

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA SOBRE O USO DE BACTÉRIAS METANOGÊNICAS EM PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS

Keyla Vitória Marques Xavier¹ Michely Correia Diniz²

¹ Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Petrolina/PE–Brasil
Grupo de Estudos Integrados do Semiárido - GEIS
keyla_xavier@live.com

² Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF – Petrolina/PE–Brasil
Grupo de Estudos Integrados do Semiárido - GEIS
michely.diniz@univasf.edu.br

Resumo

A digestão anaeróbia é um processo bioquímico baseado na conversão de compostos orgânicos em um ambiente livre de oxigênio por microrganismos anaeróbios, como bactérias metanogênicas. Esse processo é bastante utilizado em diversos meios da biotecnologia, a exemplo do tratamento de resíduos, tendo como resultado final a produção de biogás, composto principalmente pelos gases CO₂ e CH₄, gases do efeito estufa. Contudo, o gás metano, principal componente do biogás, apresenta uma alta eficiência na produção de energia elétrica e energia térmica. Assim, seu uso para esse fim é apresentado como uma ferramenta viável contra poluição e a favor de fontes alternativas de energia renovável. Nessa ótica, o trabalho teve como objetivo traçar o perfil de depósitos patentários relacionados ao uso de bactérias metanogênicas nos processos de produção. Os depósitos foram analisados em Dezembro de 2017, onde se utilizou as bases de dados Spacenet, WIPO e INPI, tendo como indexadores “Methanogenic bacteria” e “Bactéria Metanogênica”. Em relação ao INPI, não foi encontrado nenhuma patente com o termo bactéria metanogênica. Ao analisar os dados, obtiveram-se ao total, 246 patentes desde 2007 até 2017. Dessas 246, 50 % das patentes estão voltadas para o tratamento de resíduos sólidos, sendo os Estados Unidos e China os maiores depositantes. Os anos de 2015 e 2010 tiveram maiores depósitos de patentes na WIPO e no Spacenet, respectivamente. Dessa forma, partir do mapeamento tecnológico apresentado, percebe-se que as bactérias metanogênicas estão sendo utilizadas em diversas áreas das ciências.

Palavras-chave: Gás metano; esgoto; lodos.

1. INTRODUÇÃO

As arqueas metanogênicas são microrganismos anaeróbios especializados na produção de metano por meio da metabolização de CO₂ e H₂, formato, metanol, metilaminas e ou acetato (BAPTESTE, BROCHIER & BOUCHER, 2005; THAUER et al., 2008). Em consonância, a digestão anaeróbia consiste em um processo bioquímico baseado na conversão de compostos orgânicos em um ambiente livre de oxigênio por microrganismos anaeróbios, consistindo em atividade coordenada de diferentes grupos de microrganismos em quatro fases: hidrólise,

acidogênese, acetogênese e metanogênese (MES et al., 2003; APPELS et al., 2008; WEILAND, 2010).

É válido ressaltar que tal processo é bastante utilizado em diversos meios da biotecnologia, a exemplo do tratamento de resíduos, tendo como resultado final a produção de biogás, composto principalmente pelos gases CO₂ e CH₄ (MES et al., 2003). Esses gases são bastante poluentes, liberados frequentemente na atmosfera, sendo, portanto, uma fonte de poluição e contribuintes das mudanças climáticas por serem gases do efeito estufa. Contudo, o gás metano (CH₄), principal componente do biogás, apresenta uma alta eficiência na produção de energia elétrica e energia térmica. Assim, o uso do metano para esse fim é apresentado como uma ferramenta viável contra poluição e a favor de fontes alternativas de energia renovável (DEUBLEIN; STEINHAUSER, 2011).

Segundo o relatório do Balanço Energético Nacional de 2017, baseado no ano de 2016, 43,5% da participação na matriz energética total do Brasil foi advinda de fontes renováveis, as quais, anualmente veem aumentando sua aplicação. Embora esse crescimento esteja relacionado ao desenvolvimento da geração hidráulica e a um déficit da oferta interna de petróleo e derivados, ainda se tem a necessidade de estimular o consumo das fontes renováveis e alternativas de energia, para empregá-las em tecnologias que utilizam energia não renovável (BRASIL, 2017).

Nessa ótica, o trabalho teve como objetivo traçar o perfil de depósitos patentários relacionados ao uso de bactérias metanogênicas em processos biotecnológicos.

2. METODOLOGIA

A busca pelas patentes depositadas baseou-se em bancos de dados nacionais, o Instituto Nacional da Propriedade Intelectual – INPI, e internacionais, o *European Patent Office* - Espacenet e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (*Intellectual World Intellectual Property Organization*-WIPO). A coleta dos dados foi realizada em dezembro de 2017, utilizando as seguintes palavras-chave: “bactéria metanogênica” no INPI e “*methanogenic bacteria*”, para a busca no Espacenet e WIPO.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizar a busca de dados no INPI não foi encontrado nenhum depósito de patente. Em contrapartida, foram encontradas 120 patentes no Espacenet e 190 na WIPO, utilizando em ambos o termo “*methanogenic bacteria*”. Apesar de ter encontrado 120 patentes no Espacenet, os dados que foram analisados corresponderam aos últimos dez anos, ou seja, a partir de 2007, estabelecendo um padrão com a WIPO, a qual disponibiliza informações apenas dos últimos 10 anos. Dessa forma, totalizou-se um número de 56 patentes no Espacenet e 190 na WIPO. Assim, os dados obtidos nos sites foram analisados para as seguintes categorias: Classificação Internacional de Patente (CIP), distribuição de patentes por país e ano de publicação das patentes.

A CIP é um mecanismo que reúne a classificação das patentes em relação a sua aplicabilidade. Dessa forma, as mesmas são organizadas em 8 seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69.000 grupos (SERAFINI et al., 2012). Para o presente trabalho, como mostram as Figuras 1 e 2, foi perceptível uma utilização de microrganismos metanogênicos em diversos setores de produção. A seção mais encontrada para o presente trabalho (Tabela 1) foi a C (Química e Metalurgia), seguida da seção A, voltada para necessidades humanas. A subseção de tratamento de água, resíduos e esgotos (C02F), apresentou o maior número de patentes na WIPO (101 depósitos de patentes) e no Espacenet (23 depósitos de patentes).

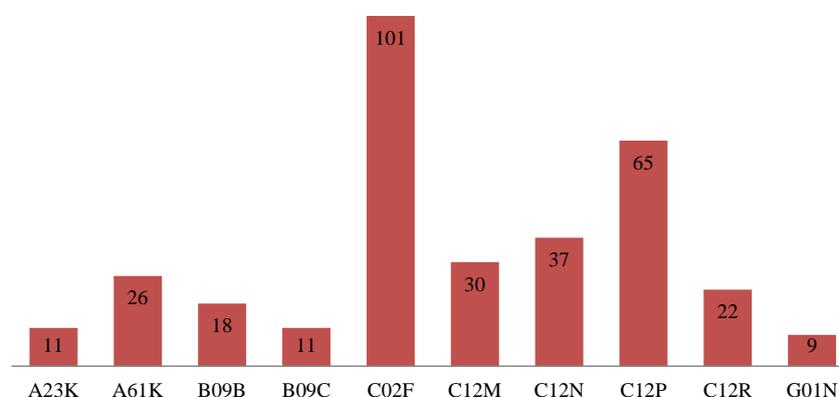
Tal resultado pode estar atrelado à disponibilidade de tecnologias para o tratamento anaeróbio de efluentes urbanos, como tanque séptico, tanque *Imhoff*, lagoa anaeróbia, filtro anaeróbio, reator de leito fluidizado (*Fluidized Bed Reactor* - FBR), reator de leito expandido (*Anaerobic Expanded Bed Reactor* - AEBR), reator de manta de lodo granular expandido (*Expanded Granular Sludge Bed* - EGSB), reator anaeróbio em batelada sequencial (*Anaerobic*

Sequencing Batch Reactor - ASBR) e reator anaeróbico de manta de lodo (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket - UASB*) (LIMA, 2006; KORSÁK, 2008).

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
A01C	Plantação; Semeadura; Fertilização.
A01N	Preservação de organismos/parte de humanos, animais, ou Plantas.
A23K	Produtos alimentares especialmente adaptados para animais; Métodos especificamente adaptados para a produção.
A23L	Alimentos, produtos alimentícios ou bebidas não alcoólicas.
A61K	Preparações mediciais, dentais ou higiênicas.
B09B	Eliminação de resíduos sólidos.
B09C	Recuperação de solo contaminado.
C02F	Tratamento de água, água de resíduos, ou esgoto.
C12M	Aparelhos para enzimologia ou para microbiologia
C12N	Microorganismos ou enzimas; Composições como (biocidas, repelentes de pragas ou atraentes, reguladores de crescimento de plantas contendo microorganismos, vírus, fungos microbianos, enzimas, fermentados).
C12P	Fermentação ou processo enzimático para síntese de um composto químico desejado ou composição para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica.
C12R	Bioquímica; Cerveja; Álcool; vinho; Vinagre; Microbiologia; Enzimologia; Mutação ou engenharia genética (voltados a microorganismos).
G01N	Materiais de investigação ou análise para determinação de propriedades químicas ou físicas (processos de medição ou teste além do imunoensaio, envolvendo enzimas ou microorganismos).
B01D	Separações em geral
C12Q	Processos de medição ou de ensaios; Processos de preparação, que utilizam enzimas, ácidos nucleicos ou microorganismos.
E21B	Perfuração da terra ou da rocha; Obtenção de materiais de petróleo, gás, água, solúveis ou meláveis, ou lama de minerais de poços.

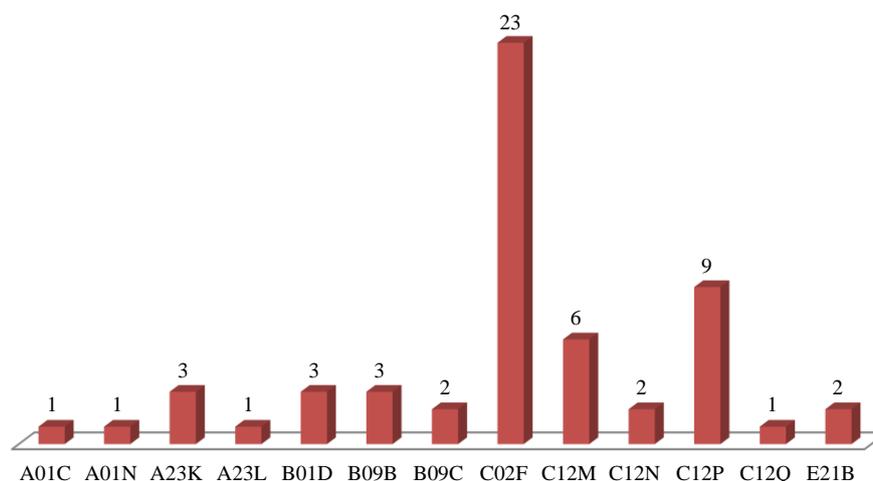
Tabela 1: Códigos de classificação de patentes e descrição presentes no trabalho

Figura 1: Classificação Internacional de Patentes (CIP) encontradas para bactérias metanogênicas - WIPO



Fonte: Autoria própria, 2017.

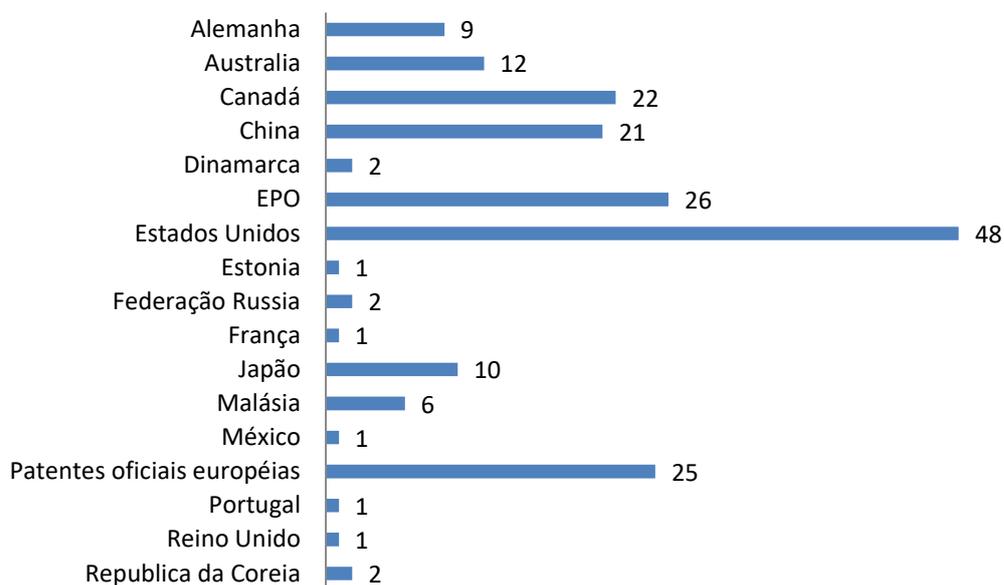
Figura 2: Classificação Internacional de Patentes (CIP) encontradas para bactérias metanogênicas – SPACENET



Fonte: Autoria própria, 2017.

Quanto aos países detentores de patentes (Figura 3), os Estados Unidos permanecem com maior número de registros na WIPO, onde foram encontrados 48 depósitos.

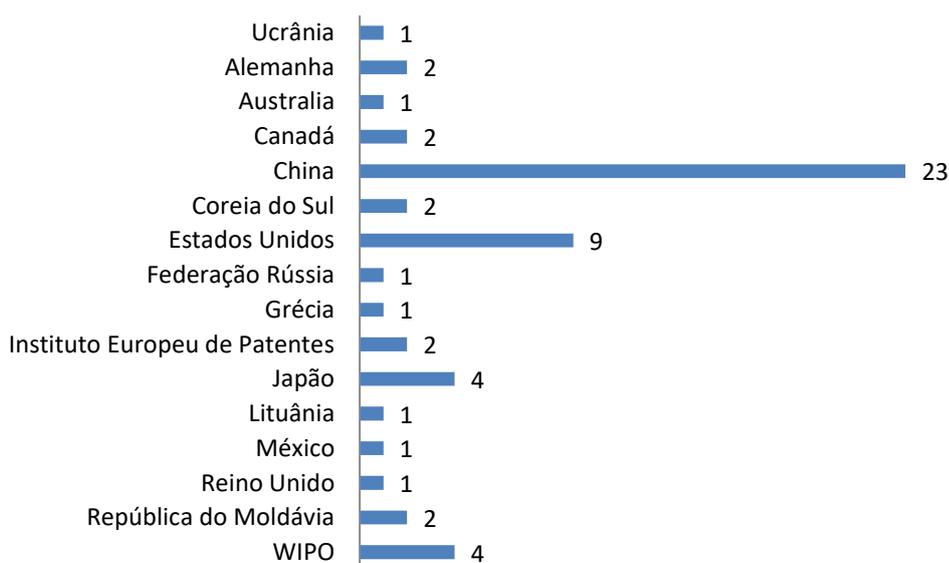
Figura 3: Países depositantes na WIPO



Fonte: Autoria própria, 2017.

Em relação ao Spacenet, a China apresenta 23 patentes, sendo a maior depositante, seguido pelos EUA com 9 depósitos.

Figura 4: Países depositantes no SPACENET



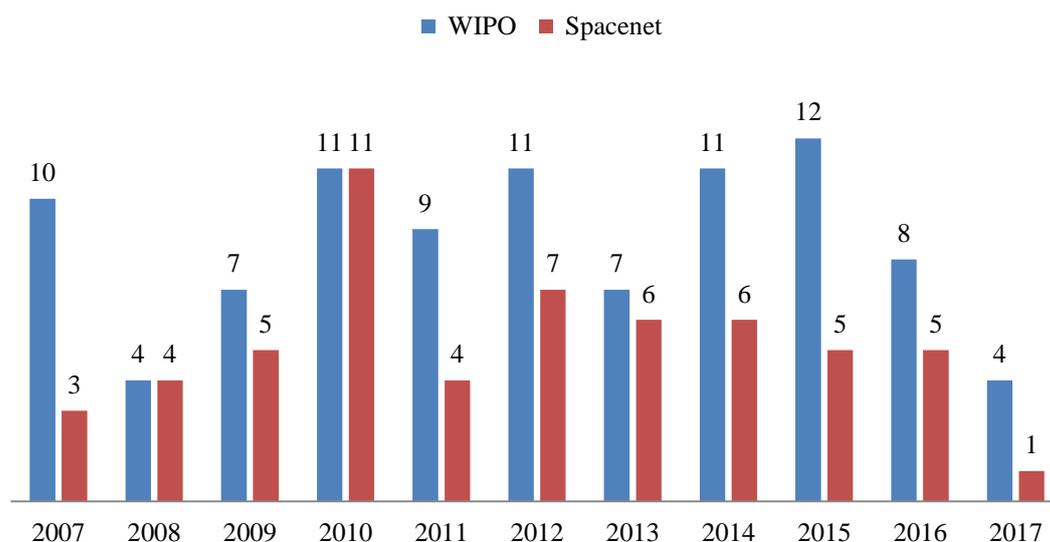
Fonte: Autoria própria, 2017.

Nessa ótica, ao analisar as Figuras 3 e 4, percebe-se que em ambos os sites, países como Estados Unidos e China possuem um dos os maiores depósitos de tecnologia, destacando no Spacenet a patente de número CN105441546 a qual tem como finalidade a detecção de bactérias metanogênicas em que foi feita uma otimização do sistema das condições de hibridação *in situ* de fluorescência na solução de digestão anaeróbica, a fim de aumentar a precisão e sensibilidade da hibridação. Com tal aperfeiçoamento, o método baseado em FISH (*fluorescent in situ hybridization*) é capaz de resolver um problema da tecnologia de detecção de bactérias, uma vez que, a hibridação não é ideal devido a muitas impurezas, exames microscópicos escuros, contagem imprecisa e condições experimentais indefinidas.

Na WIPO, a patente US20170029310, baseia-se em um sistema de processamento de resíduos, possui enfoque em um sistema para digestão anaeróbica de resíduo orgânico. Tal sistema, é referido como "BioVessel", que converte material biodegradável em um biogás para uma fonte de energia renovável e/ou um digestor de fluido que pode ser utilizado como adubo, alteração ou condicionamento do solo ou para outros usos, por exemplo, convertido em um micronutriente de alta qualidade ou em um microrganismo ativo.

Em relação aos anos de depósitos, em 2015, a WIPO teve o maior número de depósitos nos últimos dez anos, como mostra a Figura 5. Em contrapartida, o Spacenet, teve seu maior número em 2010.

Figura 5: Evolução anual de depósitos patentários voltados a bactérias metanogênicas



Fonte: Autoria própria, 2017.

Em relação ao Brasil, não foi encontrada nenhuma patente voltada para bactérias metanogênicas. Conforme Niosi et al. (2012), em países em desenvolvimento é notável um déficit em estudos que envolvam o desenvolvimento biotecnológico, necessitando de mais parcerias, o que permitiria uma maior busca por inovação de empresas biotecnológicas (DEMIRKAN; DEMIRKAN, 2012). Dessa forma, o Brasil necessita de incentivos para firmar parcerias, inclusive estrangeiras, uma vez que conhecimentos externos podem melhorar a competência empresarial na busca inovações no país (GOMES, 2015).

4. CONCLUSÃO

A partir do mapeamento tecnológico apresentado, percebeu-se que as bactérias metanogênicas estão sendo utilizadas em diversas áreas das ciências, para diferentes setores de produção. Como mostrado, esses microrganismos podem ser utilizados para o aperfeiçoamento de técnicas genéticas ou na produção de biogás para uso energético ou como adubo. Além disso, os Estados Unidos e a China são os países que mais detêm esse tipo de tecnologia, sendo que das 246 patentes analisadas, 50% estavam voltadas à subseção C02F, que visa o tratamento de água, resíduos e esgotos.

REFERÊNCIAS

- BAPTESTE, Éric; BROCHIER, Céline; BOUCHER, Yan. Higher-level classification of the Archaea: evolution of methanogenesis and methanogens. *Archaea*, v. 1, n. 5, p. 353-363, 2005.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balço Energético Nacional 2017: Ano base 2016. Empresa de Pesquisa Energética**. 292 p. Rio de Janeiro. 2017.
- DEMIRKAN, Irem; DEMIRKAN, Sebahattin. Network characteristics and patenting in biotechnology, 1990-2006. *Journal of Management*, v. 38, n. 6, p. 1892-1927, 2012.
- DEUBLEIN, Dieter; STEINHAUSER, Angelika. Existing Installations from Different Suppliers. **Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction, Second Edition**, p. 343-347, 2011
- DOS SANTOS, Edmilson Moutinho. **Gás natural: estratégias para uma energia nova no Brasil**. Annablume, 2002.
- GOMES, R. C.; VICENTIN, F.O. P; GALINA, S.V.R. Redes de inovação das empresas de biotecnologia: mapeamento comparativo entre Brasil e Espanha. **ALTEC**, 2015.
- KORSAK, L. **Anaerobic treatment of wastewater in a UASB reactor**. 2008. 70 f. Licentiate Thesis. Royal Institute of Technology. Stockholm, Sweden. 2008.

- LIMA, A. B. B. V. **Pós-Tratamento de efluente de reator anaeróbio em sistema sequencial constituído de ozonização em processo biológico aeróbio**. Dissertação de Mestrado. 99 f. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2006.
- DE MES, T. Z. D. et al. Methane production by anaerobic digestion of wastewater and solid wastes. **Bio-methane & Bio-hydrogen**, p. 58-102, 2003.
- NIOSI, Jorge; HANEL, Petr; REID, Susan. The international diffusion of biotechnology: the arrival of developing countries. In: **Long Term Economic Development**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2013. p. 223-241.
- SERAFINI, Mairim Russo et al. Mapeamento de tecnologias patenteáveis com o uso da hecogenina. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 2, n. 5, p. 427-435, 2012.
- WEILAND, P. Biogas production: current state and perspectives. **Appl Microbiol Biotechnol**, v. 85, p. 849-860. 2010.