

Resumo do projecto bioCLEAN

01.05.2013 a 30.06.2015

bioCLEAN: Desenvolvimento de produtos contendo surfatantes microbianos para limpeza e desinfeção de superfícies industriais e domésticas



Índice

Índice	2
1. Enquadramento.....	3
2. Identificação do Consórcio	4
3. O Projeto	4
3.1 Motivações.....	4
3.2 Objetivos e Estrutura	4
4. Conclusões.....	9
5. Avaliação Ex-Post	11

1. Enquadramento

O presente projeto teve como objetivo a avaliação do potencial uso de surfatantes microbianos (designados doravante por biosurfatantes) para desenvolvimento de uma gama de produtos formulados ou como matérias-primas para outros produtos que tradicionalmente incorporam surfatantes. Pretendeu-se selecionar novos microrganismos produtores de biosurfatantes e desenvolver os respetivos processos de produção de forma a obter compostos com diferentes características e atividades para uso em formulações na indústria alimentar, de detergentes domésticos e outras. Adicionalmente, pretendeu-se otimizar a produção destes compostos por microrganismos produtores já descritos na literatura. Este conjunto de biosurfatantes foi posteriormente usado em diferentes proporções para criar novas formulações alternativas às atualmente usadas nestas indústrias.

Este projeto tinha ainda como objetivo o desenvolvimento de uma gama de produtos inovadores que possuísem características/atividades diferenciadoras comparativamente com os produtos comercialmente disponíveis, que tivessem um menor impacto ambiental e constituíssem uma alternativa economicamente viável aos surfatantes químicos. Em suma, seria expectável que os resultados deste projeto, nomeadamente o desenvolvimento e otimização dos processos de produção de biosurfatantes, tivessem um impacto na indústria química de surfatantes, quer pela possibilidade de gerarem uma maior diversidade de compostos, quer pela potencial redução de custos pelo uso de matérias primas alternativas de baixo custo.

2. Identificação do Consórcio

Para a execução das atividades planeadas no projeto constituiu-se um consórcio com comprovada experiência e conhecimento reconhecido na área dos biosurfatantes e dos compostos químicos industriais e especialidades químicas. O consórcio foi constituído pela QUIMITÉCNICA S.A. (promotor) e pelo Centro de Engenharia Biológica da Universidade do Minho.

QUIMITÉCNICA S.A. – Promotor Líder do projeto e empresa dedicada à comercialização e produção de químicos industriais e especialidades químicas, entre outros. Foi responsável pela definição de novas formulações para os produtos de limpeza e desinfecção para várias indústrias, bem como pela tarefa de aumento de escala para a produção de biosurfatantes. Tendo em conta a sua atividade, os resultados deste projeto permitiram não só diferenciar a sua gama de produtos, mas também deter um processo alternativo à produção química convencional de surfatantes sintéticos.

O Centro de Engenharia Biológica - Universidade do Minho - Promotor do projeto, entidade do Sistema Científico e Tecnológico Nacional, com vasta experiência em processos fermentativos, em particular na área de produção, caracterização e aplicação de biosurfatantes, foi responsável pela seleção de novos organismos produtores de biosurfatantes e sua produção, bem como por todas as tarefas de otimização dos processos fermentativos, caracterização e aplicação dos biosurfatantes em novas formulações de limpeza e desinfecção.

3. O Projeto

3.1 Motivações

Os biosurfatantes são biomoléculas que se apresentam como alternativas muito interessantes aos surfatantes químicos tendo em conta a sua diversidade de estruturas e atividades, para além de serem biodegradáveis e estáveis em condições de processamento mais extremas. Contudo, o seu uso em grande escala está limitado pelos baixos rendimentos do processo e dificuldades nos processos de recuperação. Nesse sentido, há uma grande necessidade de otimizar os processos de produção e recuperação dos biosurfatantes por forma a desenvolver processos sustentáveis e competitivos. O desenvolvimento e otimização dos processos de produção de biosurfatantes promete revolucionar a indústria química de surfatantes, quer no que respeita à possibilidade de obtenção de uma maior diversidade de compostos, mas também permitindo uma redução considerável de custos, sendo que estes processos têm por base o uso de matérias-primas renováveis.

3.2 Objetivos e Estrutura

O presente projeto teve como objetivo o desenvolvimento de biosurfatantes para desenvolvimento de uma gama de produtos formulados e como matérias-primas para outros produtos que tradicionalmente incorporam

surfatantes, com o objetivo último de os apresentar a clientes finais e formuladores sob a forma concentrada ou diluída.

Neste projeto obtiveram-se vários biosurfatantes com características e atividades diferentes e desenvolveram-se os seus respetivos processos de produção tendo em conta a sua sustentabilidade e potencial de aplicação nas indústrias alimentar, de detergentes domésticos e outras. No início deste projeto pretendia-se que estes novos produtos e os seus processos de produção se afirmassem como alternativas aos produtos e processos químicos convencionais de produção de surfatantes sintéticos, contribuindo para uma maior diferenciação de produtos, redução de custos e menor impacto ambiental, traduzindo-se, portanto, numa vantagem competitiva na indústria dos surfatantes.

Os produtos atualmente em uso para limpeza e desinfecção de superfícies na indústria alimentar, de detergentes domésticos e outras, consistem em formulações de diferentes compostos químicos incluindo os surfatantes sintéticos. Neste projeto pretendia-se substituir esses surfatantes sintéticos por biosurfatantes que apresentassem, como referido anteriormente, uma série de vantagens, incluindo biodegradabilidade, baixa toxicidade, atividade anti-adesiva e antimicrobiana. Todas estas características dos biosurfatantes são de extrema importância tendo em consideração a aplicação destes produtos.

Especificamente, os objetivos do projeto consistiram em:

1. Seleção de novos microrganismos produtores de biosurfatantes;
2. Definição do processo de produção de biosurfatantes pelos microrganismos selecionados;
3. Recuperação e caracterização físico-química dos biosurfatantes;
4. Determinação da atividade anti-adesiva e antimicrobiana dos biosurfatantes;
5. Otimização da produção e recuperação dos biosurfatantes;
6. Desenvolvimento e avaliação de novas formulações de produtos contendo biosurfatantes.
7. Avaliação do impacto ambiental e económico dos novos produtos

Tal como referido anteriormente o projeto teve como objetivo desenvolver novos biosurfatantes e produtos formulados contendo biosurfatantes que permitam reduzir o impacto ambiental associado ao uso de tensoativos, bem como introduzir produtos alternativos produzidos de uma forma sustentável e com vantagem funcionais reconhecidas quando comparados com os atualmente em uso.

O projeto iniciou-se com uma seleção de novos microrganismos produtores de biosurfatantes. Existem vários microrganismos produtores reportados na literatura, contudo pretendeu-se numa fase inicial procurar organismos que produzam biosurfatantes com características e atividades distintas das que se encontram reportadas. A diversidade de características e atividades dos biosurfatantes permitiu desenvolver várias formulações constituídas por diferentes misturas e proporções dos biosurfatantes. De seguida, foi estudado o processo de produção de biosurfatantes pelos microrganismos selecionados, bem como o método de recuperação dos mesmos do meio fermentativo.

Os biosurfatantes isolados foram caracterizados do ponto de vista físico-químico e funcional, i.e. estabilidade em diferentes condições operacionais (T, pH, salinidade); capacidade emulsionante e detergente; estrutura química e atividade anti-adesiva e funcional.

Nos casos dos biosurfatantes de maior interesse procedeu-se á otimização do seu processo de produção e recuperação a uma escala laboratorial (2 e 5 e 10-L) e pré-piloto (75-L).

Nesta fase foram também avaliadas matérias-primas alternativas que consistem em subprodutos de outras indústrias com o objetivo de aumentar os rendimentos e reduzir os custos de produção. Adicionalmente, foram avaliados vários métodos alternativos de recuperação de biosurfatantes tendo em conta que se pretendia fazer o aumento de escala destes processos, e como tal os mesmos deverão ser sempre que possível processos menos dispendiosos e/ou complexos.

Após a obtenção e caracterização dos biosurfatantes isolados foram desenhadas novas formulações com vista ao objetivo final, ou seja a limpeza e desinfecção de superfícies na indústria alimentar, de detergentes domésticos e outras.

Neste sentido usaram-se várias combinações e proporções dos diferentes biosurfatantes, quer em soluções diluídas, quer em fórmulas concentradas. Para analisar a performance de limpeza e desinfecção, pretendia-se avaliar a atividade anti-adesiva destas novas formulações em materiais geralmente usados em superfícies na indústria alimentar (e.g. PVC, aço inox) e a atividade antimicrobiana contra microrganismos associados a contaminações e formação de biofilmes neste tipo de superfícies. Adicionalmente, foi realizado um levantamento das normas e legislação existentes aplicáveis à utilização de produtos na indústria alimentar, detergentes e biocidas.

Apesar de todas as aplicações alvo dos biosurfatantes se destinarem a mercados já existentes e maduros, o fato de atualmente a maioria dos produtos aplicados incorporar surfatantes sintéticos (derivados de petróleo) leva a que haja uma procura constante de novos produtos menos agressivos para o ambiente, com menor toxicidade, com elevada biocompatibilidade e digestibilidade, bem como produtos mais eficientes quando usados em menores quantidades. Neste sentido, existe uma grande margem para inovar neste sector, seja pela redução do impacto ambiental destes produtos, seja pela sua diferenciação em termos de funcionalidade.

Com base no potencial das diferentes formulações avaliadas foi então possível selecionar qual o processo de produção de biosurfatantes (microrganismo, matéria prima, produção e recuperação) mais interessante para prosseguir no futuro com o processo de industrialização (fora do âmbito desta candidatura) no caso de se comprovar a sua sustentabilidade e viabilidade económica.

Por fim, a avaliação de impacto ambiental e económico constituiu uma das tarefas de maior relevo neste projeto. Realizou-se um estudo de viabilidade económica do processo de produção de biosurfatantes, tendo em conta questões de mercado e concorrência, bem como investimento em equipamentos, custos de matérias-primas e valor de mercado dos novos produtos. Contudo, não se prosseguiu com a análise de ciclo de vida dos novos produtos comparativamente com os que se encontram atualmente em uso, pois tal tarefa deixou de ser considerada pertinente, face aos resultados do estudo de viabilidade económica.

Características inovadoras:

Tabela 1: Tabela das características inovadoras previstas em candidatura.

Caraterísticas Inovadoras	Unidade de medida	Situação no mercado	Objetivos do projeto	Importância relativa (%)
Baixa toxicidade e elevada biodegradabilidade	Toxicidade avaliada in vitro em células animais, biodegradabilidade avaliada por técnicas cromatográficas	Alguns surfatantes sintéticos são tóxicos e a grande maioria é não biodegradável	Os biosurfatantes serão caracterizados quanto às suas características físico-químicas e funcionais, bem como as formulações que os irão integrar	10
"Amigos do ambiente"	Os biosurfatantes serão produzidos a partir de meios sintéticos à base de glucose e substratos provenientes de outras indústrias. Os rendimentos de biosurfatante produzidos serão determinados	Os surfatantes sintéticos são derivados do petróleo, os biosurfatantes são produzidos a partir de matérias-primas renováveis	São objetivos deste projeto selecionar e melhorar organismos produtores de biosurfatantes e otimizar a sua produção recorrendo a matérias-primas de baixo custo	15
Efetivos em condições extremas de pH, T e salinidade	Avaliação da estabilidade dos biosurfatantes quando expostos durante determinados períodos de tempo a condições extremas de pH, T e sal (esta avaliação é feita através da determinação das tensões superficiais)	Alguns surfatantes sintéticos apresentam gamas limitadas de funcionalidade	Será avaliada a estabilidade dos biosurfatantes, isolados e em formulações em condições extremas	15
Diversidade e especificidade	A diversidade de moléculas produzidas será aferida com recurso a técnicas analíticas que envolvem TLC, HPLC, FTIR e XPS A especificidade será aferida pela determinação das características físico-químicas de cada composto no que respeita à sua tensão superficial, capacidade de emulsão, estabilidade em diferentes condições ambientais	Os biosurfatantes são produzidos por um grande número de microrganismos e como tal é expectável que diferentes organismos produzam compostos com estruturas químicas diferentes e naturalmente com especificidades (características físico-químicas) diferentes	Neste projeto será feita uma prospeção de microrganismos produtores de biosurfatantes por forma a encontrar o maior número possível de compostos com características e atividades/funcionalidades diferentes	30
Detergência, formação de espuma, capacidade de limpeza e atividade antimicrobiana	Será aferida pela capacidade de formação de espumas e emulsões, pela determinação da atividade anti-adesiva e antimicrobiana dos biosurfatantes (isolados e em formulações)	Uma das características diferenciadoras dos biosurfatantes quando comparados com os surfatantes sintéticos é a sua atividade antimicrobiana podendo portanto alargar o seu espectro de incorporação numa gama variada de produtos. Relativamente à sua detergência, formação de espuma e capacidade de limpeza, de uma forma geral os biosurfatantes possuem uma performance igual ou superior aos surfatantes sintéticos	É objetivo deste projeto determinar as características funcionais dos biosurfatantes por forma a desenhar formulações com performances superiores às atualmente em uso (comercializadas) e que possuem na sua constituição surfatantes sintéticos	30

Baixa toxicidade e elevada biodegradabilidade: estas duas características são comumente aceites como a grande vantagem dos biosurfatantes sobre os seus homólogos sintéticos. Na realidade, alguns dos surfatantes sintéticos atualmente usados são tóxicos e muitos deles não são biodegradáveis, o que coloca algumas restrições ao seu uso e descarga em coletores.

"Amigos do ambiente": esta é uma característica diferenciadora dos biosurfatantes. A maioria dos surfatantes sintéticos são provenientes do petróleo e como tal, os biosurfatantes constituem uma alternativa muito interessante do ponto de vista económico e ambiental. Primeiro, porque são independentes do custo do petróleo, mas também porque podem ser produzidos por matérias-primas renováveis que constituem subprodutos de outras indústrias (baixo custo de matéria-prima) e, finalmente porque são produzidos por microrganismos e como tal o seu processo de produção/recuperação pode ser otimizado obtendo-se maiores rendimentos de produção.

Performance em condições extremas de pH, T e salinidade: sendo moléculas de estrutura variável, há vários biosurfatantes que possuem gamas muito alargadas de estabilidade em condições extremas, tais como $2 < \text{pH} < 10$; $-20 < T < 115^\circ\text{C}$ e concentrações de NaCl 10-20% (p/p). Estas gamas alargadas de condições podem ser muito vantajosas no desenvolvimento de novas formulações uma vez que a maioria dos surfatantes sintéticos atualmente usados nestas formulações não apresenta esta versatilidade.

Diversidade e especificidade: os biosurfatantes sendo produzidos por uma grande variedade de microrganismos apresentam também uma grande diversidade de moléculas que tal como seria expectável apresentam especificidades que não existem nos surfatantes sintéticos. Os biosurfatantes podem ser agrupados em diferentes grupos de acordo com os organismos que os produzem ou as suas estruturas químicas (e.g. glicolípidos, lipopéptidos, fosfolípidos, biosurfatantes particulados, etc.).

Detergência, formação de espuma, capacidade de limpeza e atividade antimicrobiana: embora na característica de detergência e capacidade de formação de espumas os biosurfatantes possam ser similares aos surfatantes químicos, é de referir que um dos objetivos deste projeto foi fazer misturas de biosurfatantes diferentes podendo portanto tomar partido de sinergias entre estas diferentes moléculas. Assim, é expectável que os biosurfatantes, isolados ou em formulações, demonstrem performances similares ou superiores. Finalmente, no que respeita à sua capacidade de limpeza e atividade antimicrobiana, é de referir que vários biosurfatantes têm sido referidos como potentes agentes anti-adesivos e antimicrobianos. Os surfatantes sintéticos de uma forma geral têm uma boa capacidade anti-adesiva, contudo não têm sido reportados pela sua atividade antimicrobiana, pelo que estas características são diferenciadoras e uma mais-valia dos biosurfatantes que serão usadas para o desenvolvimento das novas formulações.

Os riscos deste projeto, para além dos aspetos críticos técnico-científicos reportados na tabela de quantificação das características inovadoras do projeto, consistiram essencialmente na viabilidade económica do processo de

produção de biosurfatantes. Tal como referido acima, a produção industrial de biosurfatantes requer que os rendimentos sejam elevados e deverá assentar numa política de redução dos custos de produção e recuperação dos biosurfatantes. Adicionalmente, sabendo à partida que serão encontrados novos biosurfatantes, os mesmos poderão não ser suficientemente distintos ou eficazes que justifiquem, do ponto de vista económico, a substituição dos surfatantes sintéticos nas formulações atualmente em uso. Finalmente, estes novos produtos terão que ser alvo de aprovação para utilização na indústria alimentar, e como tal há sempre o risco de poderem falhar algum critério normativo e regulamentar.

4. Conclusões

Na base de todo o projeto, está o crescente aumento da procura de produtos resultantes da 'química verde', ou seja que possam ser obtidos usando matérias-primas renováveis e que possam substituir os seus análogos químicos (derivados de petróleo), reduzindo portanto o seu impacto ambiental e económico. Nesta perspetiva, a possibilidade de obter produtos mais eficientes em concentrações mais baixas, e com atividades distintas, traduzir-se-á numa vantagem competitiva. O processo de produção de biosurfatantes consiste numa alternativa ao processo químico convencional de produção de surfatantes sintéticos, e desde que apresente viabilidade económica (elevados rendimentos e baixos custos de produção) consistirá a médio-longo prazo num bom investimento. Por outro lado, uma entrada no mercado bem sucedida de novos produtos requer uma boa estratégia de marketing dirigida à indústria, reforçando as características técnicas e funcionais dos novos produtos (e.g. atividade antimicrobiana), mas também do seu impacto ambiental e económico.

Os resultados do projeto seriam valorizados da seguinte forma:

- A grande valorização económica dos resultados do projeto por parte da QUIMITÉCNICA seria passar à industrialização do processo de fabrico de biosurfatantes. Ou seja, após o Vale I&DT realizado para despistar a oportunidade de I&D e após a conclusão deste projeto de I&D para a concretização do protótipo do produto e das condições de fabrico, a QUIMITÉCNICA pretendia industrializar o resultado, passando a ser uma empresa fabricante de biosurfatantes. Em última instância, mas pouco provável, a QUIMITÉCNICA ponderava também recorrer a uma joint-venture e subcontratar a produção a terceiros, mantendo o desenvolvimento e a comercialização de produtos, se houvesse vantagens claras nesta opção, em termos de custo e projeção no mercado.
- Criação de uma marca própria da QUIMITÉCNICA para a gama de novos produtos desinfetantes/detergentes para superfícies na indústria alimentar, de detergentes domésticos e outras, com utilização dos biosurfatantes que seriam desenvolvidos neste projeto.
- Desenvolvimento e teste de formulações adaptadas à aplicação em potenciais utilizadores/clientes e realização de ensaios industriais de avaliação e comparação com outros produtos existentes nos mercados.
- Dinamização de reuniões promocionais junto de potenciais utilizadores dos produtos desenvolvidos (ou seja, indústrias alimentares, formuladores de detergentes, ou outras)

- Potencial proteção dos resultados do projeto por patente (a analisar com a execução técnico-científica do projeto).
- Futura industrialização do processo de produção de biosurfatantes com base em matérias-primas subprodutos de outras indústrias (fora do âmbito desta candidatura) com base na análise de viabilidade económica e na aceitação dos protótipos no mercado.
- Manutenção do consórcio QUIMITÉCNICA-CEB-UMINHO no pós-projeto, em virtude da necessária complementaridade de competências técnicas para a industrialização destes e outros bio produtos.
- Utilização da rede de distribuição da QUIMITÉCNICA no mercado internacional para divulgar os novos produtos/formulações.

Na sequência dos resultados alcançados e da análise/ estudo económico de viabilidade, a quimitecnica.com conclui que é inviável a futura implementação industrial da produção de biosurfatantes. Tal deve-se essencialmente a tempos de fermentação elevados, baixo rendimento de produção e custos de separação/purificação excessivos. Por estes motivos, a quimitecnica.com considera impossível viabilizar economicamente os resultados deste projeto da forma mais direta: que passava pela industrialização destes processos.

No entanto, o conhecimento adquirido neste projeto, assim como a implementação do sistema de Sistema de Gestão de IDI pela NP 4457:2007, vão permitir à Quimitecnica.com explorar mais oportunidades de desenvolvimento e de uma forma mais sistematizada.

A colaboração com Universidades e centros de IDI será sempre um caminho de desenvolvimento de novos produtos e processos, que a Quimitecnica.com pretende incentivar e promover, nomeadamente nas áreas de biotecnologia, novos materiais, “Química Verde” e reciclagem/reutilização de subprodutos em matérias-primas.

Na área dos biosurfatantes, a Quimitecnica.com continuará atenta aos desenvolvimentos de IDI e na possibilidade de participar no desenvolvimento industrial e comercialização destes produtos.

Na perspetiva empresarial do promotor, a participação em projetos de ID&I em parceria com Universidades, institutos de investigação ou outros parceiros, tem sempre como objetivo final a chegada ao mercado do conhecimento gerado, nomeadamente através da criação de novos produtos que criem valor acrescentado decorrente dos resultados dos projetos. No entanto, é sabido que nem todos os projetos conseguem ser viabilizados no mercado. Contudo, as consequências do projeto para o promotor não se resumem à valorização económica dos resultados. A experiência e conhecimento adquirido pela equipa do promotor será valorizada na persecução dos objetivos de diversificação e inovação da oferta de produtos, na reavaliação de novos caminhos de produção de produtos contendo biosurfatantes, na colaboração com entidades detentoras de conhecimento, e na perceção do mercado e relação com clientes e fornecedores.

5. Avaliação Ex-Post

Inovação e qualidade do projeto:

Desenvolvimentos científicos/ tecnológicos preconizados em relação ao estado da arte:

Considera-se que o presente projeto levou a desenvolvimentos científicos/ tecnológicos para lá do estado da arte (tal como é possível aferir pelas publicações científicas resultantes do projeto). Sumariamente, o projeto visou o desenvolvimento de produtos contendo surfatantes microbianos para limpeza e desinfecção de superfícies industriais e domésticas.

A conceção do projeto foi suportada por um estudo exaustivo do estado da arte no sentido de planear tarefas/atividades que se traduzissem em produtos novos com aplicação industrial, características necessárias para uma eventual proteção da propriedade intelectual no futuro.

Grau de inovação do projeto em termos de mercado/ aplicação de resultados:

Considera-se que o projeto se enquadra em:

- A inovação deste projeto permitiu obter biosurfatantes que não se encontram normalmente disponíveis no mercado, utilizando fontes de substrato abundantemente disponíveis, tais como resíduos de outras indústrias com elevada carga orgânica;
- Quando à amplitude do mercado, considera-se que os resultados deste projeto em termos de novos produtos e características são competitivos num mercado externo, em aplicações específicas, tendo em conta os produtos concorrentes existentes no mercado.

Eficácia da metodologia científica/tecnológica e respetivo plano de trabalhos:

Considera-se que o plano de trabalhos foi bem elaborado permitindo alcançar genericamente todos os objetivos científico-tecnológicos previstos. As tarefas encontravam-se suficientemente detalhadas e organizadas em atividades agregadoras. Todas as tarefas apresentavam deliverables independentes muito bem definidos. Os milestones foram definidos de modo a se conseguir, atempada e adequadamente, fazer uma avaliação do estado de evolução do projeto e reagir, sempre que necessário, introduzindo as alterações necessárias. Tendo em conta os resultados alcançados no curso do projeto e a existência de desvios praticamente irrelevantes para o objetivo final, atesta-se a eficácia das metodologias adotadas e do plano de trabalho definido aquando da candidatura. Adicionalmente, é de realçar a excelência da estrutura de gestão e a definição clara dos mecanismos de decisão no consórcio que permitiu dar resposta à complexidade e escala do projeto. É de salientar, por um lado, a experiência da UMINHO na execução de projetos em co-promoção com empresas e, por outro lado a apetência da equipa interna da Quimitecnica para o desenvolvimento e lançamento no mercado de novos produtos resultantes de projetos de I&D desenvolvidos em co-promoção com entidades do sistema científico nacional e outros parceiros de ID&I.