

# Valorização dos lodos de curtume

Eng. PhD. Bianca Maria Bresolin,  
Tecnóloga de Pesquisa da SSIP

A indústria coureira italiana do couro é composta por cerca de 1.200 empresas. Em 2022 produziu 110 milhões de metros quadrados de couro acabado e 9 mil toneladas de couro de sola<sup>1</sup>. Nas empresas italianas estima-se que são produzidos 1,38 kg de resíduos por metro quadrado de couro acabado, 25% dos quais são lodos<sup>2</sup>. Normalmente, os distritos de curtumes italianos transportam as águas residuais e os lodos da sedimentação primária produzidas durante as atividades, para estações centralizadas de tratamento de águas residuais industriais. Os lodos do curtume são os lodos resultantes dos tratamentos físico-químicos (por exemplo, sedimentação primária) e os lodos ativos residuais são os provenientes das unidades de tratamento biológico. O lodo de curtume é um resíduo sólido que precisa ser gerenciado com cuidado e seu descarte ainda representa um dos grandes problemas da indústria curtidora. A gestão dos lodos de curtume tem impactos importantes, tanto econômicos para a gestão por se tratar de resíduos, quanto impactos ambientais e sociais, e estes não podem ser ignorados para o desenvolvimento de uma indústria mais sustentável. Até o momento, o principal destino desses lodos é o aterro, devido à presença significativa de poluentes nocivos, entre eles o cromo. Uma gestão mais sustentável dos lodos de curtume tornou-se hoje um desafio cada vez mais emergente<sup>3</sup>.

Recentemente, a valorização do conteúdo orgânico e energético dos lodos de curtume tem envolvido numerosos estudiosos que seguem os princípios da economia circular. As tecnologias para a valorização dos resíduos tornaram-se hoje essenciais para o alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e para mitigar o problema dos impactos negativos<sup>4</sup>.

Este trabalho pretende contribuir para a apresentação de uma visão geral das atuais tecnologias de valorização dos lodos de curtume, destacando benefícios, desvantagens e possíveis perspectivas.

O processo de lodos ativados é um método amplamente utilizado para o tratamento de águas residuais de curtume a nível mundial, no entanto, este processo produz uma grande quantidade de lodos, muitas vezes carregados de metais pesados, o que dificulta a sua valorização<sup>5</sup>. Os resultados indicam que a maioria dos estudos se concentra na recuperação do cromo, pirólise, co-digestão anaeróbica e solidificação, enquanto a gaseificação para produção de biodiesel ou biocombustível ainda permanece um caminho amplamente inexplorado. Além disso, ainda faltam na literatura aspectos como otimização dos processos, avaliação do ciclo de vida dos lodos, técnicas alternativas de valorização, análises ambientais, econômicas e energéticas. Portanto, estudos futuros devem direcionar-se na otimização dos processos, na energia na análise energética e na avaliação técnico-econômica para compreender a viabilidade e os benefícios ambientais das diversas tecnologias de valorização e desenvolvê-las em escala industrial para uma gestão sustentável dos

lodos. Além disso, muitas destas técnicas de valorização de lodos de curtume provaram muitas vezes serem economicamente inviáveis e, por vezes, não socialmente aceitáveis, por estas razões a deposição em aterro continua a ser o método mais comumente praticado. No entanto, para cumprir com os regulamentos ambientais da UE e, face à emergência da disponibilidade cada vez menor de locais adequados para aterros, é essencial investigar criticamente os processos existentes para propor técnicas viáveis para a valorização dos lodos de curtume, a fim de apoiar um negócio do couro em nível global. A seguir examinaremos as principais técnicas de valorização existentes.

### **1. Técnicas Termoquímicas**

A conversão termoquímica é amplamente aplicável para recuperação de energia e materiais. Os componentes dos lodos são tratados a altas temperaturas na ausência, presença ou excesso de oxigênio. Na literatura existente destacam-se principalmente as técnicas de incineração, combustão, pirólise e gaseificação. A incineração convencional não é aceitável, pois cria uma grave poluição ambiental ao liberar metais pesados no ambiente. A recuperação energética, no entanto, tornou-se uma questão crucial. As imagens a seguir (**Figuras 1, 2 e 3**) resumem as vantagens e desvantagens econômicas e socioambientais, bem como as perspectivas futuras das tecnologias de recuperação energética dos lodos.

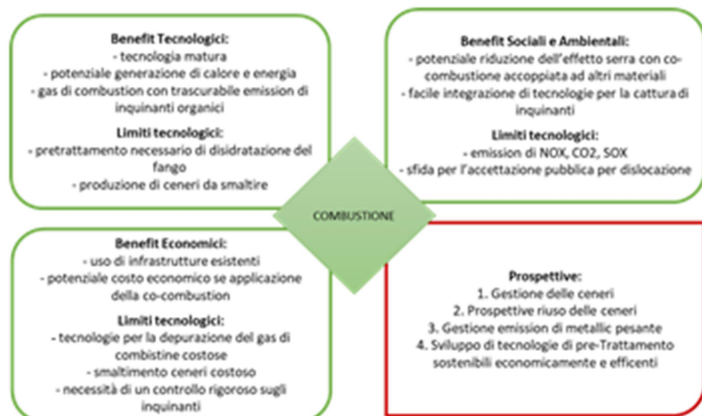


Figura 1: Vantaggi e svantaggi della combustione

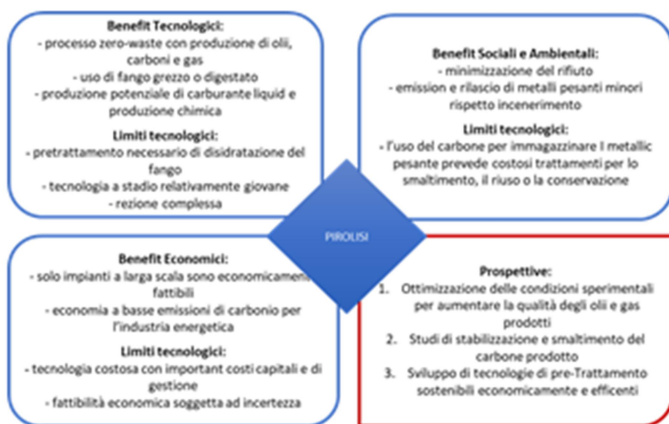


Figura 2: Vantaggi e svantaggi della pirolisi

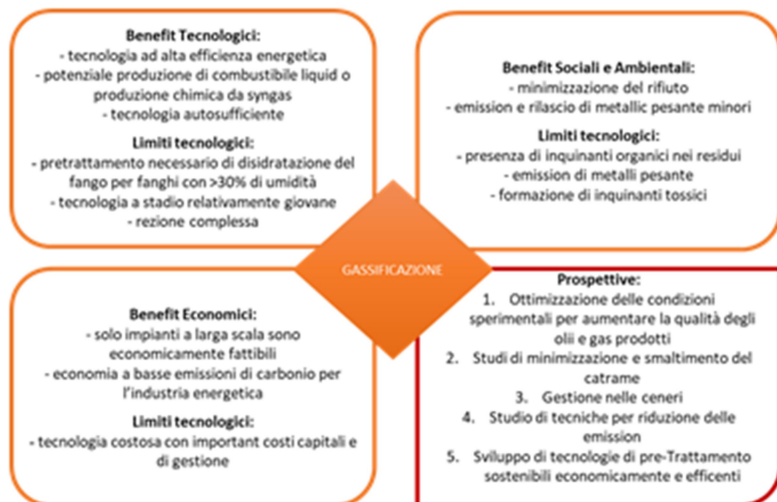


Figura 3: Vantaggi e svantaggi della gassificazione

## 2. Técnicas Bioquímicas

A literatura existente destaca que o uso da conversão bioquímica para tratamento dos lodos pode garantir a destinação segura desses resíduos. Além disso, neste processo através da utilização de microrganismos específicos é possível recuperar recursos ou energia da matriz do lodo. O processo de conversão bioquímica, comparado à conversão termoquímica, é menos produtivo e requer um custo de investimento relativamente mais elevado. Além disso, a elevada concentração de substâncias perigosas nos lodos de curtume, como o cromo pode, por vezes representar um obstáculo devido à sua toxicidade para os microrganismos. As principais técnicas bioquímicas utilizadas no manejo de lodos de curtume estão resumidas a seguir.

- *Compostagem*

A compostagem é uma técnica aeróbica usada para quebrar a matriz do lodo e utilizar seus nutrientes para biofertilizantes. O processo de compostagem tem sido amplamente estudado e muitos destes estudos relataram que o processo é difícil de implementar para lodos de curtume devido à migração de Cr(III) para o solo, o que pode levar a uma maior contaminação da cadeia alimentar, desencadeando reações graves, riscos para a saúde e poluição ambiental.

- *Tratamentos Anaeróbicos*

A digestão anaeróbica é um método popular de tratamento biológico que utiliza microrganismos anaeróbicos para produzir biogás a partir da matriz do lodo. Esta tecnologia tem atraído considerável atenção dos pesquisadores, pois oferece uma solução viável para a gestão dos lodos, ao mesmo tempo em que satisfaz a busca de energia renovável no meio de uma crise energética. Numerosos estudos foram conduzidos em escala laboratorial para avaliar a eficácia e a viabilidade também em lodos de curtume. A eficácia das tecnologias de produção de biogás depende, em grande parte, de vários parâmetros, tais como a matriz inicial, temperatura do processo, carga orgânica, relação carbono/nitrogênio, pH, tempo de retenção hidráulica, umidade, conteúdo de calor, etc. Os processos biológicos que ocorrem durante um típico tratamento anaeróbico estão esquematizados na **Figura 4**.

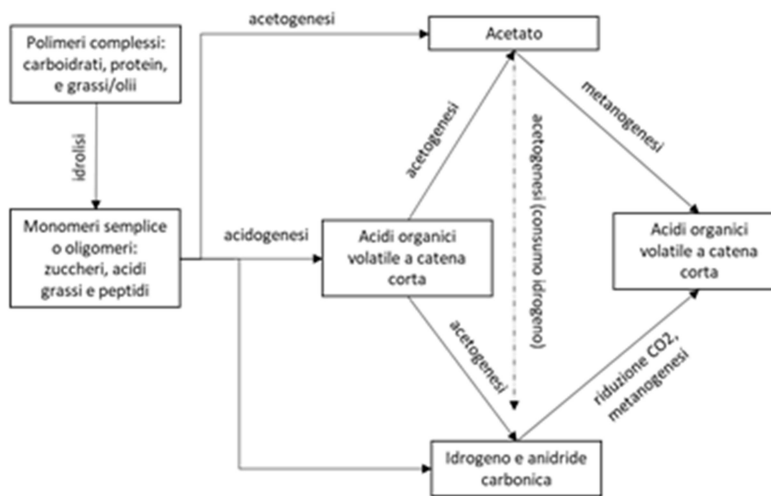


Figura 4: Processi biologici durante i trattamenti anaerobici

- *Conversão biológica de biodiesel*

A conversão biológica ocorre através de reação catalítica ou fotocatalítica com produção de biocombustíveis e hidrogênio. Embora a tecnologia tenha se mostrado uma opção energética promissora e com viabilidade técnico-econômica, não é amplamente abordada na literatura.

### 3. Estabilização dos lodos para uso civil

A valorização dos lodos de curtume através de processos de solidificação e estabilização tem recebido muita atenção na literatura, pois representa um processo que pode ajudar a gerir os lodos de forma sustentável, utilizando-os como matéria-prima alternativa e gratuita para o processamento de materiais de construção como tijolos e concreto. Os produtos cerâmicos produzidos a partir de lodos de curtume têm apresentado resultados promissores, como uma adequada resistência mecânica, principalmente quando misturados com argila ou outros materiais, mesmo de origem vegetal, em determinadas proporções. A eficácia do processo permanece pouco clara e requer investigações mais aprofundadas, especialmente no que diz respeito à viabilidade técnico-econômica e à avaliação dos impactos ambientais.

### 4. Outras utilizações

Pesquisas alternativas para explorar um uso sustentável dos lodos de curtume são: preparação de membranas impermeabilizantes, membranas micro filtradas, membranas ignífugas, utilização para pigmentos verde-cromo e pigmentos cerâmicos pretos e fabricação de vidro de sílica.

## 5. Recuperação do Cromo

Uma área muito explorada para a valorização dos lodos de curtume é a recuperação do cromo através de processos químicos ou biológicos. O processo químico envolve a utilização de substâncias inorgânicas ou ácidos orgânicos para a extração dos metais pesados. O processo biológico concentra-se em microrganismos capazes de extrair os metais por meio da oxidação. O processo biológico é mais demorado do que os processos químicos, mas a extração química resulta na produção de resíduos secundários que constituem um ônus para o meio-ambiente.

Em relação aos estudos sobre recuperação de cromo, diversas reflexões podem ser feitas. A viabilidade do processo de recuperação do cromo possui muitas variáveis que dizem respeito à matéria-prima, aos parâmetros do processo e à tecnologia utilizada para a recuperação. O processo de bi lixiviação é mais demorado e tem menor eficiência, enquanto os processos químicos oferecem melhor eficiência em tempos mais curtos. Finalmente, a integração da recuperação de cromo durante a geração de energia a partir de lodos de curtume oferece vantagens notáveis: evita a reação de oxidação durante o tratamento térmico e geração de combustível ou energia térmica, agregando valor ao ciclo de vida do lodo de curtume.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNIC Concerie Italiane. Risultati Economici Industria Conciaria Italiana (2022). <https://www.unic.it/conceria-italiana/industria-conciaria-italiana> (2023).
2. UNIC Italian Tanneries. Sustainability Report UNIC Italian Tanneries Y2022. (2023).
3. Chiampo, F., Shanthakumar, S., Ricky, R. & Ganapathy, G. P. Tannery: Environmental impacts and Sustainable Technologies. *Mater Today Proc* (2023).
4. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations: New York, NY, USA Preprint at <https://doi.org/10.1163/157180910X12665776638740> (2015).
5. Alibardi, L. & Cossu, R. Pre-treatment of tannery sludge for Sustainable landfilling. *Waste Management* **52**, 202–211 (2016).