
PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DA UTILIZAÇÃO DE MICROALGAS EM PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE CAROTENOIDES VOLTADOS PARA INSUMOS NA NUTRIÇÃO HUMANA E ANIMAL

TECHNOLOGICAL FORECASTING OF THE USE IN PROCESS OF MICROALGAE EXTRACTION OF CAROTENOIDS AIMED FOR SUPPLIES IN NUTRITION AND FEED

Tácila Alcântara Mendonça¹; Ícaro Cazumbá²; Alberto O. Lima³; Itaciara Larroza Nunes⁴

¹Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil
tacila_mendonca@yahoo.com.br

²Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil
icarocnn@ufba.com.br

³Universidade Federal de Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil
aolimaictio@hotmail.com

⁴Universidade Federal da Bahia – UFBA – Salvador/BA – Brasil
itaciara@yahoo.com.br

Resumo

Microalgas atualmente apresentam grande potencial de utilização nos setores industriais devido à capacidade destes em produzir biomassa rica em compostos biologicamente ativos como carotenoides. Diante dessa situação, o presente estudo objetivou realizar um estudo de prospecção tecnológica para coletar informações a respeito de técnicas de extração de carotenoides em microalgas. Para a realização da busca de patentes, utilizou-se a base de dados do *European Patent Office* (Espacenet). Ao avaliar o cenário verificou-se que o Japão (23) foi o país com o maior número de documentos de patentes e que o Brasil não possui nenhum documento de patente a respeito desta tecnologia. A partir da década de 80 verifica-se uma maior presença de pedidos de patentes (3 a 8). As principais áreas de aplicação dos documentos de patentes são: extração (44), cultivo (23) e biotecnologia (14). As algas (54%) são os principais microrganismos envolvidos nos processos de extração de carotenoides e que os principais pigmentos pesquisados em tais processos são o β -caroteno (32%) e astaxantina (10%), sendo a microalga *Dunaliella* sp (22) a mais utilizada. Nota-se, portanto que o Brasil precisa de políticas mais eficazes e investimentos financeiros para modificar este cenário.

Palavras-chave: Algas, tendências tecnológicas, prospecção, patentes.

Abstract

Microalgae currently have great potential for use in industry due to their ability to produce biomass rich in biologically active compounds such as carotenoids. Given this situation, this study aimed to perform a study of technology foresight to collect information about techniques for extracting carotenoids in microalgae. To perform the patent search, we used the database of the *European Patent Office* (Espacenet). When evaluating the scenario was found that to Japan (23) was the country with the largest number of patent documents and that Brazil has no patent document regarding this technology. From the 80's there is a greater presence of patent applications (3-8). The main areas of application of patent documents are extracted (44), culture (23) and biotechnology (14). Algae (54%) are the main microorganism involved in the processes of extraction of carotenoids and that the main pigments such processes are researched in the β -carotene (32%) and astaxanthin (10%) being the microalga *Dunaliella* sp (22) the most used. Note, therefore that Brazil needs more effective policies and investments to change this scenario.

Key-words: Algae, technological trends, prospecting, patents.

1. Introdução

Nos dias atuais, as microalgas vêm ganhando grande espaço dentro do panorama das pesquisas mundiais, visto que são microrganismos que apresentam taxa de crescimento rápido, possuem cultivo simples e são capazes de produzir biomassa rica em compostos biologicamente ativos como, por exemplo, vitaminas, proteínas, ácidos graxos insaturados, dentre outros e de interesse para as indústrias alimentares, química, cosmética e farmacêutica (COSTA et al., 2003; DERNER et al., 2006; DAO-LUN & ZU-CHENG, 2006; WANG et al., 2007; SILVA, 2008; AMBROSI et al., 2008; CHU et al., 2010).

Uma das mais antigas utilidades das microalgas é na alimentação humana, uma vez que, desde a idade antiga, povos antigos do Lago Texcoco (México), nativos do Lago Chade (África) e Ásia já consumiam os produtos feitos com a biomassa da *Spirulina* spp e outras microalgas do gênero *Nostoc*, sendo as mesmas empregadas principalmente para o suprimento de proteínas (DERNER et al., 2006; LÉON, 2010; BARROS, 2010; MAGRO, 2010; MENDONÇA et al., 2012).

Algumas espécies de microalgas são cultivadas comercialmente, devido à aplicabilidade na indústria de alimentos, pois são empregadas para a produção de aditivos naturais, tais como β -caroteno e a astaxantina, dentre as principais microalgas temos as dos gêneros *Chlorella*, *Dunaliella salina*, *Haematococcus pluvialis* e *Arthrospira* (*Spirulina*) (DERNER et al., 2006; COLLA et al., 2004; AMBROSI et al., 2008; SILVA, 2008; CHU et al., 2010; GUEDES et al., 2011).

O interesse na produção de carotenoides a partir de microalgas deve-se ao fato deste pigmento representar um tema de importância científica e comercial. Como estes pigmentos são sintetizados por microalgas, estes microrganismos têm sido visto com grande potencial para a

produção dos mesmos, uma vez que são considerados recursos renováveis e com aplicabilidade nutricional, econômica e nutricional (ARMSTRONG et al., 1997; MENDONÇA et al., 2012).

A biossíntese de carotenoides através de microalgas pode variar de acordo com as condições do meio de cultivo, fatores ambientais e luminosidade. Certas espécies de microalgas quando cultivadas em meios adequados, podem duplicar a sua biomassa diariamente, alcançando produtividades de 30 a 50 g/m²dia em massa seca (PIRES et al., 2008; VALDUGA et al., 2009; DUARTE, 2010). Sendo assim com os avanços e investimentos financeiros para a produção de novas tecnologias, torna-se necessário o conhecimento do panorama de documentos de patentes que se voltam para os processos de extração de carotenoides em microalgas.

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo de prospecção tecnológica no intuito de coletar informações a respeito de técnicas de extração de carotenoides em microalgas, relacionando com os documentos de patentes depositados, bem como estabelecer quais os países detentores desta tecnologia.

2. Metodologia

Essa prospecção tecnológica foi realizada entre os meses de fevereiro e março de 2013, tendo como base os pedidos de patentes depositados no *European Patent Office* (Espacenet). A pesquisa foi centralizada neste escritório, uma vez que, esta é uma base de dados gratuita e que compila um acervo de patentes depositadas em mais de 90 países. O foco da pesquisa foi o levantamento de dados a respeito de técnicas de extração de carotenoides em microalgas.

Para a obtenção dos dados foi elaborada uma estratégia de busca levando-se em consideração palavras-chave como: *extraction and caroten** e *caroten* and alga** associados com classificação internacional (C12P23/00), correspondente ao preparo de compostos contendo átomos de carbono ligados por ligações duplas conjugadas. Foi utilizada a pesquisa avançada (*Advanced Search*) e os campos de pesquisa “título” e “resumo” durante o levantamento de dados. Foram excluídos documentos pertencentes às mesmas famílias. A prospecção tecnológica foi realizada por meio de coleta, tratamento e análise das informações extraídas dos documentos de patentes encontrados.

3. Resultados e discussão

O resultado deste estudo revelou um universo total de 95 documentos de patentes referente à tecnologia de interesse, entretanto isso não representa o valor total de invenções protegidas, visto que uma patente pode ser depositada mais de uma vez em diferentes países devido ao direito da territorialidade, dessa forma após o tratamento e análise das informações extraídas dos documentos da tecnologia de interesse 81 patentes foram incluídas no universo de dados dessa pesquisa.

Derner et al., (2006), relata que o interesse pelo cultivo de algas transcende a escala acadêmico-científica, uma vez que, os princípios ativos resultantes de sua exploração (proteínas, vitaminas, ácidos graxos insaturados, pigmentos, dentre outros) é hoje algo de grande interesse no âmbito da atividade industrial em alguns países, principalmente por representar interesse comercial.

A Figura 1 mostra os principais países detentores de pedidos de patentes, utilizando microalgas. Verifica-se claramente que o Japão (JP) apresenta uma expressiva liderança nos pedidos (23), seguido dos Estados Unidos da América (US), com 16, sendo a China (CN) e Organização Europeia de Patentes (EP), com 8 e 7, respectivamente.

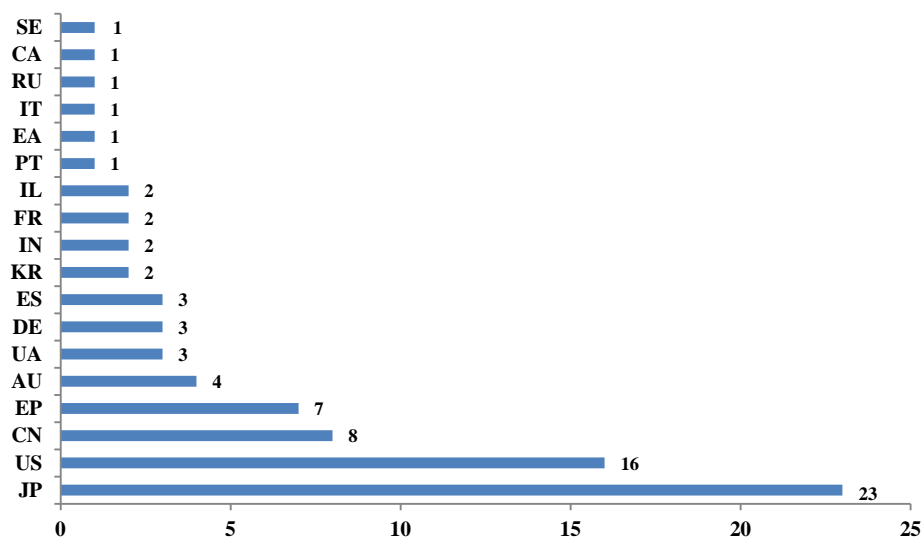


Figura 1. Patentes depositadas por país no Espacenet. Sendo JP (Japão), US (Estados Unidos da América), CN (China), EP (Organização Europeia de Patentes), AU (Austrália), UA (Ucrânia), DE (Alemanha), ES (Espanha), KR (Coréia), IN (Índia), FR (França), IL (Israel), PT (Portugal), EA (Emirados Árabes Unidos), IT (Itália), RU (Rússia), CA (Canadá), SE (Suécia). Fonte: Autoria própria (2012).

Este cenário reflete a forte tradição nipônica e sua relação com o uso de recursos marinhos em diversos âmbitos. Magro (2010) cita que as bases para implantar processos tecnológicos voltados para cultivos de algas foram estabelecidas principalmente nas décadas de 50 e 60 em diversos países como Japão, Estados Unidos, Alemanha e Israel. Todavia o Japão foi o país pioneiro

na produção de microalgas em escala comercial, principalmente de *Chlorella* (MATSUDO, 2006; MAGRO, 2010; JACOME, 2010; SOUZA, 2012).

Sendo assim, o grande número de documentos de patentes pelo Japão, reflete o interesse deste em utilizar os recursos naturais disponíveis, como o investimento financeiro, acadêmico e tecnológico de muitos anos e pelo fato de que isso pode se traduzir em fins comerciais e lucrativos para o país financiador, visto que uma patente pode ser depositada em diferentes países, principalmente aqueles considerados mais relevantes, no intuito de garantir proteção à tecnologia que foi produzida e o direito de exclusividade aos depositantes (MENDONÇA et al., 2012).

Nota-se que no Brasil não tem pedidos de patentes referentes a esta tecnologia. Mendonça et al., 2012 nos informa que esta situação pode ser resultado da falta de tradição local em relação ao assunto, a imaturidade do sistema de inovação, bem como poucos incentivos do mercado brasileiro em pesquisas nas universidades e políticas governamentais que permitam o avanço e desenvolvimento de novas tecnologias.

Na Figura 2 é demonstrada a evolução anual de depósitos de patentes relacionados à extração de carotenoides em algas, nos setores industriais (extração, cultivo e biotecnologia) entre os anos de 1958 a 2012.

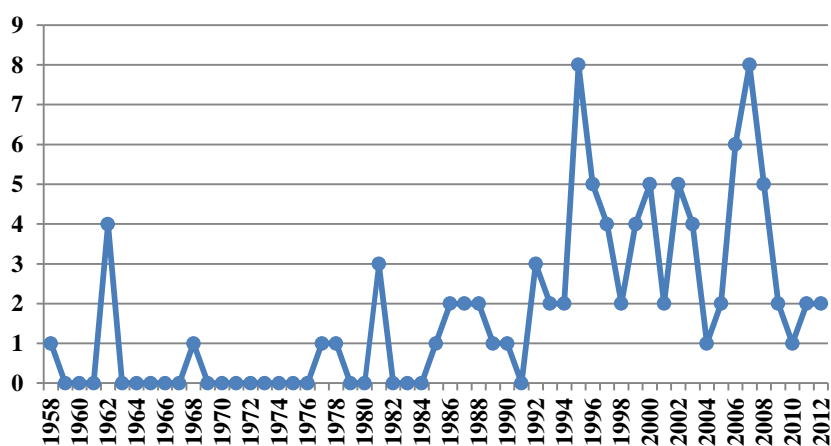


Figura 2. Evolução anual de depósitos de patentes entre os anos 1958 a 2012. Fonte: Autoria própria (2012).

Observa-se que entre o final da década de 50 e 70 existem poucos depósitos de patentes, isto possivelmente deve-se ao período de investimentos para o aprimoramento de técnicas para o cultivo, uma vez que foi neste período que ocorreram as bases de implantação de processos tecnológicos neste aspecto, como também, o início de estudos acadêmicos e científicos voltados

para investigar as características e potencial econômico das microalgas (LEONARD, 1966; CHAMORRO et al., 1996; AMBROSI et al., 2008; MAGRO, 2010).

Contudo, a partir da década de 80 verifica-se uma maior presença de pedidos de patentes (3 a 8) em relação aos anos anteriores. Isto pode ser resultado da divulgação de estudos científicos demonstrando que os compostos bioativos presente nas microalgas desempenham atividade antioxidante, antiinflamatória, antimicrobiana, antifúngica, citotóxica e propriedades de inibição enzimática (ESTRADA et al., 2001; HAJIMAHMOODI et al., 2010; CHU et al., 2010; SOUZA, 2012), como aplicabilidade em processos tecnológicos, e a um maior investimento financeiro em Ciência e Tecnologia (C&T) por parte dos países investidores, na intenção de proporcionar maiores avanços em pesquisa e desenvolvimento na tecnologia de interesse (MENDONÇA et al., 2012).

A Figura 3 mostra a distribuição de patentes de acordo à área de aplicação no setor industrial. Nota-se que os documentos de patentes estão voltados para as tecnologias empregadas para o processo de extração (44), seguido das técnicas de cultivo (23) e processos biotecnológicos (14).

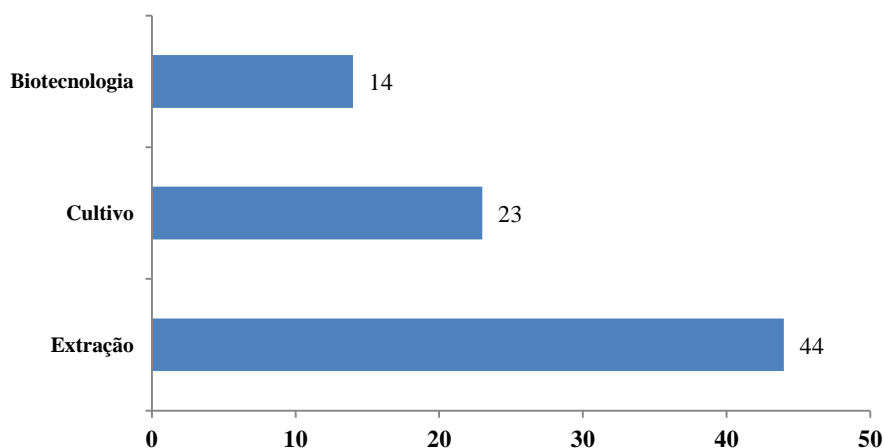


Figura 3. Distribuição de patentes de acordo área de aplicação. Fonte: Autoria própria (2012)

De acordo Mendonça et al., (2012), Léon (2010) e Bertolin et al., (2005) o interesse pelos processos de cultivo deve-se a possibilidade de produzir meios de cultivo com diferentes substratos e características, no intuito de proporcionar biomassa rica em determinados nutrientes, ou seja, produzir matéria-prima que poder apresentar aplicabilidade nos diversos setores industriais. Devido ao interesse em se produzir tecnologias com características renováveis a tendência é que esta situação se modifique e volte-se principalmente para investimentos que abranjam os processos biotecnológicos.

Verifica-se (Figura 4) que as algas (54%), bactérias (17%) e fungos (10%) são os principais microrganismos mais utilizados para os processos tecnológicos relacionados à obtenção de carotenoides. Nota-se também que β -caroteno (32%) e astaxantina (10%) são os principais pigmentos de interesse em processos tecnológicos.

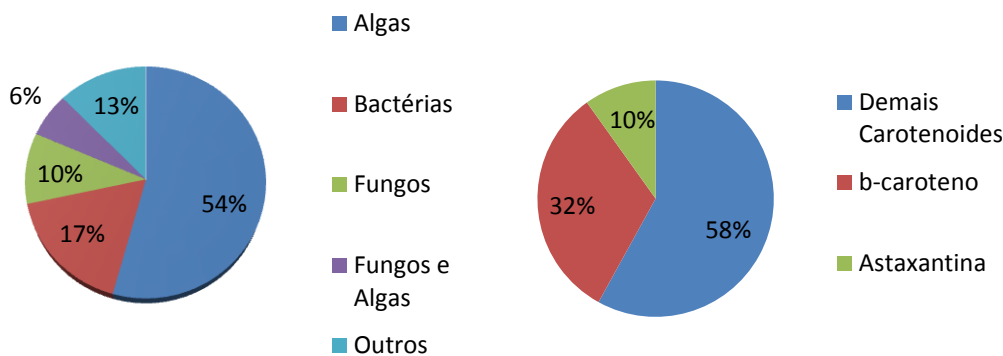


Figura 4. Microrganismos e carotenoides de interesse em processos tecnológicos. Fonte: Autoria própria (2012)

O interesse pela utilização de algas em processos tecnológicos deve-se ao fato destes microrganismos serem considerados os sistemas biológicos de maior eficiência na captura de energia solar para a produção de biomassa rica em compostos bioativos, como também por apresentar rápida taxa de crescimento, cultivo simples sem prejuízos ao meio ambiente (fator que possibilita o cultivo contínuo), utilização de substratos de baixo custo e pequeno espaço para produção (DERNER et al., 2006; SILVA, 2008; VALDUGA et al., 2009; BARROS, 2010; DUARTE, 2010; MAGRO, 2010; FERREIRA, 2011; SCHMITZ et al., 2012; SOUZA, 2012).

Tais características revelam que estes microrganismos apresentam grande potencial de aproveitamento em estudos e pesquisas científicas, como também para a exploração de pigmentos naturais ou de compostos químicos de interesse em larga escala, uma vez que a biomassa produzida pode ser utilizada em diversos setores industriais (FERREIRA, 2011; SCHMITZ et al., 2012; SOUZA, 2012).

O grande interesse pelos pigmentos β -caroteno e astaxantina, deve-se ao fato destes serem utilizados na indústria de alimentos como aditivos naturais (MENDONÇA et al. 2012; GUEDES et al., 2011; CHU et al., 2010; AMBROSI et al., 2008; DERNER et al., 2006; COLLA et al., 2004). Além disso, a utilização de pigmentos/corantes naturais em alimentos vem se tornando uma

tendência atual, principalmente pelas crescentes exigências dos consumidores frente à busca de produtos naturais e que tragam benefícios à saúde (SILVA, 2008).

A figura 5 mostra as principais microalgas utilizadas nos processos de extração de carotenoides.

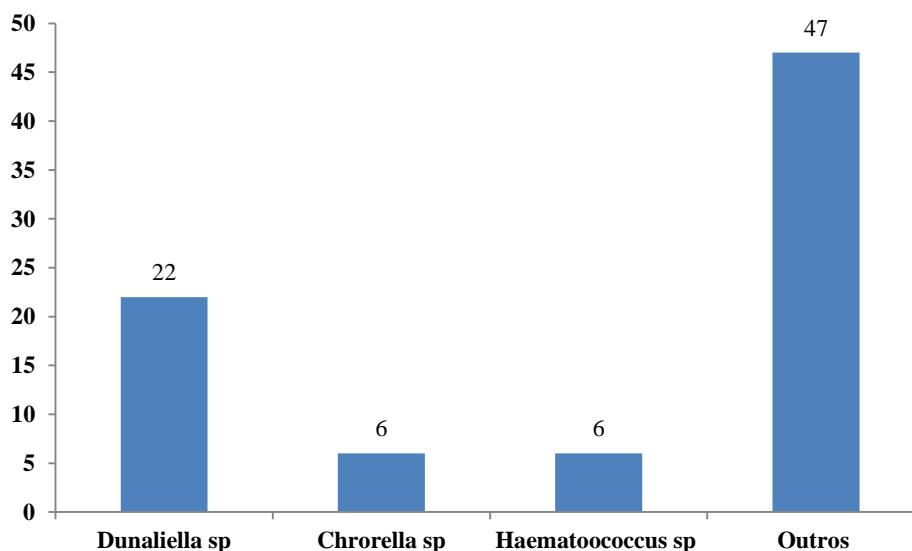


Figura 5. Microalgas utilizadas nos processos de extração de carotenoides. Fonte: Autoria Própria (2012).

Nota-se que a *Dunaliella* sp (22) é a principal microalga utilizada nos processos de extração de carotenoides nos documentos de patentes. Isto pode ser explicado pelo fato desta poder acumular em até aproximadamente 10% β -caroteno em sua biomassa, como também por ser considerada uma das microalgas mais bem sucedidas em escala comercial, já que pode ser cultivada em altas e baixas temperaturas, alta salinidade e vários tipos de água (DERNER et al., 2006; GUEDES et al., 2011; AZEREDO, 2012).

Cabe ressaltar que a produção de carotenoides por microalgas é viável, visto que estes pigmentos são produzidos naturalmente pelas mesmas, pois estes pigmentos desempenham várias funções importantes para as mesmas, tais como, atuam como pigmento acessório na captura da energia solar, protege o aparelho fotossintético contra danos de fotooxidação e contra tensões ambientais e de cultivo (PIRES et al., 2008; GUEDES et al., 2011).

A produção de algas está inserida no campo da aquicultura, sendo considerada uma *commoditie* pela sua própria natureza produtiva de biomassa e princípios ativos derivados, por isso também foi feita uma pesquisa com os códigos da classificação internacional de patentes na

tentativa de buscar um maior número de documentos depositados. A Figura 6 mostra o número de patentes por códigos e suas respectivas definições.

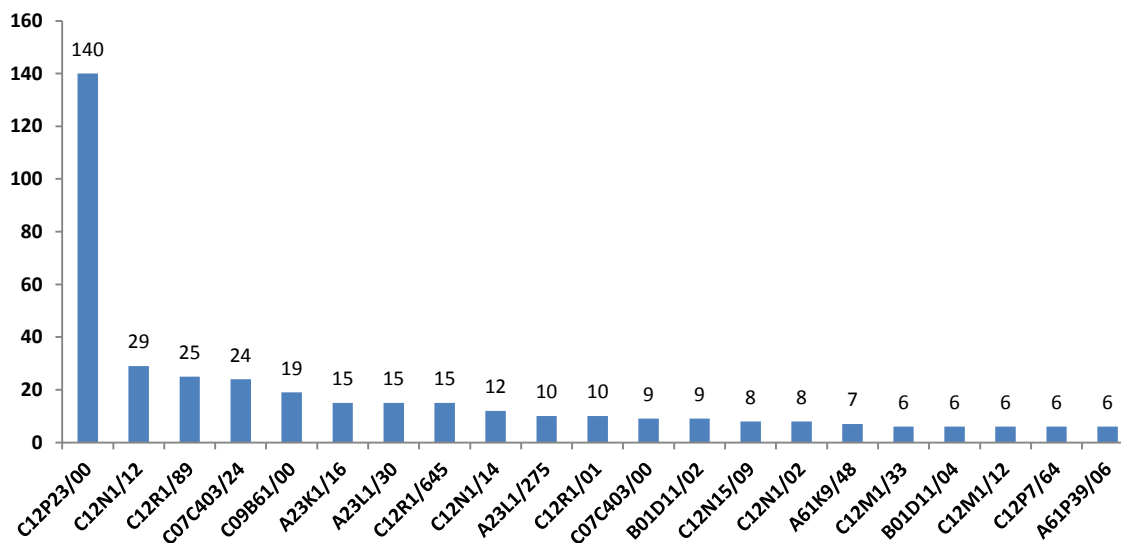


Figura 6. Distribuição das patentes relacionadas produção e extração de algas por códigos da classificação internacional. C12P23/00: Preparação de compostos contendo átomos de carbono ligados por ligações duplas conjugadas; C12N1/12: Processos de preparação ou de isolamento (meio de cultura) utilizando algas unicelulares; C12R1/89: Processos utilizando microrganismos (algas); C07C403/24: Compostos acíclicos ou carbocíclico com cadeias laterais substituídas por seis membros não-aromáticos; C09B61/00: Corantes de origem natural preparado a partir de fontes naturais; A23K1/16: Ração para animais suplementada com esteroides, enzimas e hormônios; A23L1/30: Ração para animais contendo aditivos; C12R1/645: Processos utilizando microrganismos (fungos); C12N1/14: Processos de preparação ou isolamento (meio de cultura) utilizando fungos; A23L1/275: Ração para animais com adição de corantes ou pigmentos; C12R1/01: Processos utilizando microrganismos (bactérias e actinobactéria); C07C403/00: Derivados de ciclo-hexano ou ciclohexano com anéis beta-ionona; B01D11/02: Métodos de extração com solvente de sólidos; C12N15/09: Mutação ou engenharia genética utilizando a tecnologia de DNA recombinante; C12N1/02: Separação dos microrganismos de seus meios de cultura; A61K9/48: Preparações medicinais em forma de capsulas; C12M1/33: Aparelho para cultivo de microrganismos para a produção de biomassa (desintegração); B01D11/04: Métodos de extração com solvente de soluções que são líquidas; C12M1/12: Aparelho para cultivo de microrganismos para a produção de biomassa (esterilização, filtração e diálise); C12P7/64: Preparação de oxigênio contendo compostos orgânicos (gorduras e óleos gordos); A61P39/06: Ciência médica ou veterinária - agentes captadores de radicais livres ou antioxidantes. Fonte: Autoria Própria (2012).

Nota-se que o código internacional de patente (CIP) mais empregado nos documentos de patentes é o CP12P23/00 que se refere à preparação de compostos contendo átomos de carbono ligados por duplas ligações conjugadas como, por exemplo, carotenoides.

4. Conclusões

Percebe-se que o Japão é o país com maior número de documentos de patentes, isso significa interesse deste país em proteger a tecnologia de interesse e garantir direito de exclusividade aos depositantes. Nota-se que o Brasil não apresenta patentes depositadas sobre esta

tecnologia e isto pode estar associado à falta de cultura local a respeito do tema, e a falta de interesse do mercado brasileiro e incentivos financeiros que poderiam contribuir para a mudança deste cenário.

O “input” evolutivo no depósito anual de patentes é percebido a partir da década de 80. As principais áreas de aplicação dos documentos de patentes são: extração, cultivo e biotecnologia respectivamente. Todavia esta situação tende a modificar devido ao interesse na produção de tecnologias com recursos biológicos e com grande potencial de crescimento, como é o caso da utilização de microalgas. Esse emprego é devido principalmente à capacidade que estes microrganismos têm em converter energia solar em biomassa rica em compostos de interesse nos diversos setores industriais e tecnológicos.

Verifica-se que o Brasil por ser um país emergente, precisa estar à frente do seu tempo do ponto de vista competitivo e comparativo em questões biotecnológicas e macroeconômicas, dessa forma é preciso que haja a difusão de informações sobre a produção de tecnologias e a combinação de políticas mais efetivas para possibilitar a criação de um ambiente propício para impulsionar a realização de atividades voltadas para este fim.

Referências

AMBROSI, M. A.; REINEHR, C. O.; BERTOLIN, T. E.; COSTA, J. A. V.; COLLA, L. M. Propriedades de saúde da microalga *Spirulina*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n. 2, p. 115-123, 2008.

ARMSTRONG, G.A. Genetics of eubacterial carotenoid biosynthesis, a colourful tale. **Annu. Rev. Microbiol.**, n. 51, p. 629–659, 1997.

AZEREDO, V. B. S. **Produção de biodiesel a partir do cultivo de microalgas: estimativa de custos e perspectivas para o Brasil**. 2012. 171 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

BARROS, K. K. S. **Produção de biomassa de *Arthrospira platensis* (*Spirulina platensis*) para alimentação humana**. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

BERTOLIN, T. B. P.; COSTA, J. A. V.; BERTOLIN, T. E.; COLLA, L. M.; HEMKEMEIER, M. Cultivo da cianobactéria *Spirulina platensis* a partir de efluente sintético de suíno. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 118-125, 2005.

- CHAMORRO, G.; SALAZAR, M.; FAVILA, L.; BOURGES, H. Farmacología y toxicología del alga *Spirulina*. **Revista de Investigación Clínica**, n. 48, p. 389-399, 1996.
- CHU, W.-L.; LIM, Y.-W.; RADHAKRISHNAN, A. K.; LIM, P.-E. Protective effect of aqueous extract from *Spirulina platensis* against cell death induced by free radicals. **BCM Complementary and Alternative Medicine**, v. 10, n. 53, p. 3-8, 2010.
- COLLA, L. M.; BERTOLIN, T. E.; COSTA, J. A. V. Fatty acids profile of *Spirulina platensis* grown under different temperatures and nitrogen concentrations. **Z. Naturforsch**, n. 59c, p. 55-59, 2004.
- COSTA, J. A. V.; COLLA, L. M.; DUARTE FILHO, P. *Spirulina platensis* Growth in Open Raceway Ponds Using Fresh Water Supplemented with Carbon, Nitrogen and Metal Ions. **Zeitschrift Naturforsch**, v. 58, p. 76-80, 2003.
- DAO-LUN, F.; ZU-CHENG, W. Culture of *Spirulina platensis* in human urine for biomass production and O₂ evolution. **Journal of Zhejiang University Science B**, v. 7, n. 1, p. 34-37, 2006.
- DERNER, R. B.; OHSE, S.; VILLELA, M.; CARVALHO, S. M. de; FETT, R. Microalgas, produtos e aplicações. **Ciência Rural**, v. 36, n. 6, p.1959-1967, 2006.
- DUARTE, D. R. S. **Alimentos funcionais com microalgas: nova fonte de pigmentos, antioxidantes e ácidos gordos ômega 3**. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Humana e Animal), Departamento de Biologia Animal, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.
- ESTRADA, J. E. P.; BESCÓS, P. B.; FRESNO, A. M. V. del. Antioxidant activity of different fractions of *Spirulina platensis* protean extract. **IL Farmaco**, v. 56, p. 497-500, 2001.
- FERREIRA, L. S. **Utilização do dióxido de carbono proveniente de fermentação alcoólica no cultivo de *Spirulina (Arthrospira) platensis* utilizando simultaneamente nitrato de sódio e sulfato de amônio como fontes de nitrogênio**. 2011. 144 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Área de Tecnologia de Fermentações, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GUEDES, A. C.; AMARO, H. M.; MALCATA, F. X. Microalgae as sources of carotenoids. **Marine Drugs**, n. 9, p. 625-644, 2011.
- HAJIMAHMOODI, M., FARAMARZI, M. A., MOHAMMADI, N., SOLTANI, N., OVEISI, M. R., NAFISSI VARCHAH, N. Evaluation of antioxidant properties and total phenolic contents of some strains of microalgae. **Journal Applied Phycology**, v. 22, p. 43-50, 2010.
- JACOME, A. L. M. **Estudo das condições ambientais no cultivo de *Arthrospira (Spirulina) platensis* em fotobiorreator tubular por processo descontínuo alimentado com ureia como fonte de nitrogênio**. 2010. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Área de Tecnologia de Fermentações, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- LÉON, I. A. A. **Estudo do cultivo de *Spirulina platensis* por processo contínuo com uréia como fonte de nitrogênio**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Programa de

Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Área de Tecnologia de Fermentações, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

LÉONARD, J. The 1964-65 Belgian Trans-Saharan Expedition. **Nature**, n. 209, p. 126-128, 1966.

MAGRO, C. D. **Remoção de cromo VI e DQO de meio de cultivo adicionado de efluente com elevada concentração de cromo a partir da microalga *Spirulina platensis***. 2010. 87f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso em Bacharelado em Engenharia Ambiental), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

MATSUDO, M. C. **Cultivo de *Spirulina platensis* por processo descontínuo alimentado repetitivo utilizando ureia como fonte de nitrogênio**. 2006. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Área de Tecnologia de Fermentações, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MENDONÇA, T. A.; DRUZIAN, I. J.; NUNES, I. L. Prospecção tecnológica da utilização da *Spirulina platensis*. **Cadernos de Prospecção Tecnológica**, n.1, v.5, p.44-52, 2012.

PIRES, K. M. S.; ALENCAR, D. B. de; SOUSA, M. B. de; SAMPAIO, A. H.; SAKER-SAMPAIO, S. Teores de α -caroteno e β -caroteno em macroalgas marinhas desidratadas. **Revista de Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 257-262, abr./ jun., 2008.

SCHMITZ, R.; DAL MAGRO, C.; COLLA, L. M. Aplicações ambientais de microalgas. **Revista CIATEC – UPF**, v.4, n. 1, p.48-60, 2012.

SILVA, L. A. **Estudo do processo biotecnológico de produção, extração e recuperação do pigmento ficocianina da *Spirulina platensis***. 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Programa de Pós-Graduação em Processos Biotecnológicos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

SOUZA, M. M. **Potencial antifúngico e antioxidante dos extratos fenólicos de *Chlorella sp.* e *Spirulina platensis* e a capacidade desta de inibir a síntese de aflatoxinas**. 2012. 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Escola de Química de Alimentos, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2012.

VALDUGA, E.; TATSCH, P. O.; TIGGEMANN, L.; TREICHEL, H.; TONIAZZO, G.; ZENI, J.; DI LUCCIO, M.; FÚRIGO JÚNIOR, A. Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2429-2436, 2009.

WANG, L.; PAN, B.; SHENG, J.; XU, J.; HU, Q. Antioxidant activity of *Spirulina platensis* extracts by supercritical carbon dioxide extraction. **Food Chemistry**, v. 105, p. 36–41, 2007.

Recebido: 07/10/2013

Aprovado: 19/11/2013