

PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA SOBRE O IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO PELA CONCENTRAÇÃO IRREGULAR DO TEOR DE ENXOFRE EM DIESEL NO BRASIL

Alessandra Tanajura Campos¹, Saionara Luna², Cristina Quintella³

^{1,2,3} Universidade Federal da Bahia, BA, Brasil

Rec.:19/07/2017. Ace.:20/12/2018

RESUMO

Os problemas ambientais relacionados à poluição do solo, ar e água têm sido aumentados com a industrialização e a falta de tratamento e destinação inadequada dos resíduos sólidos e líquidos. E a verificação do impacto ambiental muitas vezes é feita quando afeta a saúde da população. A utilização dos combustíveis derivados do petróleo nos motores de máquinas e automóveis libera os óxidos de enxofre que, por sua vez, é prejudicial a saúde humana. O objetivo deste trabalho foi realizar um mapeamento científico sobre a contaminação do ambiente levando em consideração a utilização dos combustíveis adulterados ou não e a liberação dos óxidos, principalmente de enxofre. Atualmente tem sido observado uma maior necessidade do uso de combustíveis derivados do petróleo e devido a isso ocorre a contaminação ambiental através da liberação de gases. Percebeu-se a utilização de técnicas de recuperação dos ambientes contaminados como a biorremediação, bioestimulação e fitorremediação. Portanto, o monitoramento de áreas mais prováveis de contaminação ambiental, além de uma fiscalização rigorosa por parte dos governos e a educação ambiental devem ser utilizados como ferramentas para um maior controle de qualidade do meio ambiente e também para qualidade de vida da população.

Palavras-Chave: poluição, contaminação, combustível, enxofre, diesel

ABSTRACT

Environmental problems related to soil pollution, and energy maintenance and lack of treatment and adequacy of solid and liquid waste and a selection of the environmental impact from a population health. The use of petroleum-derived fuels in engine engines and automobiles releases sulfur oxides which, in turn, are harmful to human health. The objective of this work is to carry out a scientific mapping on environmental contamination leading to an opinion of adulterated fuels or is not a release of oxides, mainly sulfur. Employment has been observed a greater need for the use of fuels derived from oil and due to environmental contamination through the release of gases. The use of techniques for the recovery of contaminated environments, such as bioremediation, biostimulation and phytoremediation, was used. On the other hand, monitoring of the most likely areas of environmental contamination, in addition to strict monitoring by governments and environmental education, should be used as tools for greater quality control of the environment and also for quality of life of the population.

Keywords: Pollution, contamination, fuel, sulfur, diesel

*Autor para correspondência: alessandratanejura@gmail.com

INTRODUÇÃO

A redução do teor de enxofre no diesel é uma tendência mundial que busca minimizar o impacto ambiental decorrente da combustão deste combustível nas grandes cidades. No entanto, não há informações confiáveis sobre o efeito de tal redução na formação de biomassa microbiana principalmente aeróbica em veículos e tanques de armazenamento (AZAMBUJA et al., 2017).

Para o controle da poluição da atmosfera, é medido constantemente o nível de compostos de enxofre, desta forma quando encontramos altas concentrações de dióxido de enxofre temos um marcador de poluição desta atmosfera (CARDOSO e FRANCO, 2002).

O enxofre pode ser emitido por diversas fontes, ele circula tanto entre a litosfera, hidrosfera, biosfera e atmosfera, sempre levando em consideração a época do ano e áreas geográficas analisadas, desta forma é possível fazer um balanço para a simulação do ciclo do enxofre (CARDOSO e PITOMBO, 1992).

Para o combustível diesel convencional, foi considerada uma alternativa adequada para seu manuseio, pois fornece várias vantagens, como redução de emissões ambientais, renovabilidade e melhoria da lubrificação. No entanto, o biodiesel coloca vários desafios tribológicos. Possui problemas de compatibilidade com certos materiais, é inerente inspetivo e de natureza altamente corrosiva. No entanto, é necessário realizar experimentos para entender os problemas acima mencionados que contribua no conhecimento significativo para tais problemas, especialmente sobre a estabilidade do biodiesel e seu comportamento de lubrificação (SUNDUS; FAZAL; MASJUKI, 2017).

O uso de biodiesel como combustível em transporte e sua crescente porcentagem de mistura obrigatória em diesel aumentam a probabilidade de contaminar as águas subterrâneas com misturas de diesel / biodiesel.

METODOLOGIA

O mapeamento científico foi desenvolvido com busca nos bancos de dados eletrônicos a cerca de publicações sobre a poluição a partir do uso do enxofre no diesel.

A busca foi realizada na base de dados Web of Science, utilizando os termos em inglês “*dies*” “*contaminat*” “*sulp*” “*sulf*” “*fuel*”.

CAMPOS, A.T.; LUNA, S.; Quintella, C.. Prospecção tecnológica sobre o impacto ambiental causado pela concentração irregular do teor de enxofre em diesel no Brasil.

Foram incluídos para análise neste estudo todos os artigos científicos publicados no período delimitado e indexados nesse banco de dados que versavam em seu conteúdo sobre a poluição a partir do uso do enxofre no diesel.

A combinação entre os termos *dies** contaminat* artigos resultou em 2404 documentos de artigos publicados. Ao atribuir o outro termo *sulp** a quantidade de documentos reduziu a 43 artigos com a adição dos termos *sulf** obteve-se 14 documentos e adicionando o termo *fuel** a quantidade de documentos aumentou para 27, a combinação entre essas estratégias de busca resultou em 182 artigos publicados

Após a definição da estratégia de busca os documentos foram baixados em formato csv e convertido para o software Excel no qual foi feito um tratamento prévio dos dados obtidos na busca. Em seguida utilizou-se o software de mineração de dados Vantage point® com o objetivo de reunir e demonstrar os resultados através de gráficos para melhor compreensão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

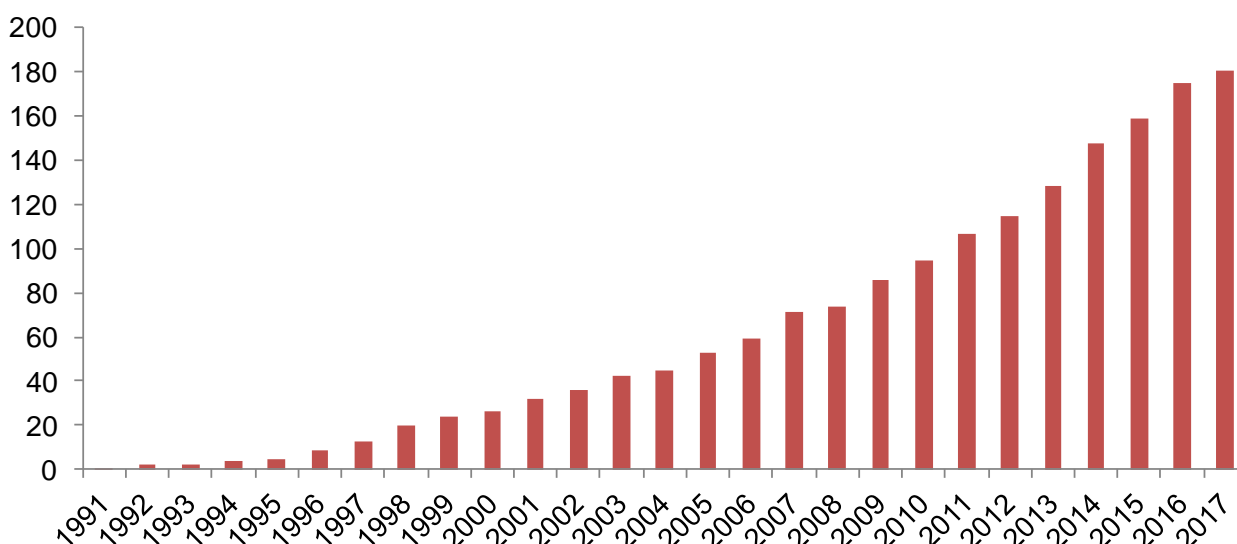
Na Figura 1 podemos observar a evolução anual acumulada entre os anos de 1991 e 2017, o gráfico indica que o interesse no tema é crescente e atual, visto que a pesquisa foi realizada no mês de Maio de 2017 e no gráfico podemos perceber que já se encontra números maiores de artigos no ano de 2017 quando comparado com o ano de 2016. Sendo que o quantitativo de artigos publicados até o ano de 200 não ultrapassavam a marca de 30 artigos, chegando esse número atualmente a 200 artigos publicados. Entre os anos de 1991 e 1995 houve estudos para determinar a extensão e as fontes de contaminação de ftalatos no laboratório e maneiras de minimizar a contaminação de fundo (LOPEZAVILA; MILANES; BECKERT, 1991), determinação do teor de enxofre por método baseado na formação de sulfureto de hidrogênio e microtitulometria de precipitação também foram estudados nesse período (DOCEKAL; KRIVAN; PELZ, 1992). Os hidrocarbonetos e os metabolitos da biodegradação no solo foram isolados e separados utilizando extração de Soxhlet, com n-heptano e diclorometano, combinados com extração em fase sólida em sílica gel e óxido de alumínio básico utilizando n-pentano, diclorometano, metanol e ácido sulfúrico - metanol como eluentes (LANGBEHN; STEINHART, 1994), estudos de mecanismo foram realizados usando teste de corrosão, onde se descobriu que a corrosão do cobre é devida à formação de sulfeto de cobre, resultado das interações entre o cobre e os materiais contendo enxofre no lubrificante (CUSANO; WANG, 1995)

CAMPOS, A.T.; LUNA, S.; Quintella, C.. Prospecção tecnológica sobre o impacto ambiental causado pela concentração irregular do teor de enxofre em diesel no Brasil.

No ano de 2007, As investigações de águas subterrâneas foram realizadas utilizando cinco poços de amostras multiníveis com ênfase em parâmetros redox e subprodutos de degradação e um estudo em fase sólida focado na especiação de ferro e determinação de minerais principais e secundários (TOPINKOVA; NESETRIL; DATEL; NOL; HOSL, 2007). A eficiência biocida na biodegradação de gásóleo foi examinada utilizando espectroscopia de infravermelho por transformação de Fourier (FTIR), espectroscopia de ressonância magnética nuclear (RMN) e espectrometria de massa por cromatografia gasosa (GC-MS). (MUTHUKUMAR; MARUTHAMUTHU; PALANISWAMY, 2007).

Atualmente, no ano de 2017, estudos avaliaram a capacidade de bioestimulação para melhorar a biorremediação do solo contaminado com compostos oleosos em comparação com a atenuação natural (DECESARO; RAMPEL; MACHADO; THOME; REDDY; MARGARITES; COLLA, 2017). Vários fatores que afetam a estabilidade e o uso de biodiesel (longo prazo / curto prazo), propriedades foram discutidos e as melhorias nas tecnologias de refinação para a produção de biodiesel foram resumidas (SUNDUS; FAZAL; MASJUKI, 2017). Outro estudo teve como objetivo avaliar a estrutura da comunidade microbiana usando a técnica de seqüência de próxima geração e avaliar a biomassa microbiana em diesel puro contendo várias concentrações de enxofre (AZAMBUJA et al., 2017).

Figura 1. Evolução anual acumulada



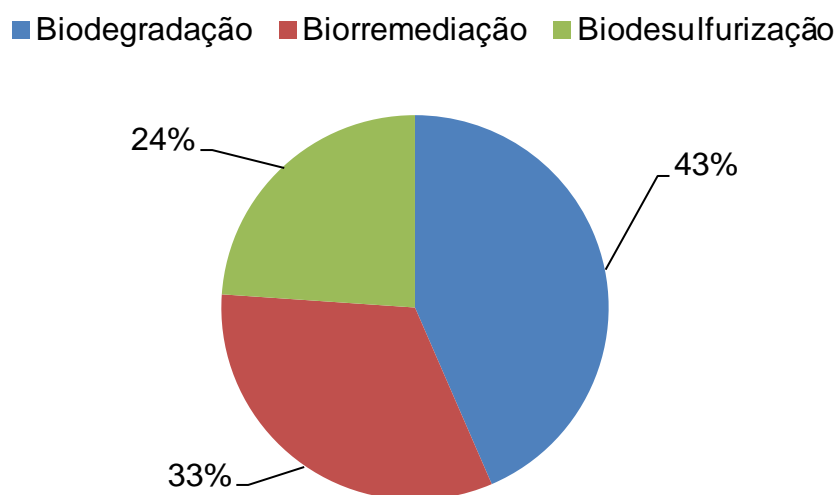
Fonte: Autoria própria, 2017.

CAMPOS, A.T.; LUNA, S.; Quintella, C.. Prospecção tecnológica sobre o impacto ambiental causado pela concentração irregular do teor de enxofre em diesel no Brasil.

A Figura 2 relata sobre a contaminação através de diferentes concentrações de enxofre nos combustíveis derivados do petróleo para o meio ambiente de forma geral. Por exemplo, a biorremediação do solo contaminado está associada desde o uso dos combustíveis em transportes até seu armazenamento através da proliferação microbiana e derramamentos.

Observa-se que 43% dos artigos estão relacionados ao uso da biodegradação como forma de recuperação do ambiente contaminado com a mistura de biodiesel e diesel em diferentes concentrações de enxofre. Outra técnica de recuperação é a biorremediação com 33% dos documentos lidos que trata da contaminação em solo na sua grande maioria e 24% refere-se a biodesulfurização que faz remoção de enxofre orgânico e inorgânico do carvão por bactérias e microrganismos do solo.

Figura 2. Técnicas de recuperação da área contaminada



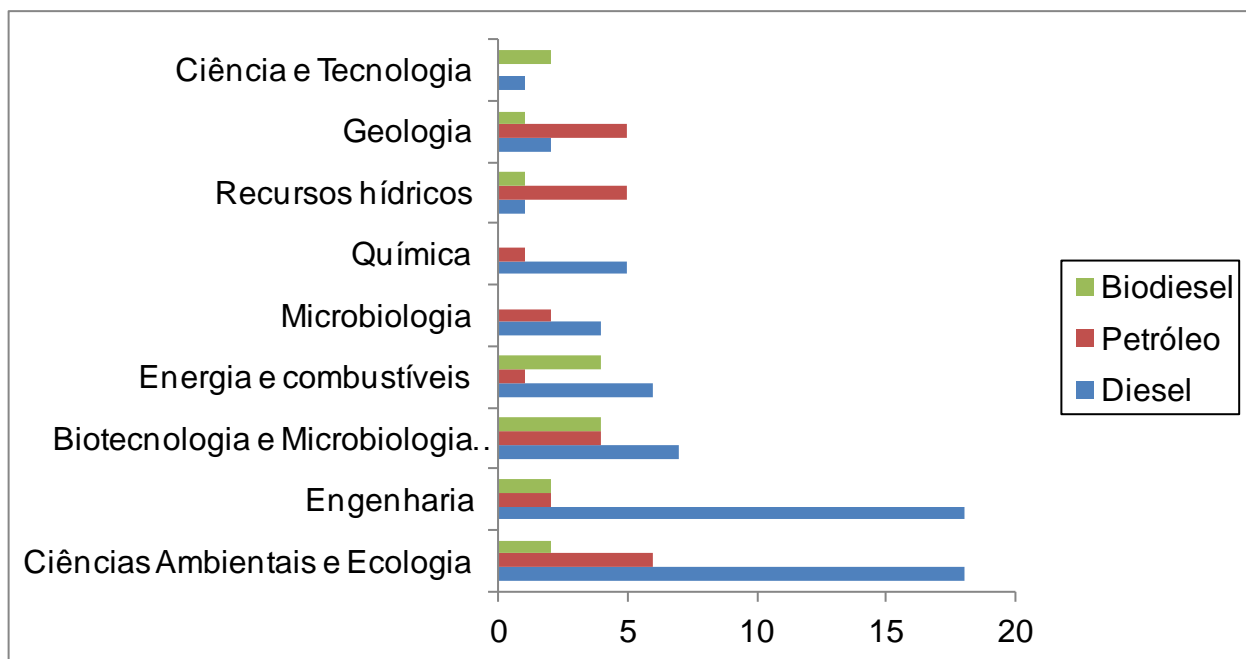
Fonte: Autoria própria, 2017.

Os combustíveis são estudados por diversas áreas de estudo. A Figura 3 lista as principais áreas de análise para padronização desses combustíveis.

Na área ciências ambientais e ecologia foi observada a maior concentração dos artigos publicados devido principalmente a grande preocupação com o meio ambiente.

CAMPOS, A.T.; LUNA, S.; Quintella, C.. Prospecção tecnológica sobre o impacto ambiental causado pela concentração irregular do teor de enxofre em diesel no Brasil.

Figura 3. Áreas de estudos versus produtos combustíveis

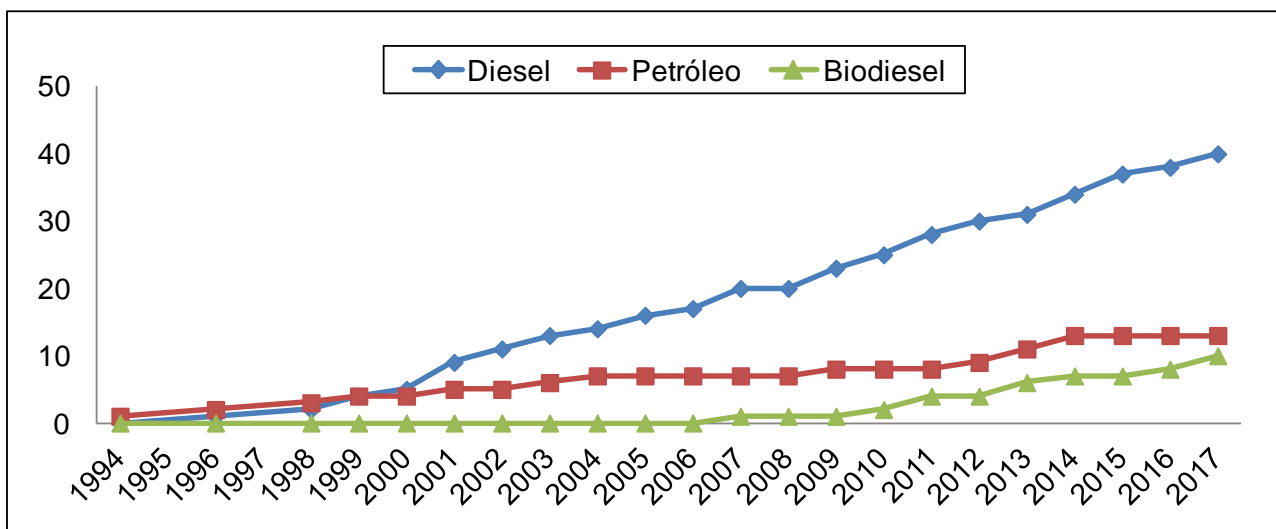


Fonte: Autoria própria, 2017.

Na Figura 4 podemos observar um aumento crescente de artigos relacionados ao combustível diesel, a partir do ano 2000. Os artigos que citam esse combustível estão relacionados com a contaminação ambiental. A contaminação ambiental por poluentes orgânicos é um problema generalizado em todos os climas. A poluição mais amplamente distribuída pode ser atribuída à contaminação por óleo (MARGESIN, 2000).

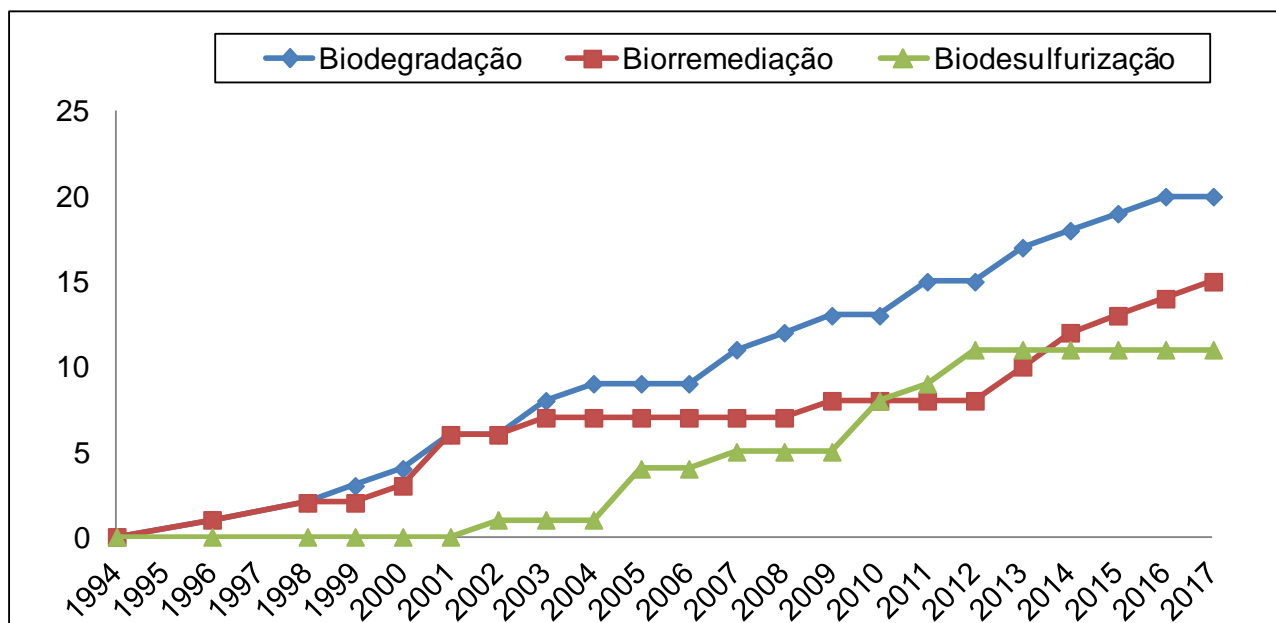
Um dos motores mais eficientes em termos de combustível está disponível no motor a diesel. O problema de adulteração de combustível está associado à poluição ambiental, problemas no desempenho do motor e prejuízos fiscais. É um problema comum não só para os países europeus, mas praticamente para todas as nações do mundo (KALLIGEROS; ZANNIKOS; STOURNAS; LOIS; ANASTOPOULOS, 2000).

Figura 4. Uso dos produtos combustíveis por evolução anual



Fonte: Autoria própria, 2017.

Na Figura 5 verificamos os tipos de técnicas de recuperação dos ambientes contaminados, a partir do ano de 2003 a técnica mais utilizada nos artigos estudados é a biodegradação. Estudos citam que os biofiltros capazes de remover e biodegradar contaminantes de petróleo voláteis em correntes de ar com curto tempo de contato de substrato-microbio (<60 s) estão sendo usados efetivamente (Van Hamme; Singh; Ward, 2003). A biodegradação do combustível diesel n. ° 2 em condições anaeróbicas foi investigada utilizando sedimentos coletados das zonas húmidas do estuário de Barataria-Terrebonne, na Louisiana (Boopathy, 2003).

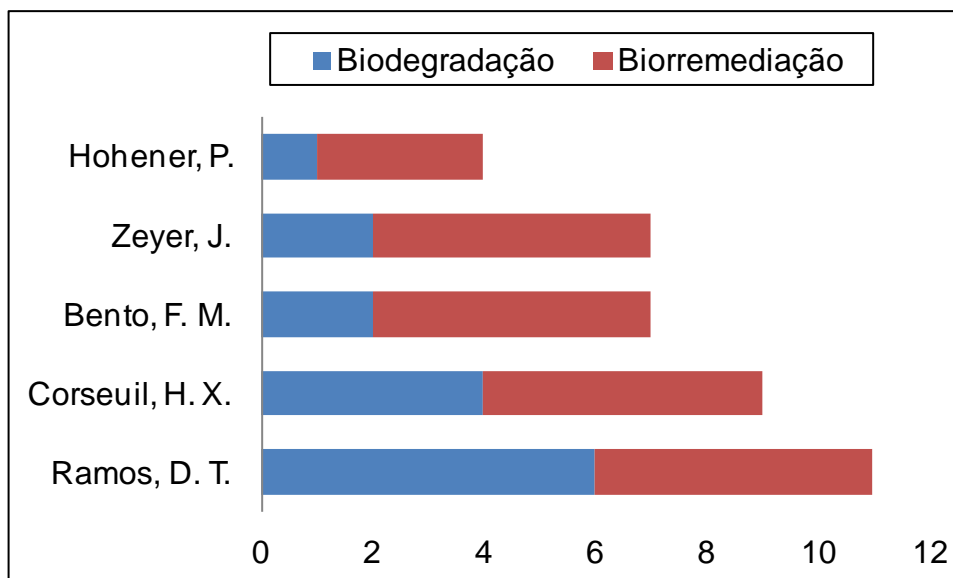
Figura 5. Técnicas de recuperação das áreas contaminadas por evolução anual

Fonte: Autoria própria, 2017.

Na Figura 6 podemos verificar que 6 autores trabalharam tanto com a técnica de biodegradação quanto com a técnica de biorremediação. Hohener et.al. concentra seus estudos mais na área de biorremediação. Um de seus trabalhos é o estudo de microcosmos realizados sob condições de redução de nitratos com material aquífero contaminado com combustível diesel de um site tratado por biorremediação in situ (BREGNARD; HANER; HOHENER; ZEYER, 1997), outro estudo do mesmo autor informa que a co-ocorrência de bactérias e protozoários em associação com altas concentrações de hidrocarbonetos monoaromáticos sugere o envolvimento de interações tróficas no processo de biodegradação (ZARDA; MATTISON; HESS; HAHN; HOHENER; ZEYER, 1998).

Já Ramos et. al trabalhou com as duas técnicas em quantidades semelhantes, em um de seus trabalhos foram realizadas experimentos de campo para avaliar o potencial de bioestimulação anaeróbica para melhorar a biodegradação BTEX sob condições de metanogenicidade fermentativa em águas subterrâneas impactadas por uma mistura de biodiesel B20 (RAMOS; DA SILVA; CHIARANDA; ALVAREZ; CORSEUIL, 2013). outro trabalho do mesmo autor sugere a importância das mudanças da população microbiana que enriquecem microorganismos capazes de interagir de forma sintófica para aumentar a viabilidade da biorremediação fermentativa-metanogênica de liberações de mistura de biodiesel (RAMOS; DA SILVA; NOSSA; ALVAREZ; CORSEUIL, 2014).

CAMPOS, A.T.; LUNA, S.; Quintella, C.. Prospecção tecnológica sobre o impacto ambiental causado pela concentração irregular do teor de enxofre em diesel no Brasil.

Figura 6. Rede de relacionamento entre as técnicas.

Fonte: Autoria própria, 2017.

CONCLUSÃO

A partir do estudo dos artigos publicados no mundo entre o período de 1991 a 2017 observa-se a evolução do desenvolvimento científico no que diz respeito à contaminação do meio ambiente através do uso dos combustíveis derivados do petróleo e a liberação de óxidos, principalmente óxidos de enxofre.

O maior número de publicação está relacionado à necessidade de controle de qualidade do diesel e combustíveis utilizados na maioria das indústrias e postos de combustíveis.

Com relação às técnicas encontradas nos artigos pesquisados pode-se afirmar que são os mais indicados para fins de análise da concentração de enxofre nos bicombustíveis.

Verifica-se a tendência de um número cada vez maior de documentos na área ambiental, com enfoque em biorremediação. Há também uma crescente preocupação com a diminuição de enxofre no diesel medindo constantemente o nível de compostos de enxofre, utilizando como um marcador de poluição da atmosfera. Com esse trabalho, pode-se ter uma visão geral de diversos trabalhos que estão sendo publicados na área de biocombustíveis e como a contaminação e a poluição causada pelo uso de combustíveis renováveis e não renováveis está afetando a população e refletindo nas publicações ao longo dos anos.

CAMPOS, A.T.; LUNA, S.; Quintella, C.. Prospecção tecnológica sobre o impacto ambiental causado pela concentração irregular do teor de enxofre em diesel no Brasil.

REFERÊNCIAS

- AZAMBUJA, A. O.; BUCKER, F.; DE QUADROS, P.D.; ZHALNINA, K.; DIAS, R.; VACARO, B. B.; CORREA, C.; FERRAO, M. F.; CAMARGO, F. A. D.; TRIPLETT, E.; BENTO, F. M. Microbial community composition in Brazilian stored diesel fuel of varying sulfur content, using high-throughput sequencing. **Fuel**, p. 340-349, 2017.
- BOOPATHY, R. Use of anaerobic soil slurry reactors for the removal of petroleum hydrocarbons in soil. **International Biodeterioration & Biodegradation**, p. 161-166, 2003.
- BREGNARD, T. P. A.; HANER, A.; HOHENER, P.; ZEYER, J. Anaerobic degradation of pristane in nitrate-reducing microcosms and enrichment cultures. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 2077-2081, 1997.
- CARDOSO, A. A.; FRANCO, A. Algumas reações dos enxofre de importância ambiental. **Química Nova na Escola**, v. 15, p. 39-41, Maio 2002.
- CARDOSO, A. A.; PITOMBO, L. R. M. Contribuição dos compostos reduzidos de enxofre no balanço global do estoque de enxofre ambiental. **Química Nova**, v. 15, n. 3, p. 219-223, 1992.
- CUSANO, C. M.; WANG, J. C. Corrosion of copper and lead containing materials by diesel lubricants. **Lubrication Engineering**, p. 89-95, 1995.
- DECESARO, A.; RAMPPEL, A.; MACHADO, T. S.; THOME, A.; REDDY, K.; MARGARITES, A. C.; COLLA, L. M. Bioremediation of Soil Contaminated with Diesel and Biodiesel Fuel Using Biostimulation with Microalgae Biomass. **Journal of Environmental Engineering**, 2017.
- DOCEKAL, B.; KRIVAN, V.; PELZ, N. Trace and minor element characterization of diesel soot. **Fresenius Journal Of Analytical Chemistry**, p. 873-878, 1992.
- KALLIGEROS, S.; ZANNIKOS, F.; STOURNAS, S.; LOIS, E.; ANASTOPOULOS, G. A survey of the automotive diesel quality in the Athens área. **International Journal of Energy Research**, p. 1381-1390, 2000.
- LANGBEHN, A.; STEINHART, H. Determination of organic-acids and ketones in contaminated soils. **HRC-Journal Of High Resolution Chromatography**, p. 293-298, 1994.
- LOPEZAVILA, V.; MILANES, J.; BECKERT, W. F. Single-laboratory evaluation of method 8060 for the determination of phthalates in environmental-samples. **Journal Of The Association Of Official Analytical Chemists**, p. 793-808, 1991.
- MARGESIN, R. Potential of cold-adapted microorganisms for bioremediation of oil-polluted Alpine soils. **International Biodeterioration & Biodegradation**, p. 3-10, 2000.
- MUTHUKUMAR, N.; MARUTHAMUTHU, S.; PALANISWAMY, N. Role of cationic and nonionic surfactants on biocidal efficiency in diesel-water interface. **Colloids and Surfaces B-Biointerfaces**, p. 152-160, 2007.
- RAMOS, D. T.; DA SILVA, M. L. B.; CHIARANDA, H. S.; ALVAREZ, P. J. J.; CORSEUIL, H. X. Biostimulation of anaerobic BTEX biodegradation under fermentative methanogenic conditions
- CAMPOS, A.T.; LUNA, S.; Quintella, C.. Prospecção tecnológica sobre o impacto ambiental causado pela concentração irregular do teor de enxofre em diesel no Brasil.

at source-zone groundwater contaminated with a biodiesel blend (B20). **Biodegradation**, 333-341, 2013.

RAMOS, D. T.; DA SILVA, M. L. B.; NOSSA, C. W.; ALVAREZ, P. J. J.; CORSEUIL, H. X. Assessment of microbial communities associated with fermentative-methanogenic biodegradation of aromatic hydrocarbons in groundwater contaminated with a biodiesel blend (B20). **Biodegradation**, p. 681-691, 2014.

SUNDUS, F.; FAZAL, M.A.; MASJUKI, H. H. Tribology with biodiesel: A study on enhancing biodiesel stability and its fuel properties. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, p. 399-412, 2017.

TOPINKOVA, B.; NESETRIL, K.; DATEL, J.; NOL, O.; HOSL, P. Geochemical heterogeneity and isotope geochemistry of natural attenuation processes in a gasoline-contaminated aquifer at the Hnevice site, Czech Republic. **Hydrogeology Journal**, p. 961-976, 2007.

VAN HAMME, J. D.; SINGH, A.; WARD, O. P. Recent advances in petroleum microbiology. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, 2003.

ZARDA, B.; MATTISON, G.; HESS, A.; HAHN, D.; HOHENER, P.; ZEYER, J. Analysis of bacterial and protozoan communities in an aquifer contaminated with monoaromatic hydrocarbons. **FEMS Microbiology Ecology**, p. 141-152, 1998.

CAMPOS, A.T.; LUNA, S.; Quintella, C.. Prospecção tecnológica sobre o impacto ambiental causado pela concentração irregular do teor de enxofre em diesel no Brasil.