

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO REAPROVEITAMENTO DO LODO DE ÁGUA NEGRA NA AGRICULTURA

Flávio Ferreira da Conceição<sup>1</sup> Emanuel Messias Aquino de Araujo<sup>2</sup> Carlos Tadeu Santana Tatum<sup>3</sup>  
Jonas Pedro Fabris<sup>4</sup> Suzana Leitão Russo<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual  
Universidade Federal de Sergipe-UFS-São Cristovão/SE-Brasil  
[flavio\\_f10@hotmail.com](mailto:flavio_f10@hotmail.com)

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual  
Universidade Federal de Sergipe-UFS-São Cristovão/SE-Brasil  
[emanuelmessiasaquinodearaujo@gmail.com](mailto:emanuelmessiasaquinodearaujo@gmail.com)

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual  
Universidade Federal de Sergipe-UFS-São Cristovão/SE-Brasil  
[tadeutatum@gmail.com](mailto:tadeutatum@gmail.com)

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual  
Universidade Federal de Sergipe-UFS-São Cristovão/SE-Brasil  
[jpfabris@hotmail.com](mailto:jpfabris@hotmail.com)

<sup>5</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciência da Propriedade Intelectual  
Universidade Federal de Sergipe-UFS-São Cristovão/SE-Brasil  
[suzana.ufs@hotmail.com](mailto:suzana.ufs@hotmail.com)

### Resumo

*Através da Lei 12.305/10 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) propondo medidas que incentivem a responsabilidade compartilhada na redução, reutilização, reciclagem e destinação de resíduos de forma adequada. Durante o processo de tratamento de água negra (esgoto) é gerado um resíduo chamado de lodo de esgoto e sua destinação final vem se caracterizando como um problema ambiental, rico em matéria orgânica sua utilização na agricultura tem sido uma alternativa promissora na destinação final. O objetivo deste trabalho é apresentar um mapeamento das patentes associadas a utilização de lodo de esgoto na agricultura na base de patentes do INPI e ESPACENET. A análise da série histórica permite concluir que houve um aumento da preocupação e de iniciativas de inovação tecnológicas de diversos países. Quanto a classificação internacional, a C02F (tratamento de água, de resíduos, lamas e lodos) foi a classificação mais mencionada (29,8%) e a China foi o país com maior número de pedidos de patentes, no entanto, a Alemanha foi o país com mais patentes concedidas.*

**Palavras-chave:** resíduos, lodo esgoto, agricultura

### 1 Introdução

Em decorrência do crescimento populacional e a produção em larga escala são geradas grandes quantidades de resíduos sólidos, líquidos e gasosos (RIGO et al., 2014). Nesse cenário, é crescente a preocupação da sociedade com a manutenção e melhoria das condições ambientais,

exigindo de autoridades públicas e privadas soluções que equacionem as necessidades da população e os recursos naturais disponíveis (BETTIOL; CAMARGO, 2006).

Através da Lei 12.305/10 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) dando início a um trabalho de articulação entre União, Estados e Municípios, setor produtivo e sociedade civil propondo medidas que incentivem a responsabilidade compartilhada na redução, reutilização, reciclagem e a destinação final de resíduos de forma adequada (MMA, 2011).

Nesse contexto, durante o processo de tratamento de água negra (esgoto) é gerado um resíduo chamado de lodo de esgoto e sua destinação final vem se caracterizando como um problema ambiental. Rico em matéria orgânica e fonte de nutrientes para o solo (DORES-SILVA; LANDGRAF; REZENDE, 2011), o uso agrícola do lodo vem sendo considerado uma alternativa promissora na destinação final deste resíduo (LOBO; GRASSI FILHO; BULL, 2012).

No entanto, a presença de metais pesados pode ser motivo de preocupação. Em altas concentrações potencializa o risco de elementos tóxicos no solo, e como consequência podendo atingir o lençol freático (LOBO; GRASSI FILHO, 2015). Avaliar o teor disponível de metais pesados no solo é fundamental para mensurar o risco dessa contaminação na cadeia alimentar (USEPA, 1993).

O aproveitamento do lodo de esgoto poderia gerar ganhos econômicos para as empresas de saneamento como para o setor agropecuário, mas no Brasil apesar do setor de saneamento conseguir melhorias nas últimas décadas, segundo dados da Pnad 2015 sobre esgotamento sanitário, cerca de 32,7% não possui esgotamento sanitário conectado a uma rede coletora e cerca de 1,9% não possui esgotamento sanitário (ABES, 2016).

Nesse sentido, visando contribuir com a redução dos impactos ambientais gerados pelo descarte de lodo de esgoto, este trabalho tem o objetivo de apresentar um mapeamento das patentes associadas a utilização de lodo de esgoto na agricultura.

## **2 Referencial**

### **2.1 Política nacional de resíduos sólidos**

A PNRS estabelecida pela Lei 12.305/2010 foi o principal marco regulatório brasileiro a respeito da gestão de resíduos, integra a política nacional do meio ambiente, a política nacional de educação ambiental e política federal de saneamento básico (BRASILa,2010), a lei sanciona conceitos modernos de gestão de resíduos sólidos e novas ferramentas à legislação ambiental brasileira.

Ao longo dos anos a efetivação desta política apresenta diferentes problemas, dentre os quais destaca-se a baixa disponibilidade orçamentária, fraca capacidade institucional e gerencial de muitos municípios de baixo porte (VAZ, 2011). No trabalho de Maiello; Britto; Valle (2018) com base nos dados do Sistema Nacional de Informação de Saneamento (Snis) os objetivos da PNRS estão sendo desconsiderados nos municípios estudados do Rio de Janeiro, como também não possuem diretrizes políticas ao nível local para serem encaminhadas e monitoradas.

No estudo de Klein; Gonçalves-Dias; Jayo, 2018 foi analisada a importância da tecnologia de informação e comunicação (TIC) como ferramenta de apoio para a gestão resíduos sólidos contribuindo na divulgação de informações relevantes para a população sobretudo nas formas adequadas de separação e acondicionamento correto dos resíduos

### **2.2 Patente**

A patente é um título de propriedade temporária sobre uma invenção, outorgada pelo Estado ao inventor, impedindo que terceiros sem sua autorização possa produzir ou comercializar o produto ou processo patenteado. Em contrapartida, o inventor é obrigado a revelar o conteúdo técnico que compõe a matéria protegida (INPI,2015).

As patentes também podem ser consideradas indicadores relevantes para se avaliar a capacidade de o país transformar o conhecimento científico em produtos ou inovações tecnológicas, por isso a análise de sua produção pode ser considerada uma das formas para o entendimento de um Sistema Nacional de Inovação. Segundo Ferreira; Guimarães; Contador, 2009 as megaempresas vislumbram a prospecção de patentes como fonte de informações tecnológica, evitando a duplicação de esforços e obtenção de maior conhecimento sobre tecnologias, produtos e processos desenvolvidos.

### **3 Metodologia**

O método adotado para a pesquisa foi descritivo, transversal e quantitativo, por meio da utilização de uma revisão bibliográfica expor as contribuições científicas sobre o tema. No tocante a coleta de dados, foi feita uma pesquisa no banco de patentes do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) com as palavra-chaves: lodo *and* esgoto *and* agricultura e no ESPACE NET através das palavras chave: *sewage and sludge and agriculture*. As variáveis consideradas para estudo foi o ano de depósito da patente, o país, a classificação internacional, depositante e o inventor. O tratamento e a análise dos dados podem ser observados na seção de resultados e a exposição da busca dos depósitos das patentes está apresentada na forma de gráficos e quadros com auxílio do *software* Excel Student.

### **4 Resultados**

A seguir serão apresentados os resultados obtidos durante as pesquisas nas bases de patente do INPI e ESPACENET.

#### **4.1 Depósito de pedidos de patentes no INPI**

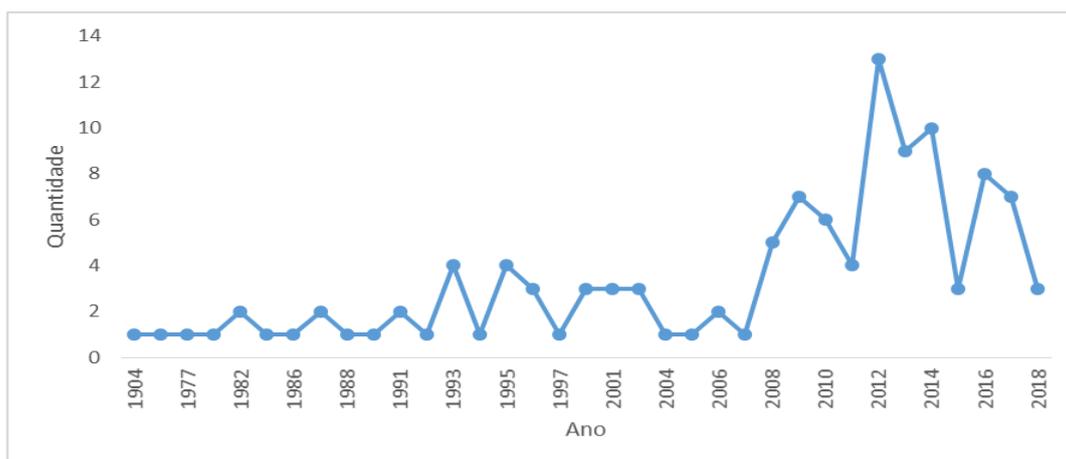
Na base do INPI foram encontradas apenas duas patentes. A primeira foi depositada em 30/06/2005 pelo Embrapa/DF (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e concedida em 12/01/2016, apresentando um *backlog* de 11 anos. A patente de número PI0506308-6B1 possui a classificação internacional CO5F que se refere a “Fertilizantes orgânicos; fertilizantes resultantes do tratamento de lixo ou refugos”. A invenção trata-se do aproveitamento do lodo de esgoto doméstico que não passou por qualquer tratamento prévio. O processo baseia na estabilização físico-química e microbiológica em presença de podas de plantas processadas, através do uso sequencial de processos aeróbio e anaeróbio com o objetivo de obter um fertilizante agrícola isento de patógenos humanos.

A segunda patente foi depositada em 28/01/2005 mas ainda não foi concedida. A invenção foi desenvolvida por uma pessoa física no estado de São Paulo. A patente de número PI0503277-6A2 também foi classificada com o IPC C05F. A presente invenção é caracterizada pelo processo de mistura de resíduos agro industriais vegetais ou animais ou lodo de esgoto e acrescido de enzimas catalizadoras e bactericidas, processo chamado de HSNI. O inventor classifica o fertilizante orgânico HSNI como o primeiro que consegue o melhoramento do composto orgânico potencializando a eficiência do fertilizante.

#### **4.2 Pedidos de patente no ESPACENET**

Na pesquisa foi identificado no período de 1904 a 2018 um total de 117 patentes depositadas. A Figura 1 apresenta a evolução anual do depósito de patentes. O primeiro depósito foi registrado em 1904, com pequenas variações ao longo dos anos e um crescimento acentuado a partir de 2007, atingindo seu ponto máximo em 2012 com 13 patentes depositadas.

Figura 1- Patentes depositadas referente utilização de lodo de esgoto na agricultura no período de 1904 a 2018



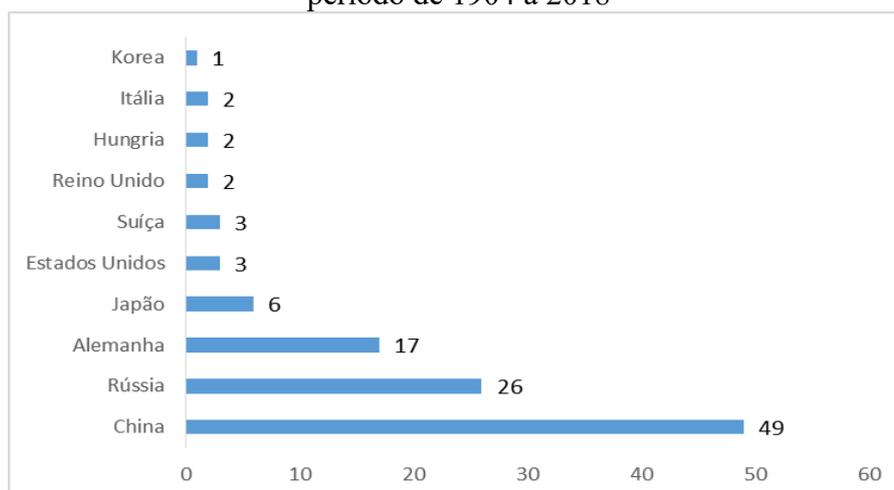
Fonte: Espacenet (2018)

De acordo com os países depositantes, Figura 2, a China foi o maior depositante com 49 pedidos de patentes, seguida da Rússia e Alemanha, somente esses três países representam 73,5% de todos os depósitos.

Segundo Cai et al. (2007) a China devido seu rápido crescimento industrial e agrícola, também cresceu a preocupação ambiental devido a utilização de produtos químicos nos processos industriais. Nesse sentido, estudos têm sido desenvolvidos para investigar os poluentes orgânicos no solo, na água e sedimentos.

Na Alemanha o desenvolvimento de novas tecnologias e políticas em resíduos sólidos faz dela uma das líderes mundiais no tratamento de resíduos, menos de 1% dos resíduos são destinados a aterros sanitários. Países da União Europeia como Alemanha, Áustria, Holanda e Bélgica têm obtidos bons resultados quanto a destinação de resíduos sólidos mas outros países do Leste Europeu e até Itália recebem avaliações negativas (SENADO FEDERAL, 2010)

Figura 2- Países depositantes de patentes referente utilização de lodo de esgoto na agricultura no período de 1904 a 2018



Fonte: Espacenet (2018)

Realizada uma análise quanto a concessão das patentes, das 117 patentes depositadas somente 3 delas foram concedidas. As duas patentes concedidas para a Alemanha foram desenvolvidas no âmbito do processo de purificação e condicionamento do lodo, diferente da

patente da República da Moldova que está voltada para a instalação de equipamento para o tratamento, Quadro 1.

Quadro 1 – Patentes concedidas sobre lodo de esgoto

Data	Patente	País	Título
09/09/1987	EP0235637	Alemanha	Processo e aparelho para purificação de lamas residuais de origem orgânica
10/09/1996	EP0736496	Alemanha	Processo de condicionamento de lodo industrial, especialmente lodo de esgoto
31/01/2002	MD1835	Rep. Moldova	Instalação para tratamento de esgoto

Fonte: Elaborado pelo Autor

No quadro 2, foi exposto as classificações que foram mais mencionadas na lista de patentes estudadas. Na lista abaixo representa 75,8% de todas as classificações internacionais, dentre as mais mencionadas estão classificadas na Subseção “Química” e subseção “Separação e Mistura”. A IPC C02F (tratamento de água, de resíduos, lamas e lodos) foi a classificação mais mencionada (29,8%) e a segunda mais mencionada foi IPC C05F (Fertilizantes orgânicos resultante de tratamento de lixo) que representou 22,1% das classificações.

Quadro 2 – Classificação Internacional de patentes depositadas referente utilização de lodo de esgoto na agricultura no período de 1904-2018

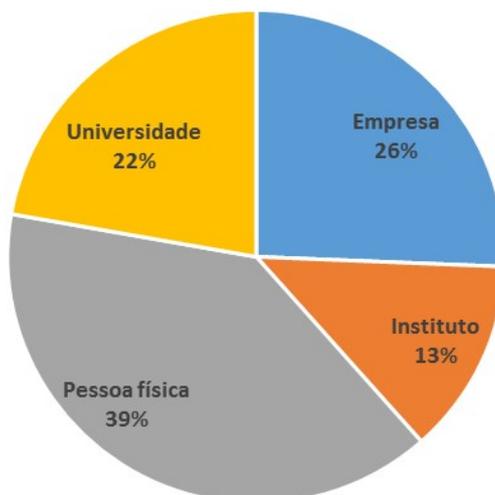
IPC	Seção	Subseção	Classe	Subclasse	Total	%
C02F	C-Química e Metalúrgica	Química	Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos.	Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos.	132	29,8
C05F			Fertilizantes; sua fabricação.	Fertilizantes orgânicos; fertilizantes resultantes do tratamento de lixo ou refugos.	98	22,1
C05G				Misturas de fertilizantes pertencendo individualmente a diversas subclasses da classe c05	29	6,5
C05D				Fertilizantes inorgânicos não abrangidos pelas subclasses c05b, c05c; fertilizantes que produzem dióxido de carbono	20	4,5
C09K			Corantes; tintas; polidores; resinas naturais; adesivos; composições não abrangidos em outros locais	Materiais para aplicações diversas, não incluídas em outro local; aplicações de materiais não incluídos em outro local	18	4,0
B01D	B – Operações de Processamento; Transporte	Separação; mistura	Processos ou aparelhos físicos ou químicos em geral.	Separação	17	3,8
B01J				Processos químicos ou físicos	9	2,0
B09B			Eliminação de resíduos sólidos; recuperação de solo contaminado.	Eliminação de resíduo sólido	13	2,9

Fonte: Elaborado pelo Autor

Algumas das classificações internacionais não foram mencionadas acima mas merecem destaque, pois as classificadas na subseção A01, que refere-se “Agricultura; silvicultura e pecuária” foram apontadas em 23 momentos.

Quanto ao tipo de depositante dos pedidos de patente analisados, a maior parte foram de pessoas físicas (39%) seguido por empresas (26%) universidades (22%) e institutos de pesquisa (13%), Figura 3. Dentre as universidades depositantes, 65% delas são universidade chinesas.

Figura 3 – Depositante de pedido de patente de lodo de esgoto na agricultura 1904-2018



Fonte: Espacenet (2018)

Dentre as principais universidades chinesas pode-se destacar a Universidade Shenyang Jianzhu (3 patentes), Universidade Changzhou (2 patentes), Universidade Shandong (2 patentes). Dentre os 5 principais inventores, estão 3 chineses (Rongxin Zhang, Yulan Tang, Xingguan Ma) e 2 russos (Denisov Evgenij Petrovich, Zuev Valentin Vasilevich).

## 5 Conclusões

Esta pesquisa teve como objetivo de apresentar um mapeamento das patentes associadas a utilização de lodo de esgoto na agricultura.. Os resultados apontaram um forte crescimento de depósitos de patentes a partir de 2007. Contudo, verifica-se que esse crescimento não foi linear, apontando um pico de depósitos entre os anos de 2012 e 2014, período a partir do qual manteve-se oscilante, caindo em 2018. Esses resultados são, em sua maior parte, atribuídos a diligência de países como a China, Rússia e Alemanha.

Desta forma, a análise da série histórica permite concluir que houve um aumento da preocupação e de iniciativas de inovação tecnológicas dos diversos países, no sentido de dar tratamento e destinação agrícola ao lodo de esgoto. Esse panorama aponta alguma convergência de interesses por parte das nações, em fazer a gestão dos resíduos e, assim, diminuir o impacto dos mesmos sobre o meio ambiente. Por outro lado, essa ainda é uma tendência que se coloca de forma lenta e isolada em poucos países.

## 6 Referências

- ABES. Situação do saneamento básico no Brasil: uma análise com base na PNAD 2015. p. 81, 2016.
- BETTIOL, W.; CAMARGO, O. **Lodo de Esgoto: Impactos Ambientais na Agricultura**. Jaguariuna: Embrapa, 2006.
- CAI, Q. Y. et al. Occurrence of organic contaminants in sewage sludges from eleven wastewater treatment plants, China. **Chemosphere**, v. 68, n. 9, p. 1751–1762, 2007.
- DORES-SILVA, P. R.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Acompanhamento químico da vermicompostagem de lodo de esgoto doméstico. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 956–961, 2011.
- FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES, E. R.; CONTADOR, J. C. Patente como instrumento competitivo e como fonte de informação tecnológica. **Gestão & Produção**, n. 1997, p. 209–221, 2009.
- INPI. Manual para o depositante de patentes. p. 49, 2015
- KLEIN, F. B.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; JAYO, M. Gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: uma análise sobre o uso de TIC no acesso à informação governamental. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, n. 1, p. 140–153, 2018.
- LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H. Efeito de elementos tóxicos em função do lodo de esgoto na cultura do girassol. **Revista Verde**, v. 10, n. 1, p. 136–142, 2015.
- LOBO, T. F.; GRASSI FILHO, H.; BULL, L. T. Efeito do nitrogênio e do lodo de esgoto nos fatores produtivos do feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 118–124, 2012.
- MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. DE P.; VALLE, T. F. implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. v. 52, n. 1, p. 159–180, 2018.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**.
- RIGO, M. M. et al. Destinação e reuso na agricultura do lodo de esgoto derivado do tratamento de águas residuárias domésticas no Brasil. **Gaia Scientia**, v. 8, n. 1, p. 174–186, 2014.
- SENADO FEDERAL. Em Discussão. **Revista de audiências públicas do Senado Federal**, p. 77, 2010.
- USEPA. Final rules: Standards for the use of sewage sludge. **Federal Register**, v. 58, n. 32, p. 9248–9415, 1993.
- VAZ, A. C. N. Participação política, efeitos e resultados em políticas públicas: notas crítico-analíticas. **Opinião pública**, v. 17, n. 1, 2011.