

## DIVULGAÇÃO TÉCNICA

### TENSOATIVOS BIODEGRADÁVEIS

Edilene Gonçalves<sup>1</sup>, Jéssica Tinti Bozzi<sup>1</sup>, Lucas Tafner Mazolini<sup>1</sup>, Ramon Cobra de Oliveira<sup>1</sup>, Cristiane Imenes de Campos Bueno Zanin<sup>2</sup>, Andréia Alves de Lima<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Discentes do Curso de Química Industrial do Centro Universitário Amparense.

<sup>2</sup> Docente do Curso de Química Industrial do Centro Universitário Amparense.

<sup>3</sup> Coordenadora do Curso de Química Industrial do Centro Universitário Amparense.

#### RESUMO

Neste trabalho foi realizado um estudo sobre os tensoativos. Por ser uma substância de ampla aplicação, utilizadas em produtos de limpeza, produtos de higiene pessoal, cosmetologia, dentre outros, eles vem crescendo diariamente. Justamente com esse crescimento, também vem crescendo os problemas ambientais relacionados a ele, seus resíduos são muitas vezes descartados no meio ambiente, provocando grandes impactos à fauna e flora do nosso ecossistema. Os tensoativos que causam maiores danos são os tensoativos sintéticos não biodegradáveis. A fim de minimizar esses impactos ambientais os tensoativos biodegradáveis surgiram como alternativa menos agressiva. Porém, eles ainda apresentam elevado custo de produção. No entanto com o aumento dos esforços no desenvolvimento de novas tecnologias de aplicação, no melhoramento das linhagens e dos processos de produção, e devido à sua versatilidade, biodegradabilidade e baixa toxicidade, os tensoativos biodegradáveis poderão se tornar compostos de uso comum nas indústrias em um futuro próximo.

**Palavras – Chaves:** Tensoativos, impactos ambientais, sintéticos, biodegradáveis.

#### ABSTRACT

It was realized a study about surfactants. They have been growing in the market daily because of the fact that they are substances that can be applied in many areas; they are also used in neatness products, personal hygiene products, and cosmetology, among others. Because of its growth, the ecological problems related to it have also been growing; its waste is usually disposed in the ecosystem, causing huge impacts to the fauna and flora of our ecosystem. The surfactants, which cause more problems, are the synthetic non-biodegradable surfactants. In order to decrease these environmental impacts, the biodegradable surfactants came up as an alternative less aggressive. However, they still present a high cost to be produced. On the other hand, considering the increase of effort in the development of new applying technology, in the improvement of the production process and because of its versatility, biodegradability and low toxicity, the biodegradable surfactants will be able to become common products in the industry soon.

**Key Words:** Surfactants, environmental impacts, synthetic, biodegradable.

## DESENVOLVIMENTO

### Tensoativos

Tensoativos é um tipo de molécula que apresenta em sua estrutura uma cauda com característica apolar, insolúvel em água (hidrofóbica) e uma de suas extremidades com característica polar, solúvel em água (hidrofílica). Dessa forma, esse tipo de molécula é polar e apolar ao mesmo tempo. A Figura 1 mostra a estrutura de um tensoativo.

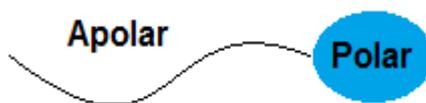


Figura 1: Estrutura de um tensoativo. Fonte: SILVA, 2015.

A parte apolar de um tensoativo normalmente tem origem em uma cadeia carbônica (linear, ramificada ou com partes cíclicas), pois os carbonos dessa cadeia, apesar de serem mais eletronegativos que os átomos de hidrogênio, não formam pólos de concentração de carga eletrostática. A parte polar deve ser formada por alguns átomos que apresentem concentração de carga, com formação de um pólo negativo ou positivo. Essa parte polar é representada pela solubilidade da molécula em água, pois as cargas (negativas ou positivas) apresentam atração eletrostática pelas moléculas de água vizinhas, já que estas apresentam cargas negativas e positivas na mesma molécula. Portanto, para ser solúvel em água, um tensoativo deve apresentar cargas, seja, elas negativas ou positivas (DALVIN, 2011) e quanto maior a quantidade de cargas, maior será a solubilidade em água.

De acordo com sua origem, os tensoativos podem ser classificados em sintéticos ou naturais.

### Tensoativos Sintéticos

Os tensoativos sintéticos são produzidos a partir de derivados de petróleo, matéria prima não renovável e que pode ou não ser biodegradável.

Os biodegradáveis recebem esse nome porque sua estrutura apresenta cadeia carbônica sem ramificação, sendo assim mais fácil degradação pelas bactérias. Já os não biodegradáveis possuem cadeia carbônica ramificada, sendo mais difícil a degradação (NETO *et al.*, 2014).

Os primeiros tensoativos sintéticos de aplicação geral foram desenvolvidos na Alemanha durante a Primeira Guerra Mundial na tentativa de superar a falta de matérias-primas naturais

(óleos e gorduras animais e vegetais), foram os alquilbenzeno sulfonato chamados de ABS. Estes eram feitos a partir de precursores derivados do petróleo como o benzeno e tetrâmero de propileno (PENTEADO *et al.*, 2005).

### **Tensoativos Naturais**

Os primeiros tensoativos sobre os quais se tem relatos são os sabões de ácidos graxos, os quais eram objetos de comercialização do povo fenício por volta de 600 a.C. Os primeiros produtores de sabões usavam a gordura animal e cinzas de madeira e outras plantas que continham carbonato de potássio para produzir o sal neutralizado. À medida que a mistura de gordura, cinzas e água era fervida, a gordura era saponificada, dando origem aos ácidos graxos livres, neutralizados no meio reacional (PEDRO, 2007). Obviamente, não eram chamados de tensoativos e não tinha propriedades físico – químicas tão desenvolvidas.

Depois de um tempo, conclui-se que os tensoativos naturais são produzidos a partir de ácidos graxos presentes em gorduras, óleos vegetais e animais, através da reação da saponificação ou hidrólise alcalina. A saponificação é a mistura de um éster, que é proveniente de um ácido graxo, e uma base (hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH)) onde se origina o glicerol e o sabão.

### **Classificação dos tensoativos**

#### **Tensoativos Aniônicos**

Os tensoativos aniônicos possuem como grupo hidrófilo um radical com carga negativa (NETO E PINO, 1997), ou seja, nestes tensoativos quem interage com a água é uma parte da molécula que possui caráter negativo.

Esses surfactantes constituem a maior classe de tensoativos e a mais utilizada pela indústria em geral, pois nessa classe se encontram os tensoativos principais dos sabões, sabonetes, xampus e detergentes (DALTIM, 2011).

Geralmente os tensoativos aniônicos não são compatíveis com tensoativos catiônicos em virtude da neutralização de cargas (DALTIM, 2011). Normalmente são sensíveis à água dura (alto teor de sais de cálcio e magnésio) que podem neutralizar e precipitar o tensoativo (DALTIM, 2011).

### **Tensoativos Catiônicos**

Os tensoativos catiônicos possuem como parte hidrofílica da cadeia um radical com carga positiva, ou seja, nestes tensoativos quem interage com a água é uma parte da molécula que possui caráter positivo, ao contrário dos tensoativos aniônicos. Por suas propriedades germicidas, estes são muito utilizados como desinfetantes (NETO E PINO, 1997).

Constituem uma classe representada por poucos tensoativos. Hoje somente há disponibilidade, no mercado brasileiro, de tensoativos catiônicos baseados no nitrogênio quaternário (DALTIM, 2011).

### **Tensoativos Não Iônicos**

Os tensoativos não iônicos não apresentam radicais com cargas elétricas, interagindo com as moléculas de água por meio de ligações de hidrogênio (NETO E PINO, 1997).

Uma das principais características dos tensoativos não-iônicos é sua elevada resistência a eletrólitos e águas duras, além disso, tem bom desempenho numa larga faixa de pH, isto é, podem ser utilizados tanto em meio ácido ou alcalino (AMARAL *et al.*, 2007).

Possuem como características a compatibilidade com a maioria das matérias-primas utilizadas em cosméticos, baixa irritabilidade à pele e aos olhos, um alto poder de redução da tensão superficial e interfacial e baixos poderes de detergência e espuma.

### **Tensoativos Anfóteros**

São tensoativos que possuem, na mesma molécula, grupos hidrófilos positivo e negativo. Estes tensoativos possuem crescente aplicação em xampus e cremes cosméticos (NETO E PINO, 1997).

O grupo polar positivo é mais pronunciado em pH menor que 7, ao passo que o grupo polar negativo é mais pronunciado em pH maior que 7 (ROCHA, 2013).

Constituem a classe de tensoativos menos utilizados no mercado por causa do alto custo (DALTIM, 2011).

São normalmente compatíveis com todas as outras classes de tensoativos (DALTIM, 2011). Por terem as duas cargas – negativa e positiva – na molécula, apresentam propriedades de organização com a molécula de tensoativos aniônico e catiônico que modificam suas propriedades, permitindo a redução, por exemplo, de sua irritabilidade ocular (DALTIM, 2011), pois em meio ácido, as partes desse tensoativo capturam o íon  $H^+$  e, em soluções básicas,

liberam um dos hidrogênios (H) ligados ao nitrogênio mantendo assim o pH próximo ao pH da lágrima.

### **Atuação dos tensoativos - Micelas**

As micelas são agregados moleculares, que possuem as duas regiões estruturais, uma hidrofílica e outra hidrofóbica, que dinamicamente e espontaneamente se associam em solução aquosa, a partir de certa concentração, denominada concentração micelar crítica (CMC), formando grandes agregados moleculares de dimensões coloidais. São as micelas responsáveis pela catálise micelar e pela solubilização de gorduras. Os tensoativos se apresentam na forma de monômero antes da concentração micelar crítica. A concentração micelar crítica pode ser detectada experimentalmente através da descontinuidade no comportamento de algumas propriedades físico-químicas da solução em função da concentração do tensoativo (MELO, 2013).

Numa micela, a extremidade apolar é hidrófoba e a polar é hidrófila, ou seja, a parte apolar interage com a gordura (sujeira) ao mesmo tempo em que a parte polar reage com a água, neste momento são formadas partículas (micelas) que ficam espalhadas na água, agilizando o processo de limpeza.

Podemos dizer que as soluções de tensoativos formam sistemas dinâmicos onde as micelas estão continuamente sendo formadas e destruídas. Essa característica das soluções de detergentes é importante para o processo de remoção das sujidades, que envolve o deslocamento das partículas de sujeiras de natureza lipofílica para o interior das micelas e a estabilização das mesmas de modo a mantê-las em suspensão, evitando que a sujeira volte a depositar-se sobre a superfície que está sendo limpa (ROCHA, 2013).

### **Principais aplicações dos tensoativos**

As principais aplicações dos tensoativos são a preparação de emulsões e a detergência, no entanto, essas duas funções dos tensoativos provocam também a formação de espuma (DALTIM, 2011).

### **Emulsões**

Emulsão é constituída por duas fases líquidas imiscíveis, em geral água e óleo, e que podem apresentar consistência líquida ou semi-sólida. As formas líquidas são empregadas para uso interno ou externo, e as semi-sólidas para uso externo (OLIVEIRA, 2011).

Quanto à classificação das emulsões, temos os seguintes critérios:

Tamanho das gotículas: microemulsões que são constituídas de microgotículas dispersas e dinâmica, que possui diâmetro variando entre 5 -100 nm e as emulsões que apresentam gotículas que variam entre 100 – 10.000 nm.

Número de fases: emulsões simples e múltiplas. As emulsões simples são as emulsões do tipo água em óleo (A/O) que consistem de gotas de água dispersas na fase contínua de óleo, já as emulsões do tipo óleo em água (O/A) consistem de gotas de óleo dispersas na fase contínua de água. Já emulsões múltiplas possuem estrutura mais complexa os tipos mais comuns são água/óleo/água (A/O/A) e óleo/ água/óleo (O/A/O). Por exemplo, emulsões A/O/A são compostas de gotas de água dispersas em gotas de óleo, sendo que estas últimas são dispersas, ainda, em outra fase aquosa, chamada de fase aquosa externa.

### **Detergência**

Em geral há dois tipos de sujeira encontrados nas situações de detergência: materiais líquidos e oleosos e materiais sólidos particulados. As interações interfaciais de cada um destes com o substrato sólido são, usualmente, muito diferentes e os mecanismos de remoção de sujeira podem ser correspondentemente, diferentes.

À adsorção de sujeira ser predominantemente através de interações de Van der Waals, os materiais não polares, tais como óleos hidrocarbônicos, podem ser especialmente difíceis de remover das superfícies hidrofóbicas, tais como poliésteres. As sujeiras hidrofílicas (argilas, ácidos graxos, etc.), por outro lado, podem ser mais difíceis de remover das superfícies hidrofílicas, tais como algodão. As forças mecânicas também podem inibir a ação de limpeza, especialmente em materiais fibrosos com particulados sólidos, devido ao aprisionamento da sujeira entre as fibras. É óbvio, então, que o processo de limpeza pode ser extremamente complexo e resultados ótimos são possíveis somente para sistemas extremamente definidos, sendo que o detergente universal parece fora do alcance tecnológico (PEDRO, 2008).

### **Espuma**

Os processos de lavagem e de preparação de emulsões necessitam de agitação da solução ou mistura aquosa para que ocorram a solubilização dos tensoativos utilizados, a redução do tamanho das gotículas de óleo, a retirada da sujeira e a distribuição das micelas por todas as parcelas do líquido, garantido que os processos de detergência e emulsão sejam eficientes, uma vez que esses dois processos ocorrem sempre em presença de micelas. No

entanto, essa agitação é a principal causa de formação de espuma (DALTIM, 2011). A espuma é o conjunto de interações intermoleculares entre os componentes do ar, a água e tensoativos. Para que exista espuma é necessária a presença de tensoativos para que haja retenção dos gases do ar (MISIRLI, 2002).

Devido ao fato de os tensoativos reduzirem a tensão superficial dos líquidos, há uma grande facilidade das bolhas se formarem e se multiplicarem, quando recebem fricção. E ao utilizar detergentes compostos por tensoativos não biodegradáveis, há formação de espuma que não se degrada, e ficará imersa sobre lagos e rios, causando um grande impacto visual e prejudicando a saúde dos animais aquáticos podendo levá-los a morte (SILVA *et al.*, 2011).

### **Impacto ambiental provocado pelos tensoativos**

Atualmente, a maior parte dos tensoativos utilizados tem origem sintética, derivados do petróleo, e após o uso esses surfactantes são na maioria das vezes descartados na superfície da água. O acúmulo dessa matéria prima no ambiente afeta seriamente o ecossistema, causando inclusive toxicidade aos mamíferos e bactérias (MORAIS E ANGELIS, 2012).

A concentração de detergentes nos recursos hídricos pode ocasionar formação exagerada de espumas nas superfícies dos rios e lagos. A camada de espuma encobre a superfície, impedindo a penetração dos raios solares e a interação da atmosfera com a água. Nesses casos, leva plantas aquáticas e peixes à morte. Este fato, além de prejudicial à natureza, torna mais difícil e dispendioso o tratamento da água para consumo humano (NETO E PINO 1997).

Em 1995, o Ministério da Saúde publicou na portaria 120 de 24 de novembro a metodologia a serem adotados para a determinação da degradação dos tensoativos aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfóteros que previa a biodegradação apenas para tensoativos presentes em águas doces (SILVA *et al.*, 2011).

### **Tensoativos Biodegradáveis**

Tensoativos biodegradáveis, também chamados de tensoativos verdes, podem ser degradados pelos microrganismos presentes na natureza, dependendo o meio em que se encontra a biodegradabilidade da molécula do tensoativo pode ocorrer em até mais ou menos 24 horas, isso ocorre devido a não existência de ramificações nas cadeias carbônicas, sendo degradada amplamente pelos microrganismos, reduzindo, assim o impacto ambiental.

Esses compostos podem ser produzidos através de biotransformações de hidrocarbonetos de petróleo ou a partir de substratos renováveis, como resíduos de processamento vegetal, glicerol, óleos dentre outros.

Os biotensoativos são classificados de acordo com suas características químicas e origem microbiológica e subdivididos em: glicolipídeos, lipopeptídeos, ácidos graxos, biotensoativos particulados e biotensoativos poliméricos.

Os biotensoativos também podem ser divididos de acordo com a sua massa molecular: biossurfactantes de alta massa molecular e de baixa massa molecular. Os biossurfactantes de alta massa molecular são constituídos pelos biotensoativos particulados e poliméricos. Enquanto que o segundo grupo inclui os glicolipídeos, lipopeptídeos e ácidos graxos. Os de alta massa molecular auxiliam na formação de emulsão enquanto que os de baixo peso molecular são capazes de reduzir a tensão interfacial (MORAIS E ANGELIS, 2012).

### **Tensoativos x Biotensoativos**

Comparados aos tensoativos convencionais, os biotensoativos apresentam as seguintes vantagens: a capacidade de diminuir a tensão superficial e interfacial a partir de menores concentrações, maior estabilidade frente à variação de pH, de temperatura e de salinidade, facilidade na biodegradação no solo e na água e menor toxicidade (MORAIS E ANGELIS, 2012).

Além disso, essas substâncias podem ser produzidas a partir de substratos renováveis e apresentam grande variedade química, o que permite aplicações específicas em diversas áreas, como na indústria petroquímica, alimentícia, cosmética e farmacêutica (MORAIS E ANGELIS, 2012), entretanto, ainda não são amplamente utilizados devido aos altos custos de produção, associados a métodos ineficientes de recuperação do produto e ao uso de substratos caros (NITSCHKE E PASTORE, 2001).

### **CONCLUSÃO**

Neste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os tensoativos, que têm se mostrado importantes nos últimos anos, já que os mesmos vêm crescendo em diversos setores e podem atuar como agente emulsionante, espumantes, lubrificantes, inibidores de corrosão, detergentes, dispersantes e solubilizantes.

Foram destacados algumas de suas aplicações, seu funcionamento e os tipos de tensoativos encontrados na literatura. Porém, o grande foco do trabalho foi analisar sua degradabilidade e seus possíveis efeitos na natureza.

É fato que os tensoativos biodegradáveis são muito melhores ao meio ambiente, uma vez que os não biodegradáveis em sistemas que dependem do oxigênio, como rios e lagos, interferem na taxa de aeração, pela redução da tensão superficial do meio, que fazem com que as bolhas de ar permaneçam menos tempo em contato com o meio. Além disso, a formação de espuma na superfície com o movimento das águas impedem a entrada de luz nos corpos d'água, essencial para fotossíntese dos organismos subaquáticos. Contudo, possuem um custo mais elevado se comparados aos não biodegradáveis que representam mais de 70% de uso no país.

Portanto, pode-se concluir que os tensoativos biodegradáveis não são tão agressivos quanto os tensoativos não biodegradáveis, e que sua atuação no meio ambiente provoca menos impacto.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, Lúcia do *et al.* **Detergente doméstico.** Disponível em <http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjg2>. Acesso em 09 de setembro de 2015.

DALTIN, Delcio. **Tensoativos química, propriedades e aplicações.** São Paulo: Blucher, 2011.

MELO, Tereza Noêmia Tavares da Fonsêca. **Utilização dos tensoativos na indústria de petróleo.** Disponível em <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/232/TCC%20FINAL-%20Tereza%20Noemia%20-%20depois%20da%20defesa.pdf>. Acesso em 20 de agosto de 2015.

MIRSIRLI, Gabriel Mustafá. **Formulando Detergente.** Disponível em [http://www.freedom.inf.br/artigos\\_tecnicos/20020919/20020919.asp](http://www.freedom.inf.br/artigos_tecnicos/20020919/20020919.asp). Acesso em 19 de outubro de 2015.

MORAIS, Izabella Branco Santos de; ANGELIS, Lucia Helena de. **Biotensoativos: uma alternativa mais limpa para as indústrias de cosméticos.** Disponível em [http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_cosmeticos.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_cosmeticos.pdf). Acesso em 02 de setembro de 2015

NETO, João *et al.* **Petróleo, Óleos e Detergentes.** Disponível em <https://prezi.com/qcn3usuocili/origem/>. Acesso em 13 de outubro de 2015.

NETO, Odone Gino Zago; PINO, José Claudio Del. **Trabalhandoa Química dos Sabões e Detergentes.** Disponível em <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>. Acesso em 09 de agosto de 2015.

NITSCHKE, Marcia; PASTORE, Gláucia Maria. **Biossurfactantes: Propriedades e Aplicações.** Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422002000500013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422002000500013&script=sci_arttext). Acesso em 02 de setembro de 2015.

OLIVEIRA, Luana. **Formas Farmacêuticas – Emulsões.** Disponível em <https://littlebabsi.wordpress.com/2011/06/11/formas-farmacuticas-emulses/>. Acesso em 19 de outubro de 2015.

PEDRO, Ricardo. **Propriedades dos tensoativos: detergência.** Disponível em [http://www.freedom.inf.br/artigos\\_tecnicos/hc49/ricardopedro.asp](http://www.freedom.inf.br/artigos_tecnicos/hc49/ricardopedro.asp). Acesso em 18 de outubro de 2015.

PEDRO, Ricardo. **Tensoativos – Considerações gerais e breve histórico.** Disponível em [http://www.freedom.inf.br/artigos\\_tecnicos/31012007/tensoativos.asp](http://www.freedom.inf.br/artigos_tecnicos/31012007/tensoativos.asp). Acesso em 23 de agosto de 2015.

PENTEADO, José Carlos P. *et al.*. **Alquilbenzeno Sulfonato Linera: Uma Abordagem Ambiental e Analítica.** Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n5/31068.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2015.

ROCHA, Demócrito. **Tensoativos: Detergentes e Limpa Vidros.** Disponível em <http://fdr.com.br/formacao/2013/produtos-de-limpeza/tensoativos-detergentes-e-limpa-vidros/>. Acesso em 15 de setembro de 2015.

SILVA, Ana Paula Pereira da *et al.*. **Avaliação da biodegradabilidade de detergentes comerciais.** Disponível em <http://www.uniube.br/eventos/entec/2011/arquivos/quimica2.pdf>. Acesso em 03 de setembro de 2015.

SILVA, Geneyse Grazielle Cruz Monteiro da. **Remoção de Enxofre de óleo diesel utilizando Extração por microemulsão e oxidação.** Disponível em <http://monografias.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/1281>. Acesso em 14 de agosto de 2015.