

Estudo Prospectivo das Tecnologias Utilizadas para Redução das Emissões de Poluentes Causadas pelos Veículos a Diesel

Prospective Study of Technologies Used to Reduce Emissions Caused by Diesel Vehicles

Humbervânia Reis Gonçalves da Silva¹

Cristina M. Quintella¹

¹Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

Resumo

O óleo diesel quando utilizado em motores pode gerar formação de depósitos de combustível insolúvel nos injetores, esse depósito gera redução na economia do combustível e contribui para gerar emissões de vários tipos de poluentes. Assim, se faz necessário o mapeamento das tecnologias já existentes que são utilizadas para reduzir as emissões desses poluentes com o objetivo de orientar e de estruturar a pesquisa quanto ao desenvolvimento de novos métodos. A estratégia de busca consistiu em uma combinação de códigos de Classificação Internacional de Patentes (CIP), F01N-003 OR F01N-003/18) AND (C10L-001 OR C10L-001/24 OR C10L-001/24. Sessenta e seis documentos de patentes selecionados foram lidos e analisados. Foi possível observar a existência de maior proteção no ano de 2002 e uma superioridade de registros nos EUA. Algumas tendências tecnológicas estão relacionadas à tecnologia ambiental, referem-se a dispositivos e equipamentos, mas apenas uma faz referência ao controle das emissões de compostos sulfurados.

Palavras-chave: Diesel. Emissões. Compostos de Enxofre.

Abstract

Diesel oil when used in engines can generate insoluble fuel deposits in injectors, this deposit reduces fuel economy and contributes to the generation of various types of pollutants. Thus, it is necessary to map the existing technologies that are used to reduce emissions of these pollutants in order to guide and structure the research regarding the development of new methods. The search strategy consisted of a combination of international classification codes, F01N-003 OR F01N-003/18) AND (C10L-001 OR C10L-001/24 OR C10L-001/24. Sixty-six selected patent documents were read and analyzed. It was possible to observe the existence of greater protection in 2002 and a superiority of records in the USA. Some technological trends are related to environmental technology, refer to devices and equipment, but only one refers to the control of emissions of sulfur compounds.

Keywords: Diesel. Emission. Sulfur Compounds.

Área Tecnológica: Química. Engenharia Química.



1 Introdução

O óleo diesel é constituído por hidrocarbonetos saturados de cadeia longa, formados por alcanos com cadeias compostas de 10 a 20 átomos de carbonos. Nele também contém compostos aromáticos, cicloalcanos alquilados e até compostos que apresentam heteroátomos, como enxofre, nitrogênio e oxigênio. Exemplos de compostos que contêm enxofre e são encontrados no diesel são benzotiofenos e dibenzotiofenos (NEEFT; MAKKEE; MOULIJN, 1996).

O uso de combustíveis fósseis como a gasolina e o diesel está sendo cada vez mais limitado devido à sua composição química que vem causando efeitos negativos no meio ambiente. O SO₂, que é formado pela combustão de combustíveis que contêm enxofre, é um grande poluente da atmosfera, é responsável por tornar a chuva mais ácida e pode causar algumas doenças respiratórias em humanos (EVANS; WOLFF-BRICHE; FAIRMAN, 2001).

O óleo diesel quando utilizado em motores pode gerar formação de depósitos de combustível insolúvel nos injetores, tanto na parte interna quanto na externa, isso é um problema global para os motores a diesel, esse depósito gera redução na economia do combustível e também contribui para gerar mais emissões de vários tipos de poluentes, entre as causas principais estão a contaminação de modo geral, a alteração na composição química do combustível e as condições de operação do injetor (AZAMBUJA *et al.*, 2017; SUFLITA *et al.*, 2014; ANP, 2011).

Além dos efeitos citados anteriormente, outro efeito negativo da presença de enxofre no diesel é que, nos motores dos automóveis, este pode envenenar os catalisadores, resultando em problemas mecânicos. A dessulfuração, que é a remoção do enxofre, pode causar alterações físicas e químicas nas propriedades do combustível, por exemplo, redução na condutividade, alteração em algumas propriedades, como densidade, viscosidade e lubrificação. Para melhorar a qualidade do diesel, recomenda-se a adição de biodiesel (KNOTHE; RAZON, 2017; YEMASHOVA *et al.*, 2007). Biodiesel e aditivos são usados regularmente e recomendados para melhorar o desempenho do combustível e para melhorar a lubrificação (LYLES *et al.*, 2013).

Devido à regulamentação, nos vários países, do teor de enxofre, é estabelecido um limite legal de enxofre no diesel de mais ou menos 10-50 ppm (EVANS; WOLFF-BRICHE; FAIRMAN, 2001). Na literatura são encontradas técnicas comuns para determinação de elementos no diesel que incluem Espectrometria de absorção atômica (LUZ; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2013; TORRES *et al.*, 2010; LEI, 2009), Fluorescência no ultravioleta (LI; SHENG, 2013; MING-REN, 2013), Espectrometria de fluorescência de raios X (XRF) (OZANYAN *et al.*, 2004; TEIXEIRA *et al.*, 2007; CHEN *et al.*, 2005), Espectrometria de massa por plasma acoplado indutivamente (ICP-MS) (HEILMANN; BOULYGA; HEUMANN, 2004; AMAIS *et al.*, 2014; NOMNGONGO; NGILA, 2014), Espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) (NOMNGONGO *et al.*, 2014; NOMNGONGO *et al.*, 2013; MEIRA *et al.*, 2011b) e Diluição isotópica (ID-MS) (CHEN *et al.*, 2005).

Esses métodos, citados anteriormente, para determinação de enxofre no diesel, são precisos. Entretanto, leva-se mais tempo na obtenção dos resultados da análise, são mais invasivos quando comparados ao método da espectrofluorimetria. Assim, se faz necessário o mapeamento das tecnologias já existentes que são utilizadas para monitorar ou reduzir as emissões de poluentes do diesel com a perspectiva de orientar e de estruturar a pesquisa quanto ao desenvolvimento de novos métodos. Além disso, os resultados apresentados poderão contribuir no planejamento

estratégico da área e na tomada de decisões por parte dos principais pesquisadores das academias, das instituições governamentais e das empresas.

Este trabalho tem como objetivo fazer o mapeamento tecnológico dos métodos de redução de poluentes por compostos presentes no diesel por meio da prospecção tecnológica, que se baseia em uma metodologia definida a partir de palavras-chave específicas, busca e análise detalhada dos documentos técnicos, em que são estudados e avaliados vários critérios, como ano de publicação, país de origem, tipo de autor, conceitos, tecnologias e os tipos de invenções. As buscas foram realizadas nas plataformas Espacenet e QUESTEL ORBIT®. O QUESTEL ORBIT® é uma plataforma de busca que unifica a base de dados de patentes depositadas com cobertura de publicações de 87 escritórios nacionais e seis escritórios regionais (EPO, WIPO, OAPI, ARIPO, EAPO e CGC), contando com um formulário de busca intuitivo com múltiplos campos e com variadas possibilidades de combinação.

2 Metodologia

O estudo prospectivo foi realizado por meio do levantamento de documentos de patente no período de 8 a 16 de setembro de 2020, em que se utilizou a base de dados de documentos de patentes da Espacenet e o sistema de busca QUESTEL ORBIT®, em seguida, foram mapeadas as famílias de patentes. Para essa etapa da pesquisa, foi utilizada como filtro de localização de patentes a combinação de palavras-chave, além dos códigos da International Patent Classification (IPC), em português Classificação Internacional de Patentes (CIP). O caminho de acesso adotado segue os menus, respectivamente: “*advanced search*”, “*classifications*” e “*IPC*”.

Foram feitas várias combinações por palavras-chave com o objetivo de encontrar os códigos que se referiam ao tema de interesse. Em seguida, os códigos foram combinados entre si e selecionados de maneira que apresentassem relação direta com o objetivo desta prospecção, incluindo, assim, as categorias de processos, métodos, equipamentos e técnicas.

Após a busca inicial, foram encontrados 184 documentos de patentes, estes foram lidos e selecionados os de maior relevância com o conteúdo de interesse. Para um melhor refino dos dados desejados, foram utilizados filtros adequados dentro da base do QUESTEL ORBIT® e o script da busca foi:

- a) Passo 1: sulfur “content” OR “sulfur” “dioxide” OR “sulfur” “compound” AND diesel “fuel” OR “diesel” “oil” OR “diesel” “vehicle” e foram encontrados 1.761 documentos de patentes.
- b) Passo 2: análise do estudo dos documentos encontrados para a escolha dos códigos.
- c) Passo 3: ((F01N-003 OR F01N-003/18)/IPC AND (C10L-001 OR C10L-001/24 OR C10L-001/24)/IPC), foram encontrados 184 documentos.
- d) Passo 4: ((F01N-003 OR F01N-003/18)/IPC AND (C10L-001 OR C10L-001/24 OR C10L-001/24)/IPC) AND (STATE/ACT=ALIVE), utilizou-se o filtro STATE/ACT=ALIVE para um estudo mais detalhado, e a pesquisa foi refinada para 66 documentos.

Os 66 documentos de patentes obtidos foram lidos e analisados, com isso, foi possível selecionar as patentes com os temas de interesse, foram excluídos cinco documentos pelo fato

de eles não terem relação com o tema em estudo, assim realizou-se o estudo com os 61 documentos de patentes selecionados.

O Quadro 1 apresenta um resumo dos códigos utilizados na estratégia de busca. A linha selecionada representa a estratégia utilizada. Na Tabela 1 está apresentada a descrição da classificação dos códigos, que podem ser encontrados no *site* do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Quadro 1 – Estratégia de busca por códigos IPC

CÓDIGOS IPC	COMBINAÇÕES							
F01N-003/00	x							
B01D-053/00		x						
C10L-001/00			x					
G01N-027/00				x				
C10G-49/00					x			
F01N-003 OR F01N-003/00 OR F01N-003/18						x		x
C10L-001 OR C10L-001/00 OR C10L-001/24							x	AND
Patentes	41.265	52.990	7.792	60.358	3.694			
Famílias	11.836	22.077	4.334	23.676	1.361	98.113	44.052	183
Total de documentos analisados	66							

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2020)

Tabela 1 – Códigos IPC selecionados para estudo da definição da estratégia de busca

CÓDIGOS	DESCRIÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO
F01N-003/00	Aparelhos de escapamento ou silenciadores com meios para purificar, neutralizar ou tratar de outra forma os gases de escapamento.
F01N-003/18	Aparelhos de escapamento ou silenciadores com meios para purificar, neutralizar ou tratar de outra forma os gases de escapamento caracterizados pelos métodos de operação; Controle.
B01D-053/00	Separação de gases ou vapores; Recuperação de vapores de solventes voláteis a partir dos gases; Purificação química ou biológica de gases de exaustão p. ex. gases de exaustão de motores, fumaças, fumos ou gases de exaustão, aerossóis.
C10L-001/00	Combustíveis carbonáceos líquidos.
C10L-001/24	Combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural de sintético obtido por processos não abrangidos pelas subclasses c10g ou c10k; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo contendo enxofre, selênio ou telúrio.
G01N-027/00	Investigação ou análise de materiais pelo uso de meios elétricos, eletroquímicos ou magnéticos.
C10G-49/00	Tratamento de óleos de hidrocarboneto, na presença de hidrogênio ou de compostos geradores de hidrogênio, não previsto em nenhum dos grupos individuais.

Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo a partir das informações extraída da base de patentes INPI (2020)

3 Resultados e Discussão

A partir das patentes analisadas, foi possível fazer um estudo e o levantamento das principais informações contidas nos documentos. A Figura 1A apresenta o *status* legal das patentes, é possível observar que o percentual de patentes concedidas é 67%, ou seja, patentes ainda não examinadas são de 33%, o que se pode considerar que essa tecnologia continua em processo de desenvolvimento.

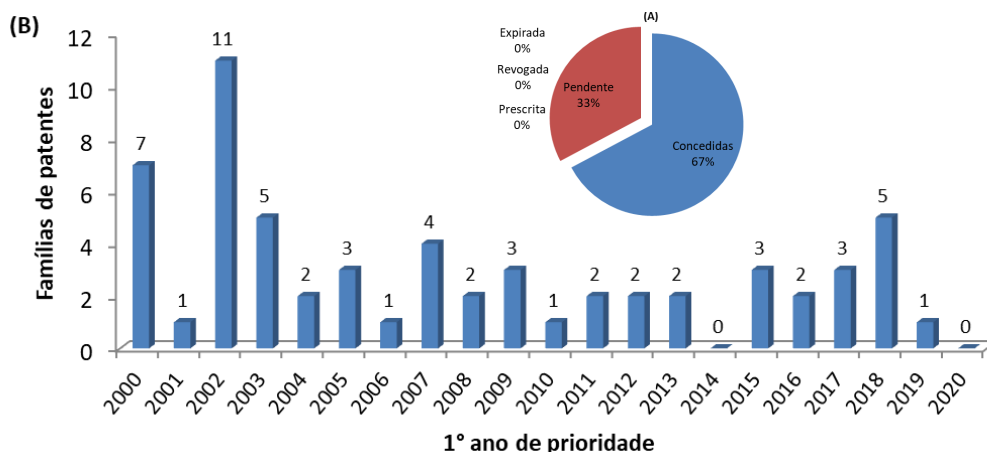
A Figura 1B mostra a evolução anual de primeira prioridade das famílias de patentes, sendo que, no período de análise, o ano de maior número de patentes depositadas foi em 2002. O máximo em 2002 refere-se ao depósito de 11 famílias de patentes, sendo seis de titularidade da Afton Chemical Intangibles, essas patentes tratam de método de oxidação e de redução de fuligem em combustão de diesel e filtros para motores a diesel.

O interesse por essa tecnologia ocorreu devido à necessidade de os motores dos veículos fornecerem maior eficiência de combustível e cumprirem uma legislação mais rígida sobre as emissões, estudos mostram que o interesse por essa pesquisa foi observado pela primeira vez no ano de 1990 e vem crescendo a cada dia (EDNEY *et al.*, 2020).

Também é possível observar a presença de três picos na evolução do pedido de depósito, no ano de 2000 (7 pedidos), 2002 (7 pedidos) e voltando a crescer em 2018 (5 pedidos). Estima-se que até 2020 aumente a venda de carros a diesel utilizando injeção direta, pesquisadores afirmam que a implementação do sistema de injeção direta nos veículos leves de passageiros contribui para a redução de emissões de poluentes, além disso, aumenta a produção de energia, eficiência do motor e economia de combustível, isso pode justificar o aumento de interesse por desenvolver tecnologias para reduzir emissões causados pelo diesel (EDNEY *et al.*, 2020; ANDERSON *et al.*, 1996). Ressalta-se que os anos de 2019 e 2020 apresentam informações ainda subdimensionadas, devido ao período de sigilo.

Ainda na Figura 1B observa-se que, desde 2004 até 2017, foram feitos depósitos anuais variando de um a quatro. Isso pode ser justificado por essas patentes não possuírem volume de apropriação que permita de fato que as tecnologias possam ser produzidas ou comercializadas (QUINTELLA *et al.*, 2019).

Figura 1 – (A) *Status* legal das patentes; (B) Evolução anual do número de famílias de patentes, em relação ao ano de primeira prioridade



Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo (2020)

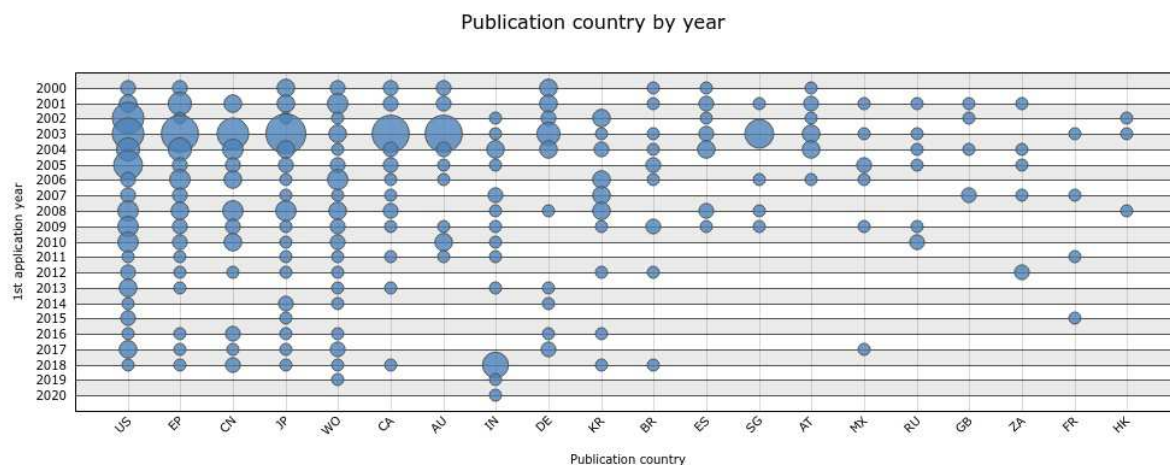
A Figura 2 mostra os dez principais países que solicitaram patentes nos últimos 20 anos, com base no escopo de pesquisa utilizado neste trabalho. Estados Unidos foi o país que mais solicitou patentes nessa área, 45 documentos, e foi entre o ano de 2002 e 2005 que esses depósitos foram mais intensificados. Nesse período, os Estados Unidos solicitaram de cinco a oito patentes relacionadas ao controle de emissões por diesel. Isso é esperado, pois depois que a Lei do ar limpo foi emitida pelo Congresso dos Estados Unidos na década de 1970, países em todo o mundo começaram a implementar medidas de controle de emissões veiculares, e EUA foi o primeiro país a adotar normas de controle de emissões, sendo o mais restritivo em termos de emissões veiculares (LYU *et al.*, 2020).

As patentes depositadas entre esse período se referem a um sistema que controla as emissões do diesel, a um método e formulação do diesel utilizando um mecanismo de combustão interna que contribui para redução das emissões de partículas e a patentes que se referem a processos que reduzem o nível de escapamento dos motores a diesel.

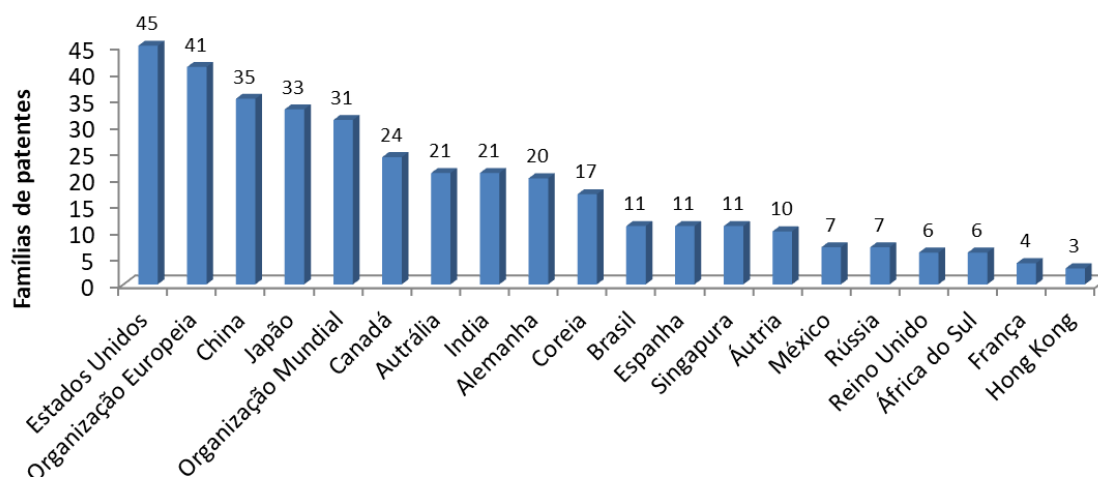
Em segundo lugar, encontram-se as famílias de patentes depositadas na Organização Europeia de Patentes (EP) com 41 pedidos de depósitos de patentes, em terceiro aparece a China com 35 pedidos de depósito e em quarto o Japão com 31 pedidos de depósitos. Embora o Japão tenha implementado uma legislação antecipada sobre emissão veicular e tecnologia de controle avançada, ela é considerada um sistema regulatório independente e foi adotada por apenas alguns países (LYU *et al.*, 2020). Foi a partir do ano de 2002 que houve um maior número de publicações nessa área pelos quatro primeiros países desse *rank*, Estados Unidos, Organização Europeia, China e Japão.

A China está na terceira posição em pedido de depósitos de patentes, com maior número em 2003, 10 pedidos de depósitos. As fontes de emissões veiculares (conhecidas como fontes móveis) vêm se tornando as fontes dominantes nas megacidades da China, devido a esse aumento, os pesquisadores têm desenvolvido uma variedade de métodos de medições para essas emissões, incluindo medições diretas, sistemas portáteis e testes de dinamômetro de chassi para controlar as emissões de escapamento de veículos. A partir das análises das patentes encontradas, observam-se invenções referentes a filtros, desenvolvimento de métodos e dispositivos para controlar tais emissões (BI *et al.*, 2018).

Figura 2 – Famílias de patentes por país de proteção e ano de publicação



© Questel 2020



Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo com base em QUESTEL ORBIT® (2020)

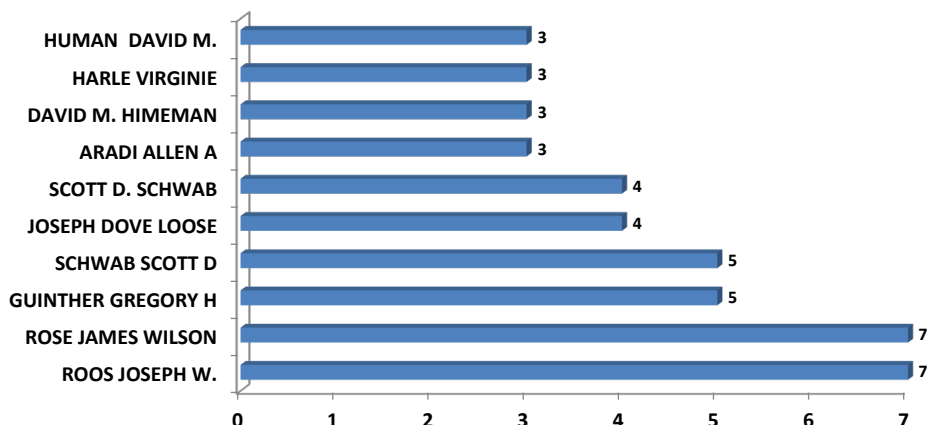
O Brasil está na 11ª posição nesse *rank* e mantém constante até 2009 o número de patentes solicitadas, apresenta dois pedidos de patentes em 2005 e dois em 2009, mostrando ser uma tecnologia promissora para produção e comercialização. Isso demonstra também que a tecnologia ainda é emergente e de interesse para a indústria de combustíveis. Das patentes encontradas, a patente depositada em 2009 descreve o uso de um catalisador para redução de NOx nos veículos a diesel (DORING; ROTHE, 2008).

Os inventores que aparecem com maior número de pedido de depósito de patentes são Roos Joseph, Rose James, Guinther Gregory, Schwab Scott, Joseph Dove Loose, Aradi Allen, David M. Himeman, Harle Virgine e Human David. A Figura 3 mostra os 10 maiores inventores (3A) e o número de patentes por portfólio (3B). Os inventores com maior portfólio patentário são Roos Joseph, Rose James, Schwab Scott e Joseph Dove, com portfólio de 16 anos. Entre esses dois titulares, se destacam com maior pedido de depósito sete famílias de patentes e com portfólio de 16 anos, Roos Joseph e Rose James, apresentando Afton Chemical como a titular dessas patentes.

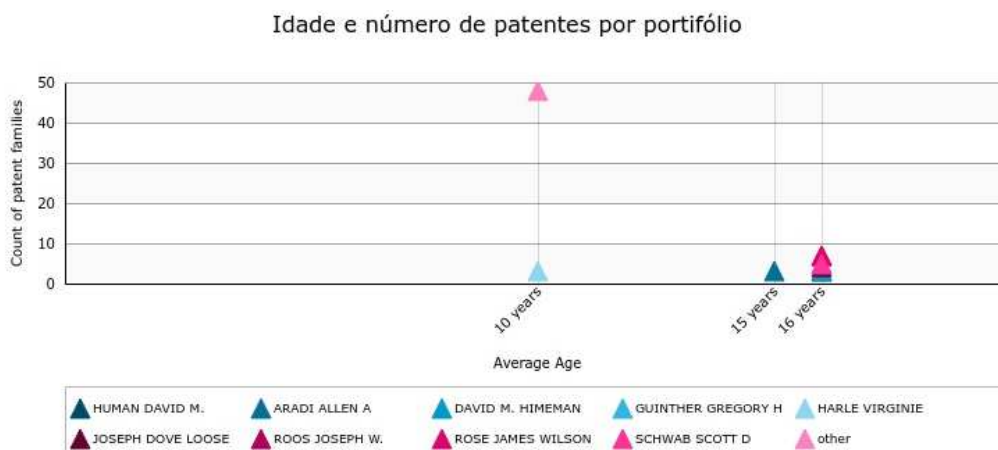
Afton Chemical produz aditivos químicos, usados em óleos de motor, combustíveis, lubrificantes e na indústria. Foi fundada em 1945 e sua sede fica na Virgínia (EUA), onde fica a base de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) que desenvolve tecnologias para veículos, faz pesquisa na área de durabilidade, economia de combustíveis e desenvolvimento de novos produtos que reduzem emissões e melhoram a economia de combustível.

Figura 3 – Dez maiores inventores: (A) Inventores por quantidade de família de patentes; (B) Idade e número de patentes por portfólio

(A)



(B)



© Questel 2020

Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo (2020)

O titular Aradi Allen (Figura 3) se destaca com o pedido de depósito de três famílias de patentes e apresenta portfólio de 15 anos. As suas tecnologias são desenvolvimento de métodos para melhorar a eficiência de um precipitador eletrostático na coleta das cinzas do combustível em combustão, desenvolvimento de um catalisador que inibe ou reduz o envenenamento do sistema de combustão, resultando na redução das emissões e desenvolve um dispositivo para melhoramento da combustão e exaustão do diesel.

O titular Harle Virginie apresenta portfólio de 10 anos e tem pedido de depósito de três patentes. As suas invenções se referem a catalisadores para regenerar filtro e diminuir emissões e formulações para melhoramento de incrustação no injetor e redução de escapamento de partículas do combustível no motor.

A Figura 4 representa os tipos de tecnologias por famílias de patentes e *players* relacionadas, 60 patentes têm relação com tecnologia ambiental, 59 são da área da química de materiais básicos e 35 fazem citação de termos motores, bombas e turbinas. As *players* dominantes nessa área da tecnologia são Afton Chemical, Lubrizol e Clean Diesel Technologies. Como citado anteriormente, a empresa Afton Chemical desenvolve aditivos químicos para melhoramento

dos combustíveis e óleos e redução das emissões, além disso, no tema em estudo, ela apresenta oito famílias de patentes na área de tecnologia ambiental, oito na área de química dos materiais básicos, sete citam as tecnologias motores, bombas e turbinas e cinco estão relacionadas à engenharia química.

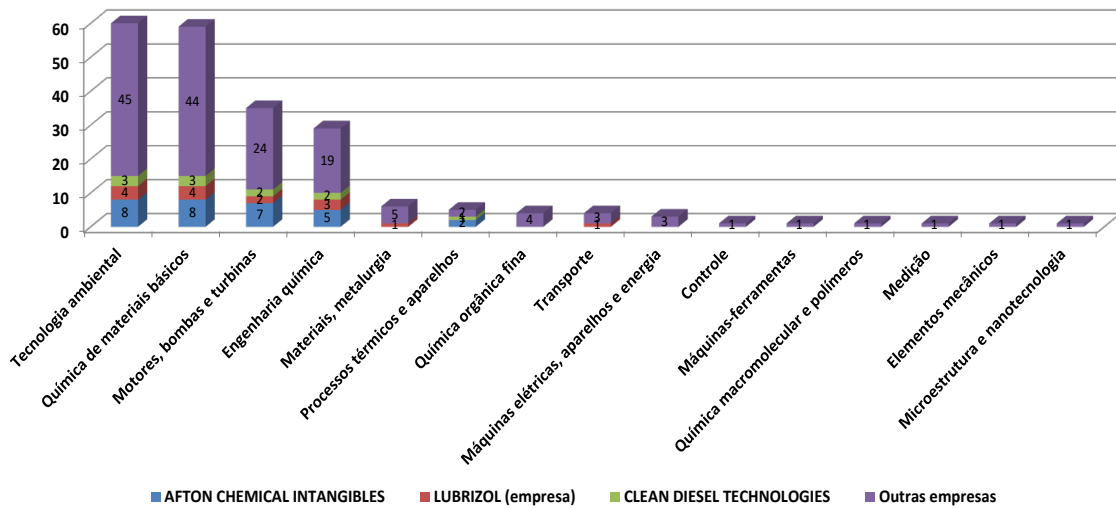
A *player* Lubrizol se destaca com quatro famílias de patentes na área de tecnologia ambiental, quatro na área da química de materiais básicos, duas famílias de patentes se referem aos termos bombas, motores e turbinas e duas famílias estão na área de engenharia química. A Lubrizol é uma empresa que desenvolve produtos químicos usados na otimização dos combustíveis e na redução de impactos ambientais, é líder na combinação de *insights* de mercado com recursos de química e aplicativos fornecendo melhora na área de transporte. A Lubrizol possui e opera fábricas em 17 países.

A *player* Clean Diesel Technologies se destaca com três famílias de patentes tanto na área de tecnologia ambiental como na área de química de materiais básicos, essa empresa atua no desenvolvimento de motores a diesel limpos, com foco em atuar minimizando os impactos ambientais, trabalha com P&D principalmente na redução das emissões de partículas e de NOx. Também desenvolve filtros, dispositivos e catalisadores que contribuem com a redução das emissões. Foi fundada em 1995 e tem sede na Califórnia nos Estados Unidos. Outras *players* que atuam no desenvolvimento de tecnologias na área em estudo são Rhodia Operations, Exxon-mobil, Shell, Cool Planet Energy Systems, Bosch, Chemical Patents, Infineum, Innospec e Basf.

Ao analisar as tendências tecnológicas das patentes, foi possível observar 15 principais tendências tecnológicas, em que 60 patentes descrevem a respeito de tecnologia ambiental, área justificada pela grande necessidade de redução dos impactos ambientais causados pelo uso dos combustíveis. A segunda área tecnológica mais citada foi química de materiais básicos, na qual 59 documentos relatam utilização dessa tecnologia, termo associado à geração de conhecimento básico referente à estrutura interna, características e propriedades de materiais, esse termo está ligado principalmente aos conceitos empíricos e fundamentais dos materiais.

Nos documentos analisados, o terceiro termo tecnológico mais citado foi motores, bombas e turbinas, com 35 documentos de patentes atuando nessa área, confirmando a atuação das empresas na fabricação e na comercialização de dispositivos e equipamentos utilizados na corrida de redução de emissões. A quarta tendência tecnológica foi para os termos referentes à engenharia química, com 29 documentos de patentes, área responsável por projetar e gerenciar processos industriais como a produção, a fabricação de equipamentos ou de dispositivos para motores a diesel, que atuam no controle de processos e reações químicas. As demais tecnologias citadas foram relacionadas a áreas como materiais, metalurgia, processos térmicos, máquinas, química macromolecular, química orgânica, microestrutura e nanotecnologia.

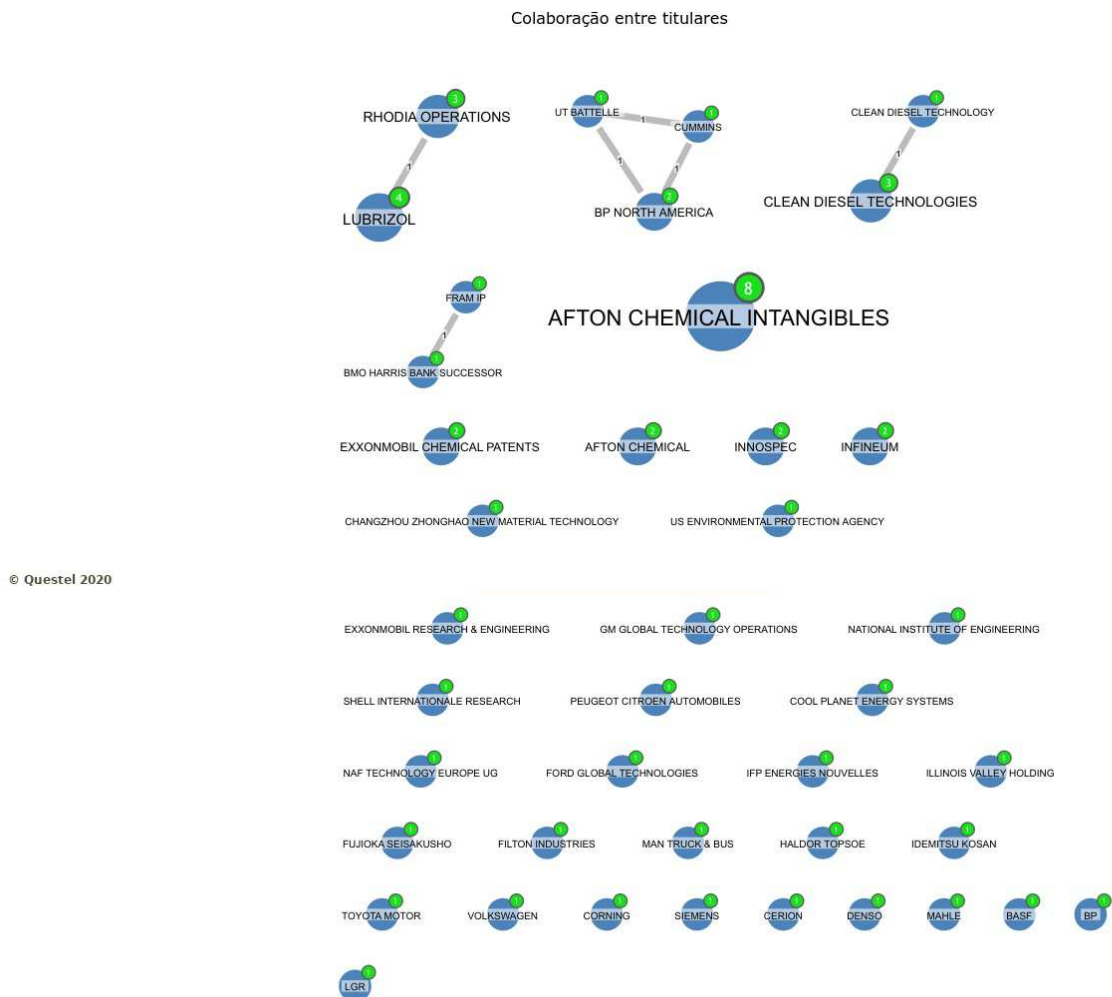
Figura 4 – Tecnologias por família de patentes e *players* relacionadas



Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo (2020)

A Figura 5 mostra os titulares e a rede de relacionamento entre os titulares das patentes analisadas.

Figura 5 – Titulares e rede de relacionamento entre os titulares



Fonte: Elaborada pelas autoras deste artigo (2020)

Observando a Figura 5, nota-se que empresa Rhodia Operations, que fez pedido de depósito de três famílias de patentes, faz parceria com a empresa Lubrizol, que aparece com quatro documentos de patentes nesse tema. A invenção em colaboração se refere à formulação de um detergente de sal de amônio contendo oxigênio, o qual atua no melhoramento do desempenho do motor dos veículos e no controle do escapamento de partículas. Desde setembro de 2011, a Rhodia foi adquirida pelo grupo Solvay belga, assim como a Lubrizol, esse grupo era especializado em química fina, fibras sintéticas e polímeros.

Os titulares UT-Battelle (1 família de patente), Cummins (1 família de patentes) e BP North America (2 famílias de patentes) fazem colaboração com uma patente relacionada a esse tema. A invenção em colaboração se refere à composição de um combustível e método para reduzir emissões de NOx e fumaça de motores a diesel. UT-Battelle, Cummins e BP North America são empresas atuantes na área de geração de energia, motores a diesel e controle de emissões.

Os titulares Fram IP (1 família de patentes) e BMO Harris Bank Successor (1 família de patentes) apresentam um documento de patente em colaboração, a tecnologia se refere um método e a um aparelho para liberar do diesel compostos aromáticos que contêm enxofre. Fram IP é do grupo TRICO, apresentando como principais atividades a fabricação de filtros e bombas de combustíveis, o titular BMO Harris Bank Successor é um banco de investimento multinacional canadense.

4 Considerações Finais

Dentro do escopo elaborado com o tema da pesquisa, 63% das patentes estão concedidas, enquanto 33% estão com *status* pendentes, isso demonstra que essa tecnologia está em fase de desenvolvimento e ambos os documentos contêm informações tecnológicas que auxiliam na realização de busca nos documentos para avaliar se a tecnologia em desenvolvimento pode ser protegida e quais as possíveis formas de proteção. Pode-se observar a existência de maior proteção no ano de 2002, sem variações entre o ano de 2004-2017, e reativando o interesse por esse tema em 2018.

Em relação aos países em que a tecnologia está protegida, é notória a superioridade de registros realizados nos Estados Unidos, Organização Europeia (EP) e China. Além desses outros países, também se destacam Japão, Organização Mundial, Canadá, Austrália, Índia, Alemanha, Coreia, Brasil, Singapura, Áustria, México, Rússia, Reino Unido, África do Sul, França e Hong Kong.

Quanto à aplicação de técnicas, observou-se que apenas uma tecnologia foi aplicada na remoção de compostos contendo enxofre do diesel. As demais se referiam a filtros e catalisadores para remoção de óxidos de nitrogênio e materiais particulados.

Atualmente, considerando o escopo da pesquisa, não foi encontrada patente depositada no nome de pessoa física, todas estavam apropriadas ou licenciadas por empresas. As empresas com maior número de depósitos foram Afton Chemical Intangibles, Lubrizol e Clean Diesel Technologies, cujas tecnologias dominantes foram referentes à tecnologia ambiental, química de materiais básicos, motores bombas e turbinas.

Os inventores que aparecem com maior número de pedido de depósito de patentes são Roos Joseph, Rose James, e a titular dessas patentes é Afton Chemical Intangibles. Esses dois titulares além de se destacarem com maior pedido de depósito, também possuem o maior portfólio, 16 anos.

Por fim, este estudo prospectivo demonstrou ser um importante instrumento de pesquisa estratégica no qual mostrou as tecnologias existentes e em fase de exame, destacando os principais concorrentes e auxiliando na identificação de tendências tecnológicas. Portanto, o mapeamento demonstrou que a tecnologia está em desenvolvimento.

5 Perspectivas Futuras

A partir do mapeamento realizado, percebe-se que estudos e desenvolvimento de novas tecnologias para controlar as emissões e o teor de enxofre no diesel são promissores. Os métodos encontrados no mercado são processos demorados e não são monitorados em tempo real. Contudo, estudos prévios realizados por grupos de pesquisas têm comprovado que é possível utilizar outras técnicas, por exemplo, a fluorescência dos óleos, e associá-la a análises multivariadas para monitorar a concentração de enxofre nas misturas diesel/biodiesel, sendo esses métodos não destrutíveis e não intrusivos. Estudos também têm demonstrado que é possível desenvolver equipamentos portáteis operando em tempo real para tais detecções.

Esse mapeamento irá contribuir nas próximas etapas do planejamento estratégico do tema em estudo, mapear as similaridades entre as atividades das *players* e de seus competidores em termos de P&D, seus mercados e *drivers* envolvidos. Pretende-se direcionar pesquisas futuras e orientar na tomada de decisões no desenvolvimento e nas criações de novas tecnologias, como também realizar análise voltada para a indústria nacional no sentido de desvendar as lacunas que faltam para alavancar o desenvolvimento tecnológico do Brasil nesse setor, como o mapeamento das *players* nacionais do setor, a avaliação dos potenciais problemas locais, bem como as legislações e as políticas de incentivo vigentes em comparação a países onde a tecnologia já está bem desenvolvida.

A preocupação com as questões ambientais tem sido cada vez maior, a emissão de gases poluentes contendo enxofre, como os óxidos de enxofre (SO_x), por parte de veículos automotores precisam ser cada vez mais monitorados, pois é sabido que a liberação desses gases pode causar problemas respiratórios quando eles são inalados por humanos e aumentar a acidez das chuvas. Segundo Edney *et al.* (2020), existe um interesse pelo desenvolvimento de tecnologias para veículos a diesel, pois esses motores apresentam melhor eficiência na economia de combustíveis e cumprem as legislações mais rigorosas quando se trata de emissões. Tendo em vista esse cenário, espera-se que a demanda de novas tecnologias de monitoramento da concentração de enxofre em óleos combustíveis seja cada vez maior, principalmente por parte de empresas ambientalmente responsáveis que estejam preocupadas não apenas em cumprir as legislações vigentes, mas em tornar nosso planeta mais habitável.

Referências

- AMAI, R. S. *et al.* Determination of P, S and Si in biodiesel, diesel and lubricating oil using ICP-MS/MS. **Anal. Methods**, [s.l.], v. 6, p. 4.516-4.520, 2014.
- ANDERSON, R. W. *et al.* A new direct injection spark ignition (DISI) combustion system for low emissions. **FISITA-96**, [s.l.], 1996.
- ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL. **Resolução n. 65, de 9 de dezembro de 2011**: publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 12 de dezembro de 2011.
- AZAMBUJA, A. O. *et al.* Microbial community composition in Brazilian stored diesel fuel of varying sulfur content, using high-throughput sequencing. **Fuel**, [s.l.], p. 340-349, 2017.
- BI, X. *et al.* Characteristics of the main primary source profiles of particulate matter across China: from 1987 to 2017. **Atmos. Chem. Phys. Discuss.**, [s.l.], p. 1-53, 2018. DOI: 10.5194/acp-2018-687.
- CHEN, Z. W. *et al.* Low-level sulfur in fuel determination using monochromatic WD XRF-ASTM D 7039-04, **J. ASTM Int.**, [s.l.], v. 2, p. 1-12, 2005.
- DORING, A.; ROTHE, D. **Método para prever óxidos de nitrogênio no fluxo de gás de escape de motores de combustão**. PI0904801-4 A2, 9 set. 2008.
- EDNEY, M. K. *et al.* Recent Advances in the Analysis of GDI and Diesel Fuel Injector Deposits. **Fuel**, [s.l.], v. 272, p. 117682, 2020. DOI: 10.1016/j.fuel.2020.117682.
- EVANS, P.; WOLFF-BRICHE, C.; FAIRMAN, B. High accuracy analysis of low level sulfur in diesel fuel by isotope dilution high resolution ICP-MS, using silicon for mass bias correction of natural isotoperatios. **J. Anal. At. Spectrom.**, [s.l.], v. 16, p. 964-969, 2001.
- HEILMANN, J.; BOULYGA, S. F.; HEUMANN, K. G. Accurate determination of sulfur in gasoline and related fuel samples using isotope dilution ICP-MS with direct sample injection and microwave-assisted digestion. **Anal. Bioanal. Chem.**, [s.l.], v. 380, p. 190-197, 2004.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. [2020]. Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20200101&symbol=none&menulang=pt&lang=pt&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>. Acesso em: 16 set. 2020.
- KNOTHE, G.; RAZON, L. F. Biodiesel fuels, *Prog. Energy Combust. Sci.*, [s.l.], v. 58, p. 36-59, 2017. DOI: 10.1016/j.pecs.2016.08.001.
- LEI, C. X. Determination of manganese in gasoline by means of microwave digestion-GF AAS. **Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory**, [s.l.], v. 26, p. 1.609-1.612, 2009.
- LI, Y.; SHENG, Y. Determination of sulfur content in gasoline by ultraviolet fluorescence method and microcoulometry method. **Anal. Instrum.**, [s.l.], v. 2, p. 27-31, 2013.
- LUZ, M. S.; NASCIMENTO, A. N.; OLIVEIRA, P. V. Fast emulsion-based method for simultaneous determination of Co, Cu, Pb and Se in crude oil, gasoline and diesel by graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Talanta**, [s.l.], v. 115, p. 409-413, 2013.

- LYLES, C. N. *et al.* Impact of organosulfur content on diesel fuel stability and implications for carbon steel corrosion. **Environ Sci. Technol.**, [s.l.], v. 47, p. 6.052-6.062, 2013.
- LYU, M. *et al.* State-of-the-art outlook for light-duty vehicle emission control standards and technologies in China, Clean Technol. **Environ. Policy**, [s.l.], v. 22, p. 757-771, 2020. DOI: 10.1007/s10098-020-01834-x.
- MEIRA, M. *et al.* Identificação de adulteração de biocombustível por adição de óleo residual ao diesel por espectrofluorimetria total 3D e análise das componentes principais. **Quim. Nova**, [s.l.], v. 34, p. 621, 2011a.
- MEIRA, M. *et al.* Determination of the oxidation stability of biodiesel and oils by spectrofluorimetry and multivariate calibration. **Talanta**, [s.l.], v. 85, p. 430, 2011b.
- MING-REN, M. U. Comparison of UV fluorescence method and EDX-ray fluorescence method in determination of sulfur content of export gasoline. **Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory**, [s.l.], v. 30, p. 1.683-1.685, 2013.
- NEEFT, J. P. A.; MAKKEE, M.; MOULIJN, J. A. Diesel particulate emission control. **Sci.** [s.l.], v. 47, ed. 1, p. 1-69, 1996. DOI: 10.1016/0378-382001002-8.
- NOMNGONGO, P. N.; NGILA, J. C. Determination of trace Cd, Cu, Fe, Pb and Zn in diesel and gasoline by inductively coupled plasma mass spectrometry after sample clean up with hollow fiber solid phase micro extraction system, Spectrochim. **Acta B At. Spectrosc.**, [s.l.], v. 98, p. 54-59, 2014.
- NOMNGONGO, P. N. *et al.* Preconcentration of molybdenum, antimony and vanadium in gasoline samples using Dowex 1-x8 resin and their determination with inductively coupled plasma–optical emission spectrometry. **Talanta**, [s.l.], v. 110, p. 153-159, 2013.
- NOMNGONGO, P. N. *et al.* Chemometric optimization of hollow fiber-liquid phase microextraction for preconcentration of trace elements in diesel and gasoline prior to their ICP-OES determination. **Microchem. J.**, [s.l.], v. 114, p. 141-147, 2014.
- OZANYAN, K. B. *et al.* Fiber-based UV laser-diode fluorescence sensor for commercial gasolines. **Sensors Journal IEEE**, [s.l.], v. 4, p. 681-690, 2004.
- QUINTELLA, V. M. *et al.* Estudo Prospectivo Exploratório das Patentes de Métodos de Aprendizagem de Máquina Aplicados ao Mercado Financeiro. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 12, p. 113-125, 2019. DOI: 10.9771/cp.v12i1.27260.
- SUFLITA, J. M. *et al.* Biocorrosion issues associated with the use of ultra-low sulfur diesel and biofuel blends in the energy infrastructure. In: LIENGEN, T. *et al.* (ed.). **Understanding biocorrosion: fundamentals and applications**. European of Corrosion (EFC): Elsevier Science, 2014. v. 66. p. 313-328.
- TEIXEIRA, L. S. *et al.* Simultaneous determination of copper and iron in automotive gasoline by X-ray fluorescence after pre-concentration on cellulose paper. **Talanta**, [s.l.], v. 72, p. 1.073-1.076, 2007.
- TORRES, D. P. *et al.* Determination of mercury in gasoline diluted in ethanol by GF AAS after cold vapor generation, pre-concentration in gold column and trapping on graphite tube. **Microchem. J.**, [s.l.], v. 96, p. 32-36, 2010.
- YEMASHOVA, N. A. *et al.* Biodeterioration of crude oil and oil derived products: a review. **Rev. Environ Sci. Biotechnol**, [s.l.], v. 6, p. 315-337, 2007.

Sobre as Autoras

Humbervânia Reis Gonçalves da Silva

E-mail: humbervania@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5088-3153>

Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal da Bahia em 2017.

Endereço Profissional: Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Departamento de Química Geral e Inorgânica, Campus de Ondina, Ondina, Salvador, BA. CEP: 40170290.

Cristina M. Quintella

E-mail: cris5000tina@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3827-7625>

Doutora em Ciências Moleculares pela University of Sussex (UK) em 1993.

Endereço Profissional: Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Departamento de Química Geral e Inorgânica, Campus de Ondina, Ondina, Salvador, BA. CEP: 40170290.