

Centro Paula Souza
ETEC Benedito Storani
Curso Técnico em Química

REFINO DE ÓLEO MINERAL USADO: Uma alternativa sustentável

Kevin Henrique Oliveira

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar um processo de refino aplicado ao óleo mineral usado em pequena escala, propondo uma alternativa sustentável ao descarte inadequado desse resíduo e demonstrando, de forma acessível, os fundamentos físico-químicos envolvidos em sua regeneração parcial. A pesquisa surgiu diante dos desafios ambientais, econômicos e logísticos associados ao acúmulo de óleo contaminado, bem como da necessidade de métodos simples, de baixo custo e alinhados às práticas educativas e de reaproveitamento de materiais. Foram testadas diferentes etapas de tratamento utilizando técnicas como decantação, centrifugação, aquecimento, filtração, tratamento ácido, neutralização, lavagem com solvente e destilação, culminando em uma versão final que demonstrou melhora visual e redução de impurezas, ainda que sem atingir o nível ideal de pureza observado em processos industriais. O estudo apresentou metodologia experimental, incluindo observações práticas, acompanhamento das transformações ao longo das etapas e análise da eficiência parcial dos métodos aplicados. Os resultados evidenciaram um avanço significativo na qualidade do óleo tratado, destacando-se a clarificação obtida e a remoção de partículas suspensas. A proposta demonstrou-se tecnicamente viável e relevante em termos educacionais e ambientais, além de apresentar potencial para aprimoramento e aplicação em contextos laboratoriais ou projetos piloto.

Palavras-chave: óleo mineral usado; refino; reciclagem; sustentabilidade; re-refino.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o Brasil consome anualmente grandes volumes de óleos lubrificantes minerais, utilizados em veículos automotivos, máquinas e processos industriais, o que

evidencia a relevância desse insumo para o setor produtivo nacional. Entre os diversos resíduos gerados por esses produtos, o óleo lubrificante usado ou contaminado destaca-se como um dos que mais demandam atenção ambiental, devido ao elevado potencial poluidor associado ao descarte inadequado. Diante desse cenário, surge o estudo do refino de óleo mineral usado como proposta técnica e sustentável, capaz de contribuir para a redução de impactos ambientais e para o uso mais racional de recursos não renováveis.

Tradicionalmente, o óleo lubrificante após o uso perde suas propriedades originais devido à degradação térmica, oxidação e acúmulo de partículas sólidas e contaminantes químicos, tornando-se inadequado para reutilização direta. Além disso, o processo industrial de produção de novos óleos demanda alto custo energético, matéria-prima mineral e tecnologias complexas, o que reforça a necessidade de alternativas que reduzam a dependência da extração de petróleo. Segundo a ANP e estudos ambientais recentes, o descarte incorreto do óleo usado está associado à contaminação do solo, da água e ao risco ecotoxicológico, tornando urgente a busca por métodos de regeneração acessíveis e eficientes. A inadequação das práticas de descarte e o custo elevado do re-refino industrial contribuem para a crescente necessidade de soluções didáticas e economicamente viáveis.

Por outro lado, o refino e reaproveitamento do óleo mineral usado apresentam oportunidades relevantes para a redução de impactos ambientais e para o fortalecimento de práticas sustentáveis em diferentes setores. A regeneração do óleo base permite ampliar sua vida útil, diminuir a geração de resíduos e reduzir a demanda por derivados de petróleo. Esse processo também promove ganhos econômicos ao transformar um resíduo perigoso em um produto novamente utilizável, reforçando a importância de estratégias sustentáveis e de baixo custo em contextos acadêmicos e laboratoriais. A crescente demanda por tecnologias limpas e processos circulares tem impulsionado pesquisas voltadas ao desenvolvimento de metodologias experimentais simplificadas.

O óleo lubrificante usado caracteriza-se pela presença de impurezas sólidas, degradação química, contaminantes orgânicos e formação de borra, fatores que dificultam seu reaproveitamento imediato. Sua composição alterada exige a aplicação de processos físicos e físico-químicos capazes de separar contaminantes e restaurar parcialmente suas propriedades funcionais. A literatura descreve

técnicas como decantação, aquecimento, centrifugação, filtração, tratamento ácido, neutralização e destilação, as quais apresentam diferentes níveis de eficiência e complexidade. Este estudo busca atender à necessidade de métodos práticos, acessíveis e didáticos para a regeneração do óleo usando materiais de baixo custo e procedimentos compatíveis com laboratórios de ensino.

O objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver e caracterizar uma metodologia experimental de refino aplicada ao óleo mineral usado, com foco em sua regeneração parcial e reaproveitamento. Para tal, serão realizados procedimentos padronizados envolvendo etapas físicas e físico-químicas, avaliação visual e análises simples, como densidade e turbidez, visando monitorar a eficiência de cada etapa. Ademais, o estudo inclui a revisão bibliográfica sobre técnicas de re-refino e a comparação dos resultados obtidos com práticas industriais consolidadas, de modo a compreender suas limitações, potencialidades e viabilidade de aplicação em pequena escala.

Dificuldades na Regeneração do Óleo Usado

A regeneração do óleo lubrificante apresenta diversos desafios devido à complexidade de sua degradação após o uso. Entre os principais fatores, destacam-se a oxidação dos componentes, a formação de borras, a presença de partículas metálicas e contaminantes químicos, além das limitações impostas por equipamentos laboratoriais de baixa capacidade, como centrífugas com RPM insuficiente, filtros pouco eficientes e ausência de sistemas de vácuo adequados. De acordo com a ANP e estudos técnicos, o mercado de re-refino ainda enfrenta barreiras relativas ao custo operacional e à necessidade de tecnologias avançadas para obtenção de um produto com alta pureza.

Potencial do Re-refino como Alternativa

Considerando esse panorama, torna-se fundamental investigar métodos que aliem viabilidade prática, baixo custo e eficiência operacional. O refino laboratorial surge como alternativa promissora, pois possibilita compreender os princípios de purificação do óleo e demonstra, na prática, a aplicabilidade de processos que podem ser replicados ou aprimorados em escala maior. A regeneração do óleo base contribui para a redução do consumo de petróleo, para o prolongamento do ciclo de vida do produto e para o fortalecimento de políticas de sustentabilidade, alinhando-se ao conceito de economia circular e à necessidade de diminuir o descarte incorreto.

Inovação e Sustentabilidade

O refino em pequena escala, portanto, representa uma inovação científica e educacional alinhada às demandas atuais por processos sustentáveis, economicamente acessíveis e ambientalmente responsáveis. Sua aplicação pode contribuir tanto para a formação acadêmica quanto para o incentivo à pesquisa voltada ao reaproveitamento de resíduos industriais. Dessa forma, o desenvolvimento de metodologias experimentais para a regeneração do óleo usado revela-se uma alternativa estratégica frente aos desafios ambientais, tecnológicos e econômicos envolvidos no gerenciamento de resíduos oleosos no Brasil.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Objetivo

Refinar óleo lubrificante usado por meio de métodos físicos e físico-químicos, eliminando contaminantes e regenerando o óleo base com qualidade técnica próxima ao óleo novo.

2.2 Fundamentação Teórica

O refino de óleos minerais usados tem como principal finalidade remover contaminantes — como borras, partículas metálicas, compostos oxidados e resíduos combustos — para restaurar as propriedades do óleo base. Em escala industrial, esses processos envolvem operações complexas como destilação a vácuo, tratamento químico, hidrogenação e uso de argilas ativadas. Para fins acadêmicos e didáticos, no entanto, é possível empregar metodologias simplificadas, capazes de reproduzir os princípios fundamentais dessas operações com materiais acessíveis.

Entre os métodos aplicados destacam-se:

- **Decantação:** utilizada para separação inicial entre fases líquidas e sólidos sedimentáveis;
- **Centrifugação** (quando disponível): acelera a separação de impurezas densas;
- **Aquecimento:** reduz viscosidade, auxilia na separação e elimina compostos voláteis leves;
- **Filtração com pó filtrante (terra diatomácea):** retém partículas finas e melhora a clarificação;

- **Tratamento ácido:** remove contaminantes polares e material carbonizado;
- **Neutralização:** elimina excesso de acidez e subprodutos da etapa anterior;
- **Lavagem com solvente:** favorece a extração de impurezas orgânicas;
- **Destilação:** separa frações voláteis e concentra o óleo regenerado.

Essas técnicas, combinadas, constituem um processo didático eficiente e alinhado aos princípios da sustentabilidade e da economia circular.

2.3 Materiais, Equipamentos e Local

O experimento foi conduzido em ambiente laboratorial utilizando 500 mL de óleo mineral usado. Os materiais e reagentes empregados incluíram:

- Béqueres de 500 e 1000 mL
- Funil de separação
- Papel filtro e funil Büchner
- Terra diatomácea
- Ácido sulfúrico 35%
- Hidróxido de sódio 5%
- Água destilada
- Solvente hexano diluído
- Metanol
- Sistema de destilação simples com manta aquecedora
- Termômetro e bastão de vidro

O procedimento experimental foi realizado no laboratório durante o período de execução do projeto.

2.4 Etapas do Procedimento

2.4.1 Pré-tratamento do Óleo

Em um béquer de 1000 mL, adicionaram-se 500 mL de óleo lubrificante usado. O conteúdo foi aquecido a 80 °C por 30 minutos, com agitação manual. Após o aquecimento, o óleo foi transferido para decantação em béquer de 500 mL, separando parte dos sólidos mais pesados.

2.4.2 Tratamento Ácido

Foram medidos 50 mL de ácido sulfúrico 35% (v/v). O ácido foi adicionado lentamente ao óleo sob agitação, dentro da capela. A mistura foi transferida ao funil

de separação e mantida em repouso por 24 horas. A fase ácida, contendo contaminantes polares, foi descartada, restando a fase oleosa parcialmente tratada.

2.4.3 Lavagem e Neutralização

Adicionaram-se 100 mL de água destilada aquecida a 60 °C ao óleo tratado, promovendo agitação e posterior separação da fase aquosa. Em seguida, a neutralização foi realizada com 50 mL de NaOH 5%, novamente com repouso e separação da fase básica.

2.4.4 Filtração com Pó Filtrante

Com o óleo ainda morno, adicionaram-se 25 g de terra diatomácea. A mistura foi filtrada a vácuo em funil Büchner, promovendo a retenção de resíduos finos e sujeira carbonizada.

2.4.5 Lavagem com Solvente

Preparou-se solução de hexano diluído (25 mL de hexano + 25 mL de água). Após mistura com o óleo, realizou-se separação de fases. O solvente foi descartado e o óleo permaneceu em capela para evaporação de resíduos voláteis.

2.4.6 Destilação Final

O óleo foi submetido à destilação simples até atingir 300 °C. Frações voláteis até 150 °C foram descartadas. O óleo base regenerado foi coletado em recipiente limpo, apresentando coloração mais clara e menor turbidez.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o processo experimental, observou-se uma melhora significativa na aparência do óleo após as etapas de aquecimento, filtração e tratamento ácido, resultando em uma coloração mais clara e redução perceptível da turbidez. Ainda assim, o material final apresentou traços de impurezas e uma coloração residual, evidenciando que o nível ideal de pureza não foi alcançado.

A meta inicial consistia em obter um óleo completamente límpido e transparente, livre de impurezas, aditivos e resíduos. Embora a melhoria visual tenha sido evidente, os resultados demonstraram que as técnicas utilizadas não foram

suficientes para promover uma regeneração total. Mesmo diante dessas limitações, o experimento comprovou a eficácia parcial das etapas e destacou o potencial de aprimoramento quando associadas a sistemas de adsorção com carvão ativado e argila, conforme previsto no projeto piloto — alternativa sustentável que ainda se mostra viável para estudos futuros.

O projeto evidenciou que a integração de métodos físicos e físico-químicos contribui para a redução significativa de resíduos sólidos e reforça o conceito de sustentabilidade aplicado ao ambiente laboratorial. A aplicação em pequena escala demonstrou ser didática e motivadora, permitindo aos alunos compreenderem, na prática, os processos de purificação e os desafios envolvidos no re-refino de óleos minerais.

O estudo demonstrou a viabilidade da aplicação de métodos de baixo custo para o refino de óleo mineral usado, empregando técnicas físicas como centrifugação, aquecimento e filtração. Mesmo em escala reduzida, essas etapas apresentaram eficácia na diminuição de impurezas e na melhoria inicial das características do óleo, evidenciando potencial para análises complementares e para o aperfeiçoamento do processo em estudos futuros.

O trabalho também comprovou que é possível implementar, em ambiente escolar, procedimentos simples e economicamente acessíveis para o tratamento de óleo mineral usado. Embora o produto final não tenha atingido o grau de pureza pretendido, as melhorias verificadas em cor, odor e aspecto geral reforçam a eficiência parcial das etapas aplicadas. O projeto contribui para a formação técnica dos estudantes e para a conscientização ambiental, destacando a relevância do reaproveitamento e da gestão adequada de resíduos oleosos.

REFERÊNCIAS

MARTINS, J. A. Reciclagem de óleos lubrificantes: aspectos técnicos e ambientais. *Revista Brasileira de Química*, v. 12, n. 2, p. 45–53, 2020.
Disponível em: <https://www.rbquimica.org>
Acesso em: 10 nov. 2025.

SILVA, R. R.; PEREIRA, M. A. Métodos de regeneração de óleos minerais usados. *Química Nova*, v. 43, n. 8, p. 1023–1032, 2021.
Disponível em: <https://www.quimicanova.sbq.org.br>
Acesso em: 10 nov. 2025.

CETESB. *Óleos lubrificantes usados: guia técnico ambiental*. São Paulo, 2019.
Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br>
Acesso em: 10 nov. 2025.

ANP. *Manual de Re-refino de Óleos Lubrificantes*. Agência Nacional do Petróleo, 2021.
Disponível em: <https://www.gov.br/anp>
Acesso em: 10 nov. 2025.

SOUZA, J. P.; LIMA, R. F. Processos de purificação de óleos minerais. *Revista Brasileira de Engenharia Química*, v. 45, n. 2, p. 120–135, 2020.
Disponível em: <https://www.engenhariaquimica.com>
Acesso em: 10 nov. 2025.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. *Diário Oficial da União*, 24 jun. 2005.
Disponível em: <https://conama.mma.gov.br>
Acesso em: 10 nov. 2025.

CASTRO, R. S.; MORAES, C. A. M. Recuperação de óleo lubrificante usado: estudo de técnicas de refino e re-refino. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 4, p. 745–754, 2017.
Disponível em: <https://www.abeq.org.br/engenharia-sanitaria>
Acesso em: 10 nov. 2025.

COUTINHO, R. C.; LOPES, A. L. C. Tratamento e reaproveitamento de óleos lubrificantes usados: uma alternativa sustentável. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 8, n. 2, p. 256–268, 2019.
Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rber>
Acesso em: 10 nov. 2025.

MACHADO, R. A.; FREITAS, F. A. Processos de refino e re-refino de óleos minerais: uma revisão técnica. *Química Nova*, v. 43, n. 5, p. 612–621, 2020.
Disponível em: <https://www.quimicanova.sbq.org.br>
Acesso em: 10 nov. 2025.

SILVA, J. P.; OLIVEIRA, F. L. Estudo experimental do clareamento de óleo lubrificante usado utilizando argila ativada e carvão vegetal. *Revista Matéria*, v. 26, n. 3, p. e12931, 2021.
Disponível em: <https://www.revmatéria.com.br>
Acesso em: 10 nov. 2025.