

ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DO POLIACRILATO DE SÓDIO NA ABSORÇÃO DE ÓLEO LUBRIFICANTE

REZENDE, M. L.

*Fatec Sorocaba – Coordenadoria do CST em Polímeros
maira.rezende@fatec.sp.gov.br*

Feasibility study on the use of sodium polyacrylate in the absorption of lubricating oil

Eixo Tecnológico: Ambiente e Saúde

Resumo

A contaminação de solos e águas subterrâneas por petroderivados é preocupante, uma vez que seu descarte inadequado prejudica o meio ambiente. O presente estudo buscou avaliar a eficácia do polímero superabsorvente Poliacrilato de Sódio (PAS), extraído de fraldas descartáveis, como alternativa de remediação de contaminantes oriundos de óleo lubrificante em solo. O PAS possui excelente poder de absorção de soluções aquosas e, em virtude disso, estudos e aplicações vêm sendo enfatizadas para melhor aproveitamento do polímero em remediações do solo. Os óleos lubrificantes podem contaminar o solo com metais pesados, quando despejados incorretamente e, com a ação da água da chuva, podem atingir os lençóis freáticos e poluir águas subterrâneas. Neste trabalho, sistemas de simulação contendo camadas alternadas de areia, solo e polímero foram avaliadas por Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). O PAS teve sua capacidade de intumescimento avaliada em função do tempo e os resultados obtidos demonstraram que este é eficaz na remediação do óleo lubrificante até determinadas concentrações.

Palavras-chave: *Poliacrilato de sódio, Óleo lubrificante, Remediação de solo.*

Abstract

The contamination of soils and groundwater by petroderivatives is a cause for concern, since their improper disposal harms the environment. This study sought to evaluate the effectiveness of the superabsorbent polymer Sodium Polyacrylate (PAS), extracted from disposable diapers, as an alternative for remediating contaminants from lubricating oil in soil. PAS has excellent absorption power in aqueous solutions and, as a result, studies and applications have been emphasized to make better use of the polymer in soil remediation. Lubricating oils can contaminate the soil with heavy metals when dumped incorrectly and, with the action of rainwater, can reach the water table and pollute groundwater. In this work, simulation systems containing alternating layers of sand, soil and polymer were evaluated using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). The swelling capacity of the PAS was evaluated as a function of time and the results obtained showed that it is effective in remediating lubricating oil up to certain concentrations.

Keywords: *Sodium polyacrylate, Lubricating oil, Soil remediation.*

1. Introdução

Os óleos lubrificantes possuem a função de proteger os componentes de máquinas e veículos devido aos desgastes gerados, a fim de garantir melhor desempenho operacional e, conseqüentemente, maior produtividade e confiabilidade, aumentando assim a sua vida útil [1]. Grande parte desses equipamentos utilizados na indústria, especialmente na mineração, necessitam de lubrificação, sendo que os agentes que a promovem, quando deixam de ser proveitosos, são descartados de forma inadequada no meio ambiente, podendo assim acarretar vários danos ambientais [2].

Esses fluidos descartados de forma inapropriada são capazes de contaminar e comprometer o meio ambiente, gerando impactos negativos na fauna e flora, tendo em vista que suas

Anais da VII Mostra de Docentes em RJJ

propriedades derivam de aditivos e metais potencialmente tóxicos. Conforme ocorre o desgaste dos maquinários, as partículas metálicas se desprendem das peças e permanecem em suspensão no óleo lubrificante, o qual, quando despejado no solo, polui a camada responsável pelo cultivo de alimentos fundamentais para a sobrevivência humana, podendo atingir o lençol freático [3].

Contudo, há maneiras de remediar este impasse e uma delas visa a utilização de um polímero superabsorvente, tal como o Poliacrilato de Sódio (PAS), um polímero orgânico reticulado e sintetizado a partir de monômeros de ácido acrílico. Esse polímero tem a capacidade de absorção e retenção de soluções aquosas devido ao fato de suas moléculas serem hidrofílicas, sendo assim capaz de capturar e armazenar de 100 a 200 vezes o seu próprio peso em água [4].

Neste trabalho foi proposto o uso do Poliacrilato de Sódio (PAS) com o objetivo de verificar sua capacidade de absorver o óleo lubrificante a fim de estabelecer um método alternativo de remediação de solo contaminado com esse agente em virtude de seu descarte inadequado.

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais

Os materiais utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram o óleo lubrificante Mobil Delvac super 1400 V2 15W- 40 Vida longa 1L; o poliacrilato de sódio (PAS) extraído de fraldas descartáveis da marca HUGGIES, modelo Supreme Care; Solo orgânico adquirido em loja de jardinagem, marca DUBOM; Areia fina adquirida também em lojas de jardinagens; 9 garrafas de Politereftalato de etileno (PET) vazias de capacidade de 2L e 2 suportes de madeira confeccionados manualmente para sustentar as garrafas.

2.2. Metodologia

2.2.1. Simulação de contaminação de solo com óleo lubrificante

Para determinar o poder de penetração do óleo lubrificante nas amostras de solo estudadas, foi desenvolvida uma metodologia que permitiu analisar esse comportamento por gravidade. Foram utilizadas 3 garrafas plásticas vazias de poli (tereftalato de etileno) (PET) para cada concentração de óleo estudada. Estas foram lavadas e seu fundo removido com o auxílio de uma tesoura. As garrafas foram preenchidas com duas camadas de solo intercaladas com uma camada de areia, as quais foram compactadas. O volume de todas as camadas foi de 250 mL e estas foram distribuídas, de forma distinta em cada sistema, e intercaladas por camadas do polímero, o qual foi extraído das fraldas, picado e distribuído de modo a formar uma camada de 2 cm de espessura, conforme ilustra a Fig. 1. O objetivo nesse caso foi verificar de que forma o polímero absorveria mais óleo, se acima do solo, abaixo deste ou ainda entre as camadas de solo e areia.

Na Fig. 1 é possível observar as diferentes disposições das camadas (ou estratos) de solo e polímero.

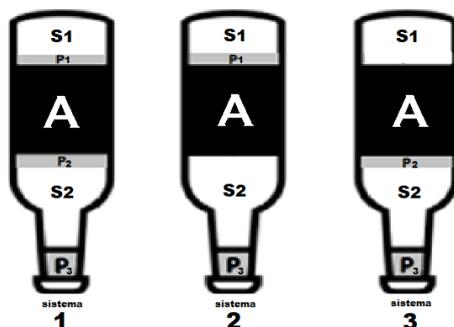
Fig. 1 – Imagem ilustrativa do Sistema utilizado.



Fonte: Elaboração própria.

Após a montagem dos sistemas, cada um recebeu distintos volumes de óleo lubrificante (25, 75 e 125 mL), conforme ilustra a Fig. 2.

Fig. 2 – Ilustração dos sistemas estudados e as diferentes disposições do PAS.



Fonte: Elaboração própria.

Legenda: S1 e S2 representam as camadas de solo; A, a camada de areia; P1, P2 e P3, o polímero Poliacrilato de sódio (PAS).

Conforme ilustra a Fig. 2, três sistemas foram estudados, nos quais: Sistema 1, no qual o polímero foi disposto entre todas as camadas; Sistema 2, no qual o polímero foi disposto entre o S1 e A e Sistema 3, no qual o polímero foi disposto entre A e S2.

2.2.2. Determinação da capacidade de absorção do óleo lubrificante pelo PAS

O grau de intumescimento (Q) dos hidrogéis foi avaliado e adaptado segundo a norma ASTM 570-98. Primeiramente, 2,5 gramas das amostras foram pesados em uma balança analítica e posteriormente secos em estufa a 60 °C durante 24h. Em seguida, as amostras foram imersas em 150 mL de óleo lubrificante e mantidas durante 24h. Após a imersão, as amostras foram previamente secas com papel absorvente para remover o excesso de óleo e pesadas, com o intuito de obter o peso úmido.

Anais da VII Mostra de Docentes em RJI

O ensaio de intumescimento foi realizado em triplicata e seu cálculo foi determinado de acordo com a Eq1.

$$Q (\%) = ((M_f - M_i) / M_i) \times 100 \quad (1)$$

Em que:

Q é o grau de intumescimento em (%)

M_f é a massa final determinada após o intumescimento (g)

M_i é a massa inicial determinada antes do intumescimento (g)

2.2.3. Caracterização do PAS, do óleo lubrificante e do solo por FTIR

As análises de caracterização do polímero Poliacrilato de Sódio (PAS) e a do solo (areia e terra) foram realizadas por espectroscopia no infravermelho médio com transformada de Fourier (FTIR) em um espectrofotômetro Perkin Elmer Frontier, com módulo ATR, na faixa 400 e 4000 cm⁻¹ com resolução de 4 cm⁻¹.

3. Resultados e Discussão

A Tab. 1 apresenta os resultados obtidos pelo ensaio de intumescimento, realizado em triplicata.

Tab. 1 – Capacidade de absorção de óleo lubrificante pelo PAS.

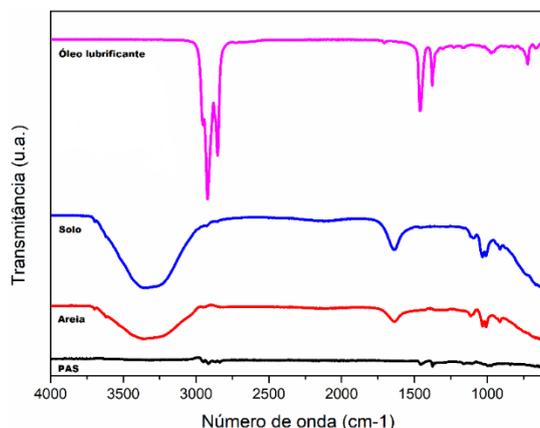
| Massa inicial determinada antes do intumescimento (g) | Massa final (g) determinada após o intumescimento de 24h | Grau de intumescimento em (%) |
|---|--|-------------------------------|
| 2,09 | 20,42 | 877,0 |
| 2,07 | 19,30 | 832,4 |
| 2,07 | 19,62 | 847,8 |
| Média | | 852,4 |

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados obtidos durante o ensaio de intumescimento indicam que o PAS apresentou capacidade de absorção de 852,4% do seu peso quando imerso em óleo lubrificante. Resultados obtidos por [1] indicaram capacidade de intumescimento do polímero superabsorvente Poliacrilato de Sódio equivalente a 250%, quando em contato com a água em 120 minutos.

A Fig. 3 apresenta os espectros de infravermelho do óleo lubrificante, solo, areia e do Poliacrilato de Sódio (PAS) puro a fim de facilitar a visualização e comparação com os resultados exibidos pelas amostras contaminadas com o óleo lubrificante, apresentados na sequência (Fig. 4 e Fig. 5).

Fig. 3 – Espectros de infravermelho do óleo lubrificante, solo, areia e PAS.



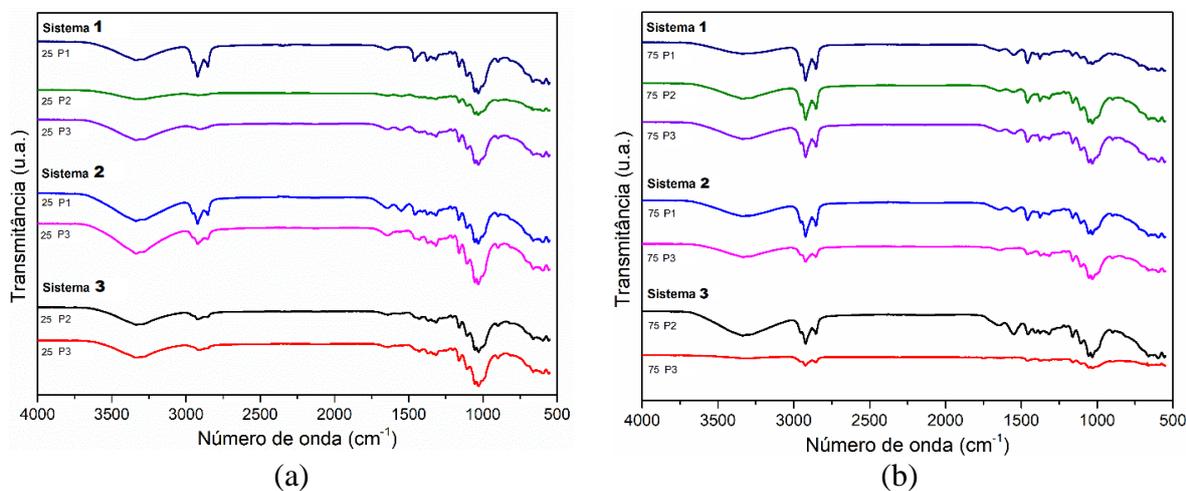
Fonte: Elaboração própria.

É possível observar, tanto na amostra de solo quanto na de areia, uma banda larga na região de 3700 a 3300 cm^{-1} , referente às vibrações das ligações OH referentes à presença de água e de ligações Al-OH. Em 1639 cm^{-1} , pode-se observar a banda referente a ligação H-O-H, presentes nos solos. Em 1031 cm^{-1} , a banda refere-se à presença de sílica em ambos os espectros do solo e da areia, da ligação Si-O e, por fim, a banda em 913 cm^{-1} , refere-se novamente à ligação Al-OH [5].

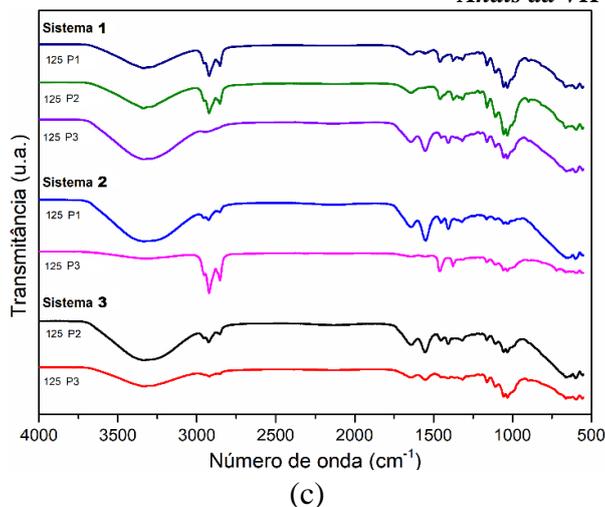
O espectro do óleo lubrificante possui as bandas na região de 2920 a 2850 cm^{-1} , referentes às vibrações de deformação axial assimétrica e simétrica dos grupos CH_2 . Em 1450 cm^{-1} , está presente a banda referente à deformação angular as ligações C-O-H e CH_2 . e o espectro do PAS apresenta picos na região de 2950 cm^{-1} , referente às ligações CH presentes neste polímero, e na região de 1450 - 1350 cm^{-1} , referente à ligação CH_2 [6].

A Fig. 4 apresenta os espectros de FTIR para os estratos contendo diferentes volumes de óleo.

Fig. 4 – Espectros de infravermelho das camadas de polímero com diferentes volumes de óleo lubrificante: 25mL (a), 75mL (b) e 125 mL (c).



Anais da VII Mostra de Docentes em RJJI



. Fonte: Elaboração própria.

As bandas localizadas entre 2820 cm^{-1} e 3000 cm^{-1} representam o estiramento do CH_2 , apresentando uma deformação axial simétrica e assimétrica nesta região de ácidos graxos, o que evidencia a presença dos óleos lubrificantes nos polímeros [6].

É possível observar na Fig. 4 (a) que houve decréscimo nos picos característicos do óleo no sistema 1 e 2, em específico 25 P1 e 25 P3, que viabilizou a retenção do óleo. Os picos mais intensos são o P1 de ambos os sistemas, devido serem o polímero primário e conter apenas uma camada de terra acima dele.

Em contrapartida, na Fig. 4 (b) as camadas de polímeros menos intensas correspondem ao P3 dos sistemas 2 e 3, uma vez que o polímero está alocado no estrato terminal da simulação, pois outras camadas de terra e areia acima o absorveram.

É possível observar na Fig. 4 (c) a presença de picos e bandas mais intensos, devido a maior quantidade de óleo, uma vez que, quanto maior a quantidade adicionada ao sistema, mais intensa será a banda. A presença de uma banda larga localizada acima de 3000 cm^{-1} representa a vibração do grupo hidroxila. Em contrapartida, as bandas entre 900 cm^{-1} a 1030 cm^{-1} representam sais minerais de Si-O e alongamento da ligação Al-OH, típicos dos solos, associados também a grupos acila saturados localizados em 1163 cm^{-1} , além de carboxilatos em 1448 cm^{-1} e 1552 cm^{-1} , conforme discutidos nos espectros do solo e areia puros [5, 6].

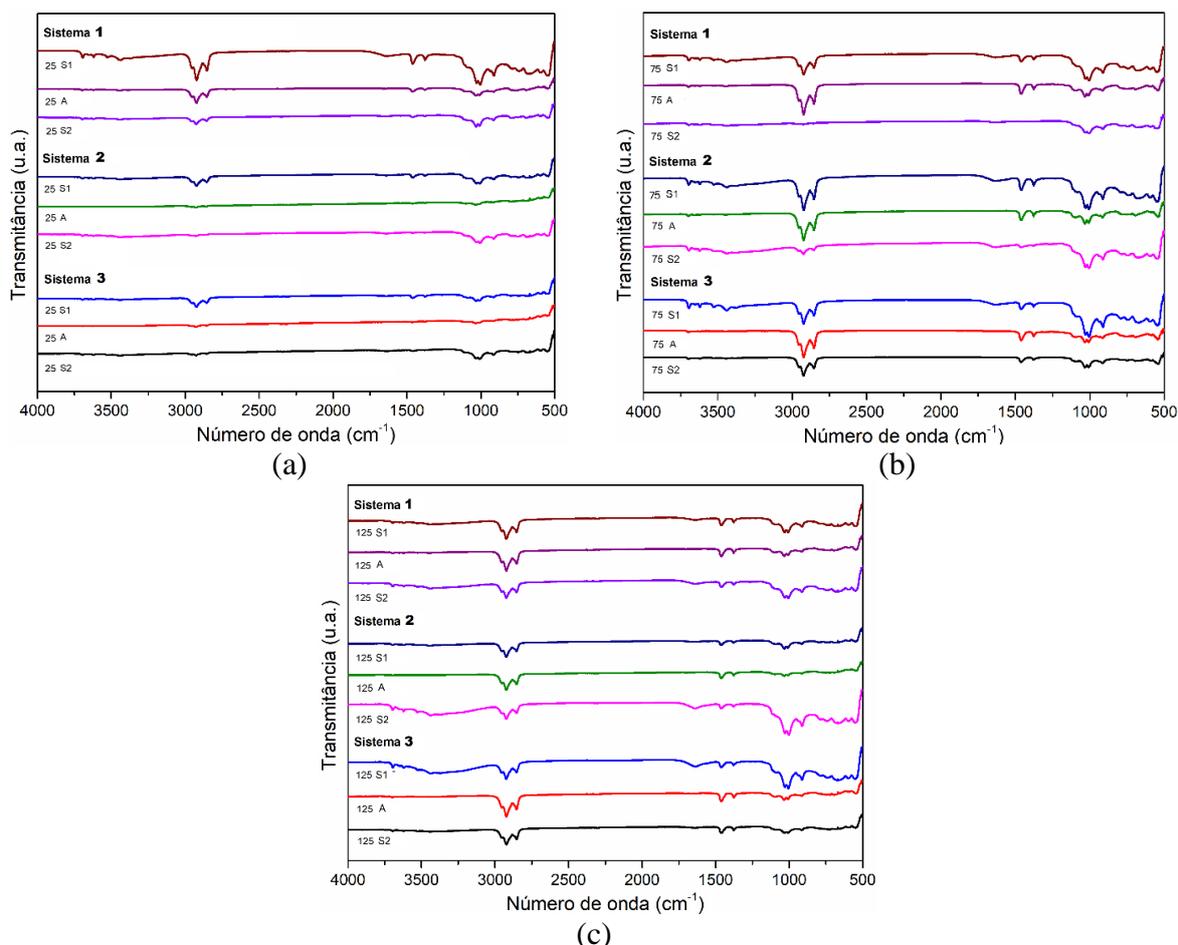
Na Fig. 4 observa-se as mesmas bandas presentes no polímero, entretanto, havendo diferenças nas intensidades dos picos, devido ao aumento significativo do volume de óleo de cada sistema [6].

É nítida a maior presença do óleo lubrificante na Figura 4 (b) e (c), respectivo a quantidades de 75 mL e 125 mL do óleo despejado. Contudo, evidenciando nas regiões entre 820 cm^{-1} e 2985 cm^{-1} o estiramento do CH_2 e um pico específico que representa também este contaminante na região de 1463 cm^{-1} , com deformação angular das ligações C-O-H e H-C-H. Entretanto, outra análise geral dos gráficos dos solos contaminados permite observar que os maiores picos que indicam a presença de óleo lubrificante encontram-se na camada A (areia), o que sugere que a areia absorveu mais o óleo em comparação ao solo. Em contrapartida, a Fig. 6 (a), apresenta maior quantidade de óleo na camada S1, a qual é a primeira camada a ter contato com o óleo lubrificante, e considerando o sistema com a mínima quantidade despejada [5].

Anais da VII Mostra de Docentes em RJI

A Fig. 5 apresenta os espectros de FTIR para os estratos de solo com diferentes volumes de óleo lubrificante: 25 mL (a), 75 mL (b) e 125 mL (c).

Fig. 5 – Espectros de infravermelho do solo contaminado com diferentes volumes de óleo lubrificante: 25 mL (a), 75 mL (b) e 125 mL (c).



. Fonte: Elaboração própria.

É possível observar na Figura 5 (a) que o sistema 1 (polímero em todas as camadas) apresentou um decréscimo significativo entre as camadas, comprovando que o polímero absorveu bem no decorrer do trajeto do fluído, apresentando intensidades inferiores nos picos das camadas que o sucedem.

Na Figura 5 (b), as camadas S2 nos sistemas 1 e 2 comprovam que suas intensidades e presença do óleo lubrificante é consideravelmente menor quando comparadas aos demais, pois esta camada é a última a ter contato com o mesmo. Já no sistema 3, a banda que representa o CH₂ (entre 2820 cm⁻¹ e 2985 cm⁻¹) demonstra que o polímero desta camada absorveu uma certa quantidade, minimizando a presença do contaminante na camada S2, assim evidenciando a diminuição da intensidade do seu pico [6].

Finalmente, na Figura 5 (c), são observadas intensidades semelhantes em praticamente todas as bandas. Regiões localizadas em 1003 cm⁻¹ a 1034 cm⁻¹, e a banda larga de 3000 cm⁻¹ na camada S1 do sistema 3 e S2 do sistema 1 e 2, respectivamente, associados ao alongamento da

Anais da VII Mostra de Docentes em RJI

ligação SiO dos Silicatos e dos grupos hidroxilas, representando camadas mais intensas de óleo lubrificante e a presença de sais minerais no solo. [6].

4. Considerações finais

Neste trabalho foi realizado um estudo de contaminação simulada do solo por óleo lubrificante com a finalidade de verificar a viabilidade do polímero superabsorvente, o Poliacrilato de Sódio (PAS), na retenção deste fluído, sendo este polímero uma alternativa de remediação dos contaminantes expostos no meio ambiente através do descarte inapropriado dos óleos lubrificantes.

Conclui-se que o uso do polímero superabsorvente PAS pode ser viável para aplicações na remediação de solos contaminados com metais potencialmente tóxicos, conforme evidencia os gráficos do FTIR na redução de concentrações do fluído nas camadas e polímeros acoplados em cada sistema. Entretanto, o poder de absorção do PAS para o óleo lubrificante é viável até 75 mL, acima disso o polímero demonstrou não ser tão eficaz em sua retenção, devido as camadas de solo e areia apresentarem pouca diferença nas bandas que representam o estiramento de CH₂ e COH. Todavia, outra análise perceptível dos gráficos é que o polímero não só absorveu o fluído como também os minerais presentes no solo.

Estudos semelhantes verificaram a eficiência do polímero superabsorvente previamente intumescido. Resultados apontaram melhor eficácia na absorção do Poliacrilato de Sódio (PAS) quando já saturado, pois apresenta maior capacidade de absorção dos metais pesados.

Agradecimentos

A autora agradece à colaboração do Prof. especialista Patricio Hernán Marabolí Albornoz, da INACAP – Chile.

Referências

- [1] DEHKORDI, D. K.; SHAMSNIA, S. A. Application of Reclaimed Sodium Polyacrylate to Increase Soil Water Retention. **Clean - Soil, Air, Water**, v. 48, n. 11, 2020.
- [2] SILVA, T. A.; OLIVEIRA, K. M. Descarte de óleos lubrificantes e suas embalagens: estudo de caso dos postos de gasolina e oficinas da cidade de ituiutaba, estado de minas gerais. **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 3, n. 7, p. 101–114, 2011.
- [3] KHODADADI DEHKORDI, D.; SHAMSNIA, S. A. Application of Reclaimed Sodium Polyacrylate to Increase Soil Water Retention. **Clean - Soil, Air, Water**, v. 48, n. 11, 2020.
- [4] ÖZBAKAN, N.; EVIRGEN, B. An Effect of Sodium Polyacrylate on Sandy Soil Parameters and Its Use in Soil Improvement. **World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering. Anais**. Avestia Publishing, 2022.
- [5] SAGAR NAYAK, P.; SINGH, B. K. Instrumental characterization of clay by XRF, XRD and FTIR. **Bull. Mater. Sci.** [s.l: s.n.].
- [6] KUNO, Q. et al. Área minería y metalurgia evaluar la eficiencia de polímeros en la absorción de suelo artificialmente contaminados (sac) con aceites lubricantes de la industria extractiva minera. **Iquique: Universidad Tecnológica de Chile (INACAP)**, 2022.