificarmos um mapa das fábricas de automóveis no Brasil.



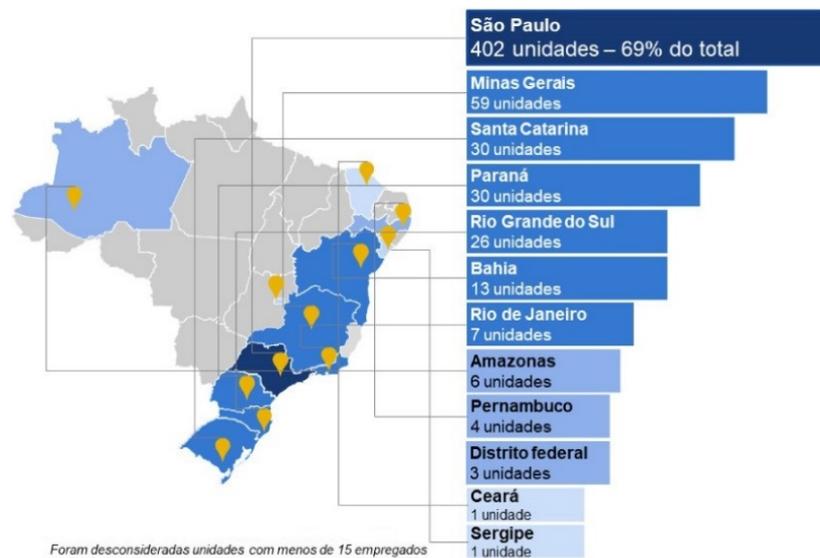
**Figura 7:** Mapa das Fábricas de automóveis do Brasil. Fonte: Meier, 2019.

Hoje em dia é cada vez mais comum, componentes de automóveis como para-choques, paralamas, capô dianteiro, cabeçotes de distribuidor, porta-luvas e pás de ventiladores serem constituídos por plásticos como o polipropileno (FAZENDA, 2005). Características como boa resistência química, à umidade e ao calor, baixa densidade, boa dureza superficial e estabilidade dimensional, fazem do polipropileno um plástico com um conjunto de propriedades atrativas para a produção de muitos manufaturados (CRIPPA, 2006).

Mais de 40% das fábricas do complexo automotivo do Brasil encontram-se em São Paulo, berço da indústria automobilística nacional. As principais empresas instaladas são Ford, General Motors (GM), Honda, Mercedes-Benz, Scania, Toyota e Volkswagen, concentradas, principalmente, na Região Metropolitana de São Paulo, no Vale do Paraíba e na região de Campinas (MÉIER, 2019; INVESTESP, 2019). O Estado concentra 49% do valor da transformação industrial (VTI) e 53% do pessoal ocupado do segmento de fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias nacionais, conforme dados de 2011 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (INVESTESP, 2019).

O estado tem os melhores incentivos fiscais, a maior quantidade de mão de obra e a melhor infraestrutura para o escoamento da produção. Mas a descentralização já está acontecendo, uma vez também que as empresas não estão tendo mais onde construir suas fábricas no estado de São Paulo (CARRO DE GARAGEM, 2019). Na Figura 8, é possível observar a distribuição geográfica de unidades empresariais de peças automotivas.

Percebe-se a importância da microrregião de São Paulo, o que fica evidenciado pela expressiva especialização da sua estrutura industrial. Esse fato decorre da concentração de produtores na região do Grande ABC paulista (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2012).



**Figura 8.** Distribuição geográfica de unidades empresariais de peças automotivas. Fonte: Sindipeças, 2018 apud InvesteSP, 2019.

Na Tabela 2 é possível observar a predominância na Região Sudeste da indústria de transformação, com 54,33%, quanto à quantidade total de empresas do setor de Plástico e Borracha no Brasil e, em contrapartida, a menor representatividade da Região Norte, com 2,23%.

**Tabela 2.** Quantidade de empresas do setor de Plástico e Borracha por região natural

Região geográfica do Brasil	Quantidade de Empresas
Norte	498
Nordeste	2.280
Sudeste	12.100
Sul	6.426
Centro-Oeste	967
Total	22.271

Fonte: Rais, 2011 apud Governo do Estado de Santa Catarina, 2012.

Ainda conforme o Governo do Estado de Santa Catarina (2012), a presença de um conjunto concentrado de produtores de cosméticos na região do Grande ABC, em especial no município de Diadema, também representa uma importante fonte de demanda dos fabricantes de transformados plásticos, usados na embalagem dos produtos cosméticos.

É de se esperar que a região metropolitana de São Paulo, sendo a maior consumidora do país, mostre que as empresas sejam capazes de reduzir custos de logística de transportes e distribuição, quando no caso de seu estabelecimento, o que lhes confere certamente vantagens competitivas importantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

A partir do presente trabalho foi possível um estudo teórico acerca da indústria de polipropileno verde, especialmente o obtido a partir do glicerol. Verificou-se uma grande tendência de crescimento devido ao fato dos polímeros biobaseados possuírem as mesmas características mecânicas e químicas dos de base fóssil, o que inclui os polipropilenos de base fóssil e o verde.

Com relação à proposta de uma planta para produção de polipropileno verde brasileira, percebeu-se que o ideal seria sua implementação no estado de São Paulo, uma vez que o mesmo detém boa parte da produção de biodiesel, produto do qual o glicerol é subproduto, matéria-prima considerada para a produção de PE verde. Além disso, São Paulo é um estado que detém uma indústria automobilística bastante forte e esta indústria é uma das que consome mais materiais feitos com PP.

Como proposta para estudos futuros, a viabilidade técnico-econômica de uma planta para obtenção de PP verde a partir do glicerol seria interessante, bem como a comparação com alguma outra que utilize o etanol como matéria-prima ou, até mesmo, de outros polímeros verdes com aplicações semelhantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, Abiplast. **Conceitos básicos sobre plásticos**. São Paulo: [s.n.], 2019. 50 p.
- BELLOLI, R. **Polietileno Verde do Etanol da Cana-de-açúcar Brasileira**: Biopolímero de classe mundial. 2010. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química)- UFRGS, Porto Alegre, 2010.
- BLASS, SD; HERMANN, RJ.; PERSSON, NE.; BHAN, A.; SCHMIDT, LD. Conversion of glycerol to light olefins and gasoline precursors. **Applied Catalysis A: General** **475**, 10-15, 2014.
- BRASKEM. A Braskem. 2019. Disponível em: <<http://www.braskem.com.br/>>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- CARRO DE GARAGEM. **Lista completa das fábricas de cada montadora de veículos no Brasil**. Disponível em: <<https://www.carrodegaragem.com/lista-completa-fabricas-cada-montadora-veiculos-brasil/>>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- CASTRO, MBA. **Aplicação do Glicerol Residual da Usina de Biodiesel como Matéria-Prima de diferentes Commodities da Indústria Química**. 2012. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Química)- Escola de Engenharia de Lorena, USP, Lorena, 2012.
- CRIPPA, A. **Estudo do desempenho de filmes multicamadas em embalagens termoformadas**. 2006. 151 p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- DASARI, MA; KIATSIMKUL, PP; SUTTERLIN, WR; SUPPES, GJ. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General** **281**(1), 225-231, 2005.
- EUROPEAN BIOPLASTICS. **Frequently Asked Questions**. 2019. Disponível em: <<https://www.european-bioplastics.org/news/faq/>>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- FAZENDA, JMR. **Tintas & Vernizes – Ciência e Tecnologia**. 3ª Edição. Editora Edgard Blucher. 2005.
- FREDERICO, D; BROCKSOM, U; BROCKSOM, TJ. A reação de metátese de olefinas: reorganização e ciclização de compostos orgânicos. **Quím. Nova** **28**(4), Julho/Agosto, 2005.
- GIL, AC. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- GODOY, JC. **Bioplásticos / Biopolímeros**. [S.l.]: Biomater, 2019. 1 p.
- GOTRO, J. Bio-Based Polypropylene; Multiple Synthetic Routes Under Investigation. **Polymer Innovation Blog**, p. 1-3, abr. 2013.
- GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Estudo Setorial Plástico e Borracha de Santa Catarina**. Santa Catarina: Novaeconomia@sc, 2012. 396 p.
- INVESTESP. **Automotivo**. Disponível em: <<https://www.investe.sp.gov.br/setores-de-negocios/automotivo/>> Acesso em: 03 jan. 2019.

- KUMAR, M. *et al.* Effect of glycidyl methacrylate (GMA) on the thermal, mechanical and morphological property of biodegradable PLA/PBAT blend and its nanocomposites. **Bioresour. Technol.** **101**(21), 8406-8415, nov. 2010.
- LEMONS, PC. Polihidroxicanoatos: culturas mistas e fontes de substrato renovável como estratégias de sustentabilidade para a produção de bioplásticos. *In: Biorrefinarias e biotecnologia industrial. (org.). Boletim da Sociedade Portuguesa de Biotecnologia.* Lisboa: SPBT, 2013. p. 42- 44.
- MANO, EB; MENDES, LC. **Introdução à polímeros.** 2ª ed. rev. e ampl. – São Paulo: Blucher, 1999.
- MEIER, R. **Mapa mostra distribuição das novas fábricas de automóveis no Brasil.** Disponível em: <<http://www.cnmcut.org.br/conteudo/mapa-mostra-distribuicao-das-novas-fabricas-de-automoveis-no-brasil>> Acesso em: 03 jan. 2019.
- MILLI, BB; GRIPA, DC.; SIMONELLI, G. Aplicações Alternativas da Glicerina oriunda do Biodiesel. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia **7**(12), 1-9, 2011.
- MOTA, CJA.; SILVA, CXA.; GONÇALVES, VLC. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Quim. Nova** **32**(3), 639-648, 2009.
- OLIVEIRA, M. Petroquímica Verde - Glicerina que sobra da produção de biodiesel será usada para produzir polipropileno. **FAPESP on line**, **149**, 2008.
- OROSKI, FA. **Modelos de Negócio e Transição de Sistemas Tecnológicos: o caso dos bioplásticos.** 195 f.: il. Tese (Doutorado Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos), Escola de Química/ UFRJ, 2013.
- PAIN, M.; WADOWINSKI, AC; MENEZES, W; MARCELO, J; DULLIUS, J; LIGABUE, R; EINLOFT, S; SEFERIN, M. Mapa da Produção Nacional de Glicerina Através da Reação de Transesterificação para a Obtenção do Biodiesel. **X Salão de Iniciação Científica – PUCRS**, p. 1233-1235, 2009.
- PEITER, GC; ALVES, HJ; SEQUINEL, R; BEAUTITZ, IR. Alternativas para o uso do glicerol produzido a partir do biodiesel. **Revista Brasileira de Energias Renováveis** **5**(4), 519-537, 2016.
- PETRY, A. **Mercado brasileiro de polipropileno com ênfase no setor automobilístico.** 2011. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - UFRGS, Porto Alegre, 2011.
- PLASTICOS EM REVISTA. **Bioplásticos: mercado global com viés de alta.** Disponível em: <<http://plasticosemrevista.com.br/bioplasticos-mercado-global-com-vies-de-alta/>> Acesso em: 06 jun. 2019.
- PLASTICS EUROPE. **Plastics – the Facts 2018: An analysis of European latest plastics production, demand and waste data.** [S.l.]: Plastics Europe, 2017. 44 p.
- PRADELLA, JGC. **Biopolímeros e Intermediários Químicos.** São Paulo: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2006. 120 p.
- REDDY, CSK; GHAI, R; RASHIMI; KALIA, V. **Bioresour. Technol.**, **87**, 137, 2003.