

Produção de Tanques Rotomoldados: uma Perspectiva da Cadeia Produtiva do Polietileno Verde

Luiz Antonio Dalanesi
luizdalanesi@gmail.com
UNINONE

José Carlos Curvelo Santana
jccurvelo@uninove.br
UNINOVE

Resumo:Resumo: A cadeia produtiva do polietileno convencional é questionada pela sociedade em busca do atendimento dos desafios propostos pelas questões de sustentabilidade e pelas leis ambientais para buscar fontes alternativas renováveis e ao mesmo tempo competitivas, criando desta forma uma cadeia de suprimentos sustentável. Em especial a relação entre a emissão de CO₂ a partir da produção de polietileno com base em combustíveis fósseis e captura de CO₂ através da produção de polietileno verde. Este artigo discute a questão da sinergia entre os três pilares da sustentabilidade: desenvolvimento econômico, social e a proteção ambiental. Analisa a cadeia de produção dos biopolímeros e do polietileno convencional sintetizado a partir de fontes fósseis. Propõe o desenvolvimento sustentável de uma blenda de biopolímero para a produção de reservatórios para água através do processo de rotomoldagem. A proposta da produção utilizando o polietileno verde vem de encontro a necessidade de atender a um mercado consumidor de produtos verdes e a uma tendência de colocar produtos sustentáveis a disposição dos consumidores que estão buscando alternativas sustentáveis em todos os segmentos do mercado. Este desenvolvimento vem suprir a carência de um produto sustentável para o mercado de construção civil. O trabalho contribui com a comunidade científica acadêmica e empresarial com a utilização de resinas fabricadas com 100% de base biológica.

Palavras Chave: rotomoldagem - polietileno verde - sustentabilidade - biopolímeros - ambiental

1. INTRODUÇÃO

Conforme Lenardão et al. (2003), nos últimos anos, questões ambientais têm merecido destaque na mídia nacional e internacional e praticamente todas as reuniões entre Chefes de Estado contêm em sua pauta temas envolvendo a redução de emissões ou o controle da degradação de reservas ambientais – o desenvolvimento auto-sustentável. Desenvolvimento Sustentável pode ser definido como o progresso industrial que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem às suas próprias necessidades. Por outro lado, a atividade química é frequentemente relacionada, direta ou indiretamente, à maioria dos chamados “desastres ambientais”, embora outras atividades humanas também exerçam papel importante na degradação e poluição ambientais. Uma das principais ações no sentido de minimizar o impacto ambiental causado por atividades industriais que geram algum tipo de resíduo é o tratamento adequado do mesmo – a reciclagem, que, embora apresente baixa vantagem ambiental relativa se comparada com técnicas de redução na fonte, tem colaborado bastante para diminuir a velocidade de contaminação do ambiente por muitas atividades industriais.

Este novo direcionamento na questão da redução do impacto da atividade química ao ambiente vem sendo chamado de “green chemistry”, ou química verde, química limpa, química ambientalmente benigna, ou ainda, química auto-sustentável (LENARDÃO et al., 2003).

Avaliação da tecnologia de sustentabilidade ambiental tradicionalmente se concentra no impacto imediato da tecnologia sobre o meio ambiente através da quantificação da extração de recursos e emissões geradas. No entanto, a tecnologia de materiais não só faz um intercâmbio com o meio ambiente, mas também com a sociedade industrial como um todo, o metabolismo chamado industrial. Um maior grau de compatibilidade de uma tecnologia específica com o sistema industrial, como estudado em ecologia industrial, pode resultar na extração de recursos e emissão mais baixa de resíduos, indiretamente contribuindo para uma melhor sustentabilidade ambiental (DEWULF; LANGENHOVE, 2005).

Um dos principais problemas na gestão sustentável da cadeia de suprimentos é a capacidade de levar em conta uma ampla gama de assuntos em toda a cadeia a fim de favorecer todas as partes interessadas a pensar fora do próprio negócio específico, pensando na cadeia como um todo (EULÁLIA et al., 2010).

A competição tem influenciado as indústrias a desenvolverem novas fontes de vantagens competitivas, exigindo um processo contínuo de inovação. Isso tem induzido as empresas a gerarem e utilizarem tecnologias e ferramentas que venham a criar oportunidades para novos produtos, serviços e processos industriais (SIMON; SATOLO, 2009).

De acordo com Souza et al. (2011), para que a empresa possa sobreviver no mercado competitivo é necessário buscar um diferencial no mercado, encontrar a excelência nos processos, através de novas ferramentas de trabalho. Atualmente a sociedade tem em mente a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade é uma necessidade e estão sendo adotadas várias medidas em prol da sustentabilidade.

Popularmente conhecidos por plásticos, as resina termoplásticas tornaram-se um ingrediente indispensável da vida humana. Eles são não biodegradáveis, contendo polímeros principalmente a base de carbono, hidrogênio, e alguns outros elementos, como o cloro, nitrogênio etc.. O rápido crescimento da população mundial levou ao aumento da demanda dos plásticos commodities. O Polietileno é um dos produtos plásticos com maior utilização devido às suas vastas aplicações em muitos campos (KUMAR et al., 2011).

Neste contexto todos os processos produtivos passam por esta renovação, mesmos os processos com participação pequena no mercado, como por exemplo, a rotomoldagem, é levada a buscar esta tecnologia em função do perfil dos consumidores verdes. A rotomoldagem é utilizada principalmente na produção de peças ocas, tais como tanques e contentores industriais, brinquedos, bolas, manequins, peças técnicas, entre outros. São utilizados, na rotomoldagem, materiais como: copolímero Acrilonitrila-Butadieno-Estireno (ABS), policarbonato (PC), Polietileno (PE), polipropileno (PP), poli (cloreto de vinila) (PVC) e poliamida (Nylon). O PE abrange de 85 a 90% de todos os polímeros rotomoldáveis. O PELMD representa 61% do percentual de polietilenos rotomoldados (ISLABÃO, 2005)

O presente trabalho objetivou analisar a inserção da produção de uma blenda de polietileno verde para a rotomoldagem de caixas d água gerando uma alternativa para o mercado da construção civil como um apelo mercadológico utilizando o marketing verde.

2. METODOLOGIA

Considerando-se a necessidade de novos produtos que atendam os anseios dos consumidores verdes e a necessidade das indústrias em fornecer este produto a partir de uma cadeia de fornecimento sustentável que apresentem condições econômicas, sociais e ambientais viáveis, realizou-se um trabalho de pesquisa bibliográfica. A pesquisa discute a questão da sustentabilidade e a relação com o marketing verde e a Gestão da Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos. Aborda a produção dos biopolímeros e do polietileno verde, bem como a questão da redução na emissão de CO₂. É apresentado o processo de produção de tanques pelo processo de rotomoldagem indicando o desenvolvimento de uma blenda de polietileno verde para a produção dos reservatórios. São descritas as características da blenda de polietileno verde em relação ao um polietileno convencional utilizado para a produção de reservatórios

2. SUSTENTABILIDADE

Produtos confeccionados a partir de materiais poliméricos não biodegradáveis, provenientes de fontes fósseis, têm se tornado um problema devido ao crescente número de descartes sem fins apropriados, e ao longo tempo de degradação desses materiais no meio ambiente (BRITO et al., 2011). O consumo de produtos plásticos ao longo dos anos vem produzindo grande número de resíduos desse material os quais se acumulam pelos aterros gerando problemas ambientais consideráveis (KUMAR et al., 2010).

Os plásticos ou polímeros não biodegradáveis contribuem bastante para esses problemas, pelo fato de possuírem elevada resistência a degradação demorando anos para se decompor. Portanto, pesquisadores e indústria vêm buscando alternativas para minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de produtos fabricados com plásticos. Dentre as alternativas estão o reaproveitamento e a reciclagem, práticas que vêm aumentando com o tempo. A conscientização de um descarte e destino adequados também é de fundamental importância. Recentemente a produção e utilização de biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes surge como mais uma alternativa, a qual, devido sua viabilidade técnica e econômica, apresenta grande potencial de expansão (BRITO et al., 2011).

De acordo com Afonso (2010), como resultado da crescente preocupação com o ambiente a que se tem assistido, muitos consumidores têm vindo a questionar-se sobre os produtos que compram e a quem compram, levando a uma mudança de atitude e tendências

ao nível do marketing. Quando relacionamos o comportamento ecologicamente consciente do consumidor com a intenção de compra de produtos verdes, verificamos que quanto mais elevado for o nível de comportamento ecológico maior é a intenção de compra de produtos verdes. Ou seja, quanto mais ecologicamente consciente for o consumidor maior é a sua propensão para a compra de produtos mais amigos do ambiente. Uma das conclusões mais surpreendentes desta investigação foi à verificação que não existe uma defasagem tão notória entre a intenção de compra e a compra efetiva de produtos verdes. Estudos anteriores afirmavam que o consumidor ecologicamente consciente apesar de manifestar um nível de intenção de compra elevada, a mesma não se repercutia no seu comportamento de compra. Isto é, uma coisa era o que consumidor pensava e outra completamente diferente seria como agiria. Atualmente o comportamento do consumidor verde entrou numa outra fase, em que existe uma maior conformidade entre os seus pensamentos e os seus atos.

A emergência e proliferação da necessidade de preservarmos o ambiente e caminharmos no sentido da sustentabilidade têm repercussões visíveis ao nível do mercado, mais especificamente, em relação ao comportamento do consumidor e é cada vez mais importante entendermos esta mudança como um desafio ao nível da gestão, em geral, e no marketing em particular (AFONSO, 2010).

De acordo com Noro et al. (2012), para que exista um crescimento sustentável e responsável todos os sistemas de produção, devem se preocupar com estratégias de negócios que tenham preocupação com os pilares da sustentabilidade, neste contexto, uma gestão sustentável evita desperdícios de investimentos, recursos naturais e humanos, surgimento de gastos desnecessários, autuações e ações de responsabilidade, civil, administrativa e criminal

Devido às suas características os biopolímeros, os polímeros biodegradáveis e os polímeros verdes, se enquadram bem no conceito de sustentabilidade, que segundo a comissão mundial do meio-ambiente e desenvolvimento (World Commission Environmentand Development - WCED), diz que um desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atenderem as suas necessidades. A Figura 1 ilustra o esquema que apresenta os três pilares do desenvolvimento sustentável, que são o desenvolvimento econômico e social e a proteção ambiental, indicando que o mesmo é obtido quando há uma sinergia entre os pilares (VARGAS, 2007).



Figura 1: Sinergia entre os pilares constituintes do Desenvolvimento Sustentável (BRITO et al., 2011)

Ao nível empresarial e de gestão, permite-se relançar as bases para um repensar de toda a estratégia de marketing, ao passar a incluir no planeamento não só o impacto econômico-financeiro das decisões para também adicionar a componente ecológica. Esta investigação fornece indícios que nos levam a considerar a possibilidade de estarmos entrando numa nova era em que existe uma maior sintonia entre aquilo que o consumidor acredita e o seu comportamento efetivo, ou seja, em que passamos de uma situação de alerta em relação às preocupações ambientais para uma fase de afirmação e de ação. O perfil e comportamento do consumidor verde traduzem precisamente isso, ao constatarmos que as variáveis que melhor o caracterizam são a eficácia percebida e o altruísmo. Ao nível do marketing verde, está lançado o desafio de encarar esta fase numa óptica antecipadora e de forma criativa, com especial enfoque na comunicação de produto, que mais do que educar e alertar o consumidor para a problemática ambiental deverá focar-se na mensagem do benefício ambiental associado ao produto e que impacto efetivo é que o mesmo terá na preservação ecológica (AFONSO, 2010).

A Gestão da Sustentabilidade na Cadeia de Suprimentos (GSCS) pode reduzir o impacto ambiental da atividade industrial sem sacrificar qualidade, custo, confiabilidade, desempenho ou eficiência do uso de energia. Entretanto, as dimensões que balizam a sustentabilidade influenciam todas as organizações constituintes de uma cadeia produtiva, e não somente uma organização ou empresa local. Na verdade, GSCS envolve uma mudança de paradigma, em que a questão da sustentabilidade deixa de ser vista como fonte de custos, passando a representar uma potencial fonte de vantagem competitiva para as empresas envolvidas numa cadeia. A recente inclusão da noção de sustentabilidade na gestão e nas práticas da cadeia de suprimentos tem fornecido oportunidades para rever conceitos, processos, operação e materiais por diferentes perspectivas. As mudanças geradas representam introdução de novas práticas, assim como mudança de práticas existentes, para criar um novo sistema de produção-consumo (DIAS et al., 2012).

3. POLIETILENO VERDE

A cadeia de produção do polietileno convencional tem início no petróleo, especificamente com a nafta e o gás natural até chegar ao consumidor final. O processo de rotomoldagem de peças está alocado no mesmo nível das peças injetadas, sopradas e extrudadas. Na figura 2 é demonstrada a cadeia produtiva dos produtos plásticos, na qual está incluindo o polietileno convencional.

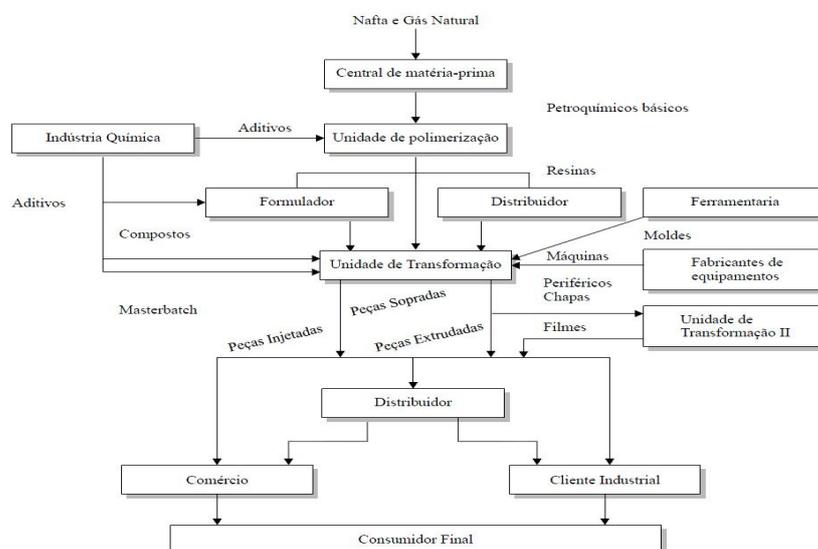


Figura 2 – Cadeia produtiva dos produtos plásticos convencionais (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

O mercado dos biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes são ainda incipientes no Brasil, contudo, uma produção em larga escala é esperada no país. Algumas dificuldades a serem superadas são o nível de consciência de utilização destes polímeros, que no Brasil é ainda muito baixo, representando um desafio considerável, e o seu custo e desempenho comparado aos das resinas convencionais. No tocante aos polímeros verdes, o Brasil é líder mundial na produção de cana-de-açúcar, possuindo o menor custo de produção dessa matéria prima, favorecendo o país na produção de polímeros verdes à base de etanol no Brasil (BRITO et al., 2011). A Figura 3 mostra a estimativa do mercado de polímeros verdes.

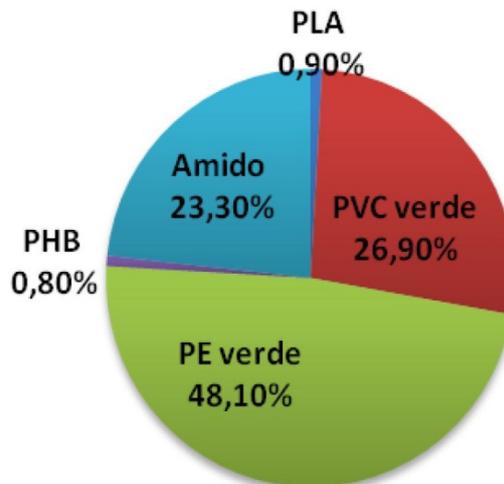


Figura 3. Estimativa do mercado de polímeros verdes para o ano de 2015 no Brasil (BRITO et al., 2011)

As principais aplicações dos biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes no Brasil são nos segmentos de embalagens de alimentos (rígidos e flexíveis), sacolas, filmes para agricultura e produtos de consumo. A figura 5 ilustra o percentual das principais aplicações destes polímeros no Brasil no ano de 2009.



Figura4 Aplicações dos biopolímeros e polímeros verdes no Brasil no ano de 2009 (BRITO et al., 2011).

De acordo com Brito et al. (2011), vários autores utilizam o adjetivo verde para se referirem a polímeros que durante sua síntese, processamento ou degradação produzem menor impacto ambiental que os polímeros convencionais. O termo polímero verde é atribuído aos polímeros que outrora eram sintetizados a partir de matéria-prima proveniente de fontes fósseis, mas que, devido a avanços tecnológicos passaram também a ser sintetizados a partir de matéria-prima proveniente de fontes renováveis.

Desta forma para diferenciar o polímero obtido a partir de matéria-prima de fonte renovável do obtido do a partir de matéria-prima de fontes fósseis, o adjetivo verde é acrescentado ao nome do polímero. Exemplos de polímeros verdes são o polietileno verde (PE verde) e o policloreto de vinila verde (PVC verde), os quais mantêm as mesmas características dos obtidos polímeros obtidos de fontes fósseis. Nem o PE verde nem o PVC verde são biodegradáveis, entretanto, pelo fato de serem provenientes de fontes renováveis, são classificados como biopolímeros (BRITO et al., 2011).

De acordo com Rodrigues (2011) atualmente, as necessidades energéticas do planeta são baseadas principalmente nos combustíveis fósseis. As reservas destes depósitos são finitas e a sua exploração tem causado sérios problemas ambientais, tais como o efeito estufa causado pela queima dos gases e graves acidentes como o ocorrido na recente (abril de 2010) explosão da plataforma da BP no Golfo do México. Em decorrência, a procura por fontes alternativas renováveis tem se intensificado para suprir o constante aumento da demanda energética e de matéria-prima. Uma das poucas fontes que tem potencial para atender a estes desafios de sustentabilidade é a biomassa, que aparenta ser a única alternativa viável frente aos recursos fósseis para a produção de combustíveis de transportes e de produtos químicos, já que é o único material rico em carbono disponível no planeta, além dos fósseis. Em decorrência, tem sido proposto um complexo fabril similar ao de uma refinaria de petróleo e que vem sendo chamado de “biorrefinaria” para produzir produtos químicos e energia a partir de biomassa. Entende-se por biorrefinaria uma unidade industrial com facilidades capazes de converter biomassa em produtos químicos e combustíveis. Para atingir estes objetivos de desenvolvimento sustentável, as biorrefinarias devem exercer um papel dominante neste atual milênio.

Espera-se que as biorrefinarias se desenvolvam em complexos industriais capazes de revitalizar as áreas rurais. Diferentemente das refinarias de petróleo, que são unidades industriais de elevado porte, as biorrefinarias deverão englobar instalações dos mais variados tamanhos. Muitas delas poderão combinar seu fluxo de material para atingir uma completa utilização de todos os componentes de biomassa. O resíduo de uma bioindústria, como a lignina de uma planta de etanol lignocelulósico, poderá ser aproveitado por outras indústrias próximas formando sistemas integrados. Além disso, como os recursos de biomassas estão disponíveis localmente, o seu aproveitamento pode contribuir para reduzir a dependência de nações da importação de combustíveis fósseis (RODRIGUES, 2011).

Uma das primeiras fases na produção das biorrefinarias é a obtenção do etanol conforme demonstrado na Figura 5.

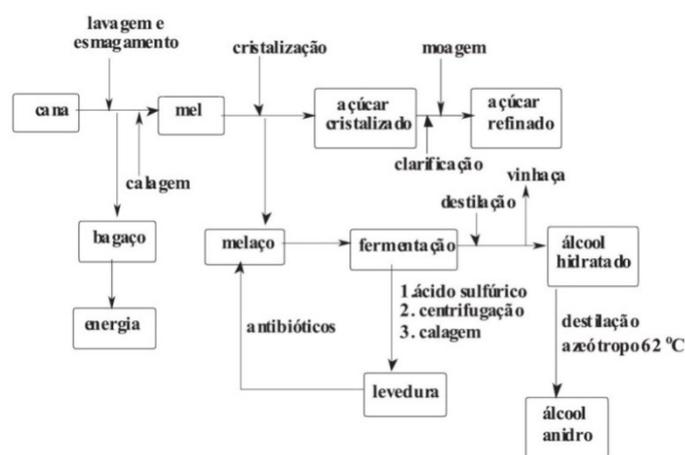


Figura 5 - Esquema simplificado da transformação da cana-de-açúcar em açúcar e etanol (RODRIGUES, 2011).

Na Figura 6 é demonstrado que a partir da obtenção do etanol é possível fabricar uma série de produtos utilizados pela indústria em geral.

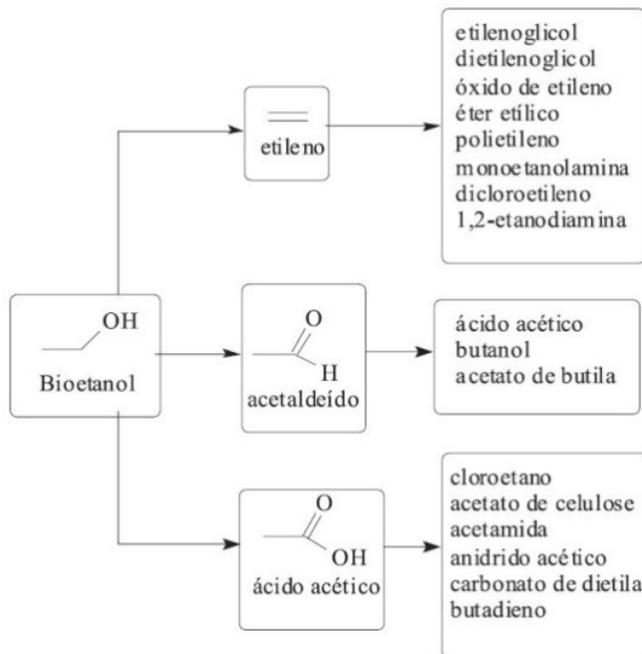


Figura 6 – Alguns produtos oriundos da alcoolquímica, inclusive para produção do polietileno verde (RODRIGUES, 2011).

O primeiro polietileno verde (PE verde) foi produzido no Brasil, a partir do etanol da cana-de-açúcar. A tecnologia foi desenvolvida no Centro de Tecnologia e Inovação da Braskem (www.braskem.com.br), empresa brasileira que atua no setor petroquímico (BRITO et al., 2011).

A produção do polietileno verde reduz a emissão de CO₂ conforme descrito pela empresa Braskem. Enquanto a produção de 1,0 toneladas de Petroquímico emite 2,1 toneladas de CO₂, a produção do PE verde captura da atmosfera 2,5 toneladas de CO₂. Na Figura 7 é mostrada a comparação entre emissão CO₂ na produção do polietileno convencional e a captura de CO₂ com a produção do polietileno verde (Braskem, 2012).

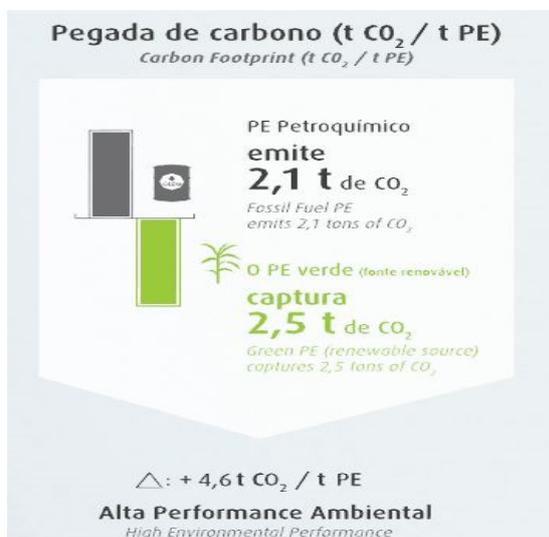


Figura 7 - Comparação entre a pegada do polietileno convencional e o polietileno verde (Braskem, 2012).

O cultivo da cana de açúcar captura o CO₂ da atmosfera, em seguida o é realizada a produção do etanol que será utilizado como matéria prima para a fabricação do eteno verde, gás empregado na polimerização e produção do polietileno verde. Desta forma o mercado consumidor pode escolher comprar produtos verdes, que é totalmente reciclável e colabora com a redução dos gases do efeito estufa. A Figura 8 demonstra o ciclode produção do polietileno verde.

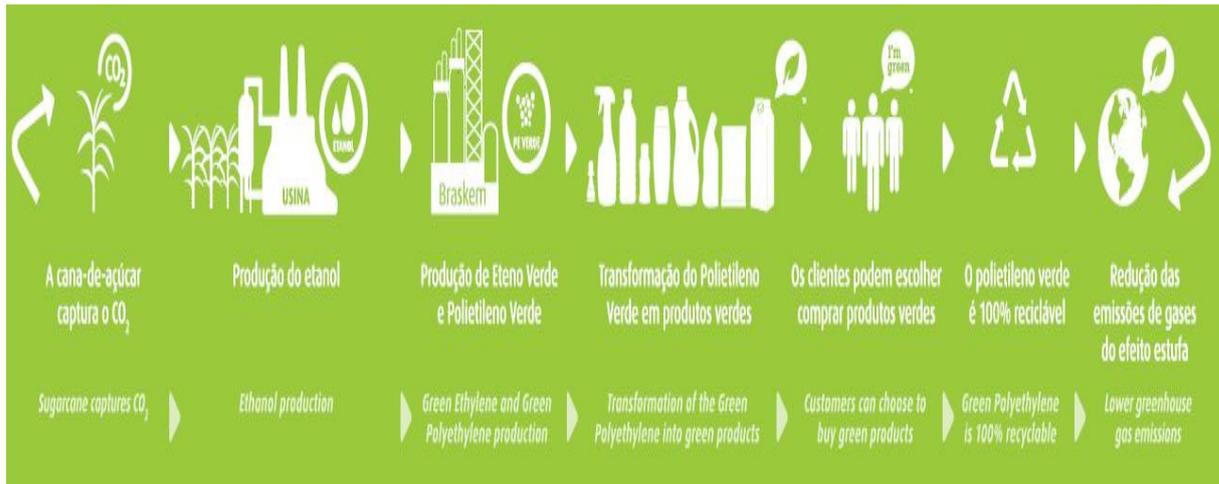


Figura 8 – Ciclo de produção do polietileno verde a partir da cana de açúcar (Braskem, 2012).

4. PROCESSO DE ROTOMOLDAGEM

A *Moldagem Rotacional*, também conhecida como *Rotomoldagem* ou *Rotocasting*, é um processo de transformação de termoplásticos que se baseia na rotação biaxial de um molde contendo o material a ser processado. Os quatro passos fundamentais neste processo são, (a) o carregamento do polímero em pó, (b) o aquecimento, (c) arrefecimento, e (d) a desmoldagem (CRAWFORD; THRONE, 2002). A figura 9 demonstra as fases do processo de rotomoldagem.

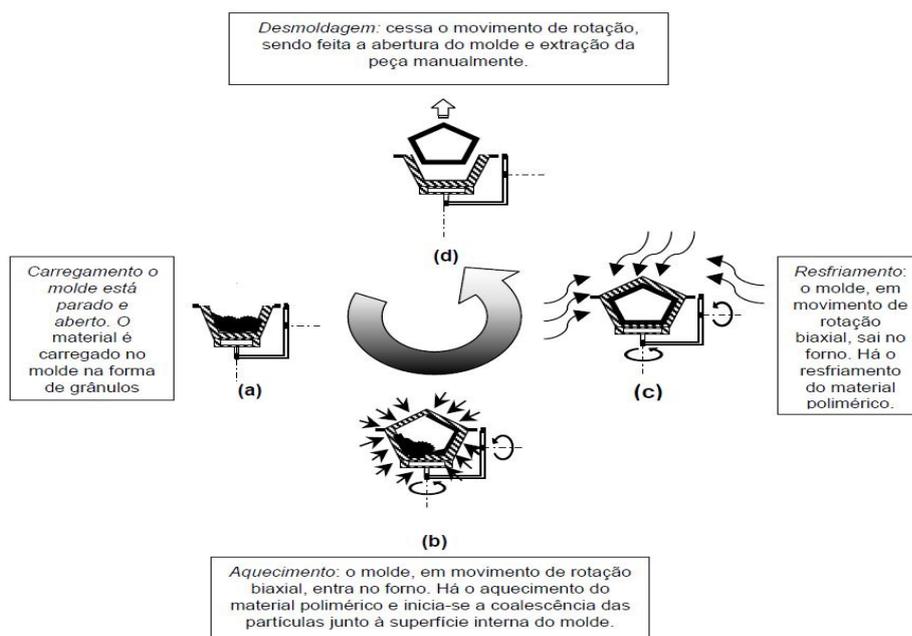


Figura 9 - Processo de Rotomoldagem (ISLABÃO, 2005).

De acordo com Tan (2010), inicialmente, a resina micronizada do polímero à temperatura ambiente é carregada dentro de um molde de metal. O molde é depois rodado biaxialmente em torno de dois eixos perpendiculares entre si e transferida para um forno. No interior do forno, o conjunto do braço rotativo é aquecido acima da temperatura de fusão do polímero. Na sequência, o molde é arrefecido até a temperatura ambiente, antes que a peça seja removida do molde. O polietileno é o polímero mais amplamente utilizado na indústria de moldagem rotacional, o que representa cerca de 80 a 90% do volume total consumido. O polietileno tem uma estabilidade térmica relativamente alta, tornando-o adequado para o processamento por um longo período em um ambiente de alta temperatura, condição que caracteriza a rotomoldagem. Juntamente com o seu custo relativamente baixo, estas são as principais razões por que domina a indústria de rotomoldagem.

Produtos típicos da moldagem rotacional incluem tanques de água e produtos químicos, caiaques, e barreiras de estrada. Um tempo de ciclo típico para a produção de um molde de cubo 300 mm com a espessura da parede 3 mm numa máquina de tipo carrossel, é de cerca de 30 min. Convencionalmente, o processo de aquecimento do em molde em rotação é realizada por convecção forçada de ar, o resfriamento é realizado por pulverização de água na parte externa do molde (TAN,2010).

O calor deve ser aplicado ao longo da espessura do molde sendo transferido para o polímero de forma contínua e bem distribuída através do molde. Porque o aquecimento assimétrico no processo convencional de moldagem rotacional pode resultar na deformação da peça, O resfriamento simétrico em ambos os lados do molde também beneficia as propriedades físicas, tais como o encolhimento e empenamento ((TAN et al., 2011).

O processo de formação das peças no molde ocorre com a adesão das partículas mais finas na parede do molde formando uma fina camada, chamada de filme, em seguida camada após camada é depositada formando as paredes da peça, conforme a figura abaixo.

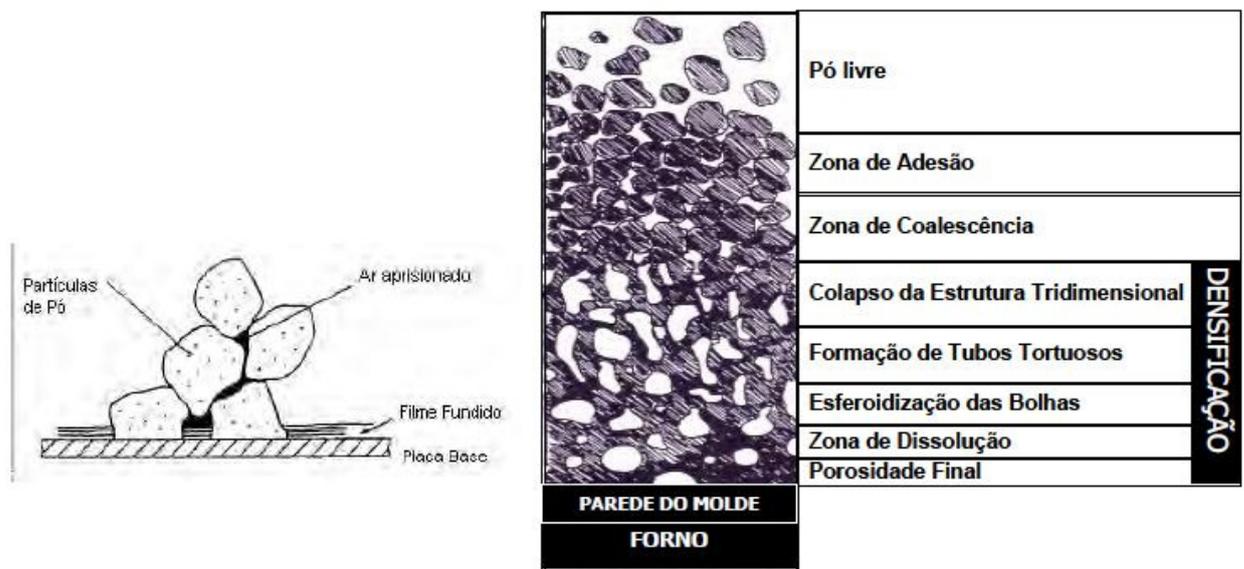


Figura 10 - Formação da peça dentro do molde (ISLABÃO, 2005).

5. BLENDAS DE POLIETILENO VERDE

A obtenção de blendas consiste basicamente na mistura dos seus componentes através da utilização de algum tipo de equipamento, como por exemplo, extrusoras de rosca simples e

extrusoras de rosca dupla. O processo de extrusão é de uso mais difundido pelo fato de serem processos contínuos. Na comparação entre extrusão com rosca simples e com rosca dupla, a melhor qualidade de mistura das extrusoras de rosca dupla tem feito com que este tipo de equipamento seja mais empregado para a produção de blendas (ISLABÃO, 2005).

A principal característica a ser observada nas peças rotomoldadas e capacidade da blenda de preencher totalmente a cavidade do molde, sem falhas com um acabamento superficial liso, na parte interna e externa da peça, sem sinais de rugosidade e bolhas.

Uma blenda ideal para o processo de rotomoldagem deverá ser produzida com os grades de polietileno verde, sem adição de qualquer outra resina termoplástica que não seja classificada como verde e ter características similares, por exemplo, a um polietileno fabricado para ser utilizado no processo de rotomoldagem.

Um exemplo deste polietileno poderia ser o material fabricado pela Braskem, o PELBD ML4400N, indicado para rotomoldagem de caixas d água, tanques e reservatórios. As principais propriedades que a blenda deve possuir são deste produto e estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Propriedades do polietileno PELBD ML4400N (BRASKEM, 2012)

Propriedades Típicas:	Método ASTM	Unidades	Valores
Índice de fluidez (190°C /2,16kg)	D 1238	g/10 min.	3,9
Densidade	D 792	g/cm ³	0,939
Temperatura de Fusão	D 3418	°C	126
Resistência à Tensão no Escoamento	D 638	MPa	21
Alongamento no Escoamento	D 638	%	13
Resistência à Tensão na Ruptura	D 638	MPa	24
Alongamento na Ruptura	D 638	%	>1000
Módulo de Flexão	D 790	MPa	670
Resistência ao Impacto a -40°C: Espessura 3,17mm Espessura 6,34mm	ARM	J	57 120

6.CONCLUSÕES

Uma blenda de polietileno verde elaborada a partir dos produtos produzidos e comercializados no Brasil que apresentasse características similares ao descrito na Tabela 1 estaria aprovada para os testes em uma empresa interessada na moldagem de caixas d água pelo processo de rotomoldagem com polietileno verde. Em seguidaseria necessário a produção de um lote piloto industrial para confirmar a moldabilidade do composto em campo, no fabricante de caixa d água. Com este novo produto seria possível atender os anseios do consumidor verde no segmento da construção civil com mais um item produzido a partir de um biopolímero, o polietileno verde. Os pilares do desenvolvimento sustentável, a questão ambiental e social é equacionada neste desenvolvimento, será necessária a realização de mais estudos para verificar se o desenvolvimento atende o pilar econômico, e ainda a realização de um estudo aprofundado para verificar a viabilidade econômica do desenvolvimento no que se refere ao custo do produto no mercado em relação aos produtos convencionais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ARM – Association of Rotational Molders International Low Temperature Impact Test – Version 4.0 – July – 2003

ASTM D1238 - 10 Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer -2010

ASTM D638 - 10 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics - 2010

AFONSO, A.C. B. O consumidor verde: perfil e comportamento de compra, Dissertação de Mestrado, Portugal, (2010).

BRASKEM – Biopolímero polietileno verde, inovação transformando plástico em sustentabilidade, acessado em 23/09/2012 e disponível em http://www.braskem.com.br/plasticoverde/doc/Eteno_Verde_01.pdf

BRITO, G. F. ; AGRAWAL, P.; ARAUJO E. M.; MÉLO, T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes, Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v 6.2 127-139, Campina Grande, PB, 2011

CRAWFORD, R. J.; THRONE, J. L. ,Rotational Molding Technology, William Andrew Publishing and Plastics Design Library, USA, 2002

DEWULF, J.; LANGENHOVE, H. V. Integrating industrial ecology principles into a set of environmental sustainability indicators for technology assessment, Resources, Conservation and Recycling Belgica, 2005

DIAS, S. L. F; G; LABEGALINI, L; CSILLA, J. M. Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais, Produção, São Paulo, 2012

ISLABÃO; G.. I. Blendas de Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (PEUAPM) com Polietileno Linear de Média Densidade (PELMD) para Rotomoldagem, Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, URRS, Porto Alegre, 2005

KUMAR, S.; PANDA A.; SINGH, R.K. A review on tertiary recycling of high-density polyethylene to fuel, India, Resources, Conservation and Recycling, 2011

KUMAR, M.; MOHANTY, S.; NAYAK, S. K.; PARVAIZ, M. R. Effect of glycidyl methacrylate (GMA) on the thermal, mechanical and morphological property of biodegradable PLA/PBAT blend and its nanocomposites, Bioresource Technology, EUA, 2010

LENARDÃO, J. L.; FREITAG, R.A; DABDOUB, M.J.; BATISTA A.C.F. Green Chemistry Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa, São Paulo, Química. Nova, Vol. 26, No. 1, 123-129, 2003

NORO, G.B.; NORONHA, K.B.; FROZZA, M.; LENGLER, L. Análise de Práticas Sustentáveis na Produção de Biodiesel: um Estudo de Caso In: Anais VIII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende, 2012

PADILHA, G.M. A; BOMTEMPO, J.V; A Inserção dos Transformadores de Plásticos na Cadeia Produtiva de Produtos Plásticos, Polímeros v.9 n.4 São Carlos, 1999

RODRIGUES, J. A. R, Do Engenho á Biorrefinaria. A Usina de Açúcar como empreendimento Industrial para a geração de produtos bioquímicos e biocombustíveis, Química Nova, Campinas, 2011



SANTA EULÁLIA, L.A.; ARAÚJO, J.B.; KETTANI, O; FRANCIOLI, L.A. AZEVEDO, R.C; BRMER, C.F. An essay on green supply chain and dynamic alignment, Marrocos, 3dr International Conference on Information System, Logistics and Supply Chain, 2010

SIMON, A. T.; SATOLO, E. G. Uma análise do complexo sucroalcooleiro sob a ótica da Gestão da Cadeia de Suprimentos (SCM).XVI Simpósio de Engenharia de Produção, Botucatu, , 2009

SOUZA, A. S.; GOMES E.; SILVA, C.A.; COSTA, R.D. Aplicabilidade da Logística Reversa no Contexto das Organizações: Fonte de Vantagens Competitivas e Redução de Impactos Ambientais. In: Anais VIII SEGGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende, 2011

TAN, S.B. Accelerated Cooling of Thermoplastics in Rotational Moulding, Ph.D. Thesis in Mechanical and Aerospace Engineering, Queen's University Belfast, UK, 2010

TAN, S.B.; HORNSBY, P.R.; MCAFEE, M.B.; KEARNS M.P.; MCCOURT, M.P. Internal Cooling in Rotational Molding—A Review, Polymer Engineering and Science, Belfast, UK, 2011

VARGAS, C. M. Sustainable development education: Averting or mitigating cultural collision. International Journal of Educational Development. EUA, 2007