

CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



## ENTRE A NORMA E A PRÁTICA: NBR 10004:2024 E O FUTURO DA CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.9.26.IX-001>

Aline Alves Freitas, Diane Osterberg Laroque, Simone Kubeneck, Sebastião Roberto Soares, Armando Borges de Castilhos Júnior

\* Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental - [aline.af@ufsc.br](mailto:aline.af@ufsc.br)

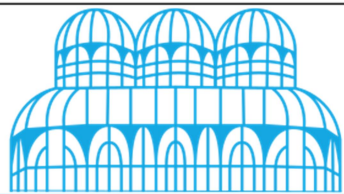
### RESUMO

A classificação de resíduos sólidos quanto à periculosidade constitui uma etapa principal do gerenciamento ambiental, uma vez que orienta decisões relacionadas ao potencial de valorização, tratamento e destinação final destes materiais residuais. No Brasil, a ABNT NBR 10004 estabelece os critérios e etapas de classificação do resíduo quanto a sua periculosidade. Publicada pela primeira vez em 1987, a ABNT NBR 10004 já passou por atualizações no ano de 2004, estabelecendo a classificação dos resíduos em Classe I – Perigoso e Classe II – Não Perigoso, sendo está dividida em Classe II A (Não Inertes) e Classe II B (Inertes), e recentemente em 2024, em que alterou de forma significativa o processo de classificação dos resíduos. Tendo como base para sua atualização normas internacionais, a atual ABNT NBR 10004 se apresenta dividida em duas partes: a ABNT NBR 10004-1:2024, que estabelece os requisitos do processo de classificação dos resíduos, e a ABNT NBR 10004-2:2024, que apresenta um catálogo de resíduos organizados por código (LGR – Lista Geral de Resíduos), sendo o processo de classificação regido por 4 passos que incluem a avaliação da presença do resíduo na LGR para sua classificação direta, a verificação da presença de POPs, o potencial de efeitos adversos que o resíduo pode causar e a avaliação de toxicidade do resíduo com base na Lista Geral de Substâncias Conhecidamente Tóxicas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar os impactos da atualização da ABNT NBR 10004:2024 na classificação dos resíduos sólidos por meio do desenvolvimento de dois estudos de caso representativos: com relação ao rejeito de mineração de ferro, a análise indicou sua classificação como não perigoso, evidenciando a importância da aplicação criteriosa dos limites e parâmetros estabelecidos na norma. Já para os cascalhos de perfuração, a avaliação pela LSCT levou à classificação como perigoso (diferentemente da classificação antiga), em função das concentrações de substâncias com potencial tóxico. Por meio dessa avaliação foi possível determinar o maior rigor técnico na classificação de resíduos em relação a ABNT NBR 10004:2004, estabelecendo uma classificação precisa.

**PALAVRAS-CHAVE:** ABNT NBR 10004:2024, Classificação, Periculosidade, Cascalhos de perfuração, Resíduos de Mineração

### ABSTRACT

The classification of solid waste according to its hazardousness is a key step in environmental management, as it guides decisions related to the potential for recovery, treatment, and final disposal of these waste materials. In Brazil, ABNT NBR 10004 establishes the criteria and stages for classifying waste as to its hazardousness. Published for the first time in 1987, ABNT NBR 10004 has already undergone updates in 2004, establishing the classification of waste into Class I – Hazardous and Class II – Non-Hazardous, being divided into Class II A (Non-Inert) and Class II B (Inert), and recently in 2024, in which it significantly changed the waste classification process. Based on its updating of international standards, the current ABNT NBR 10004 is divided into two parts: ABNT NBR 10004-1:2024, which establishes the requirements of the waste classification process, and ABNT NBR 10004-2:2024, which presents a waste catalog organized by code (LGR – General Waste List), with the classification process governed by 4 steps that include the evaluation of the presence of the waste in the LGR for its direct classification, the verification of the presence of POPs, the potential for adverse effects that the residue may cause, and the toxicity assessment of the residue based on the General List of Known Toxic Substances. In this sense, the objective of this work was to analyze the impacts of the update of ABNT NBR 10004:2024 on the classification of solid waste through the development of two representative case studies: regarding iron mining tailings, the analysis indicated their classification as non-hazardous, highlighting the importance of the careful application of the limits and parameters established in the standard. In contrast, for drilling cuttings, the evaluation based on LSCT led to their classification as hazardous (unlike the previous classification), due to the concentrations of substances with toxic potential. Through this evaluation, it was possible to determine the highest technical rigor in the classification of waste in relation to ABNT NBR 10004:2004, establishing a precise classification.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



**KEY WORDS:** ABNT NBR 10004:2024, Classification, Hazardousness, Drill Cuttings, Mining Waste

## INTRODUÇÃO

Em setores industriais estratégicos, como a mineração e a exploração de petróleo e gás, a geração de resíduos ocorre em larga escala e apresenta elevada complexidade, tanto em termos de composição quanto de variabilidade. Nesse contexto, a definição adequada da periculosidade torna-se essencial não apenas para a mitigação de riscos à saúde humana e ao meio ambiente, mas também para viabilizar alternativas sustentáveis de reaproveitamento e economia circular.

No Brasil, a ABNT NBR 10004 é a principal referência normativa para a classificação de resíduos sólidos, exercendo papel estruturante na regulação e padronização das práticas de gerenciamento. Implementada pela primeira vez em 1987, a norma tem entre seus principais objetivos promover a conservação de recursos naturais e a proteção à saúde humana e do meio ambiente, por meio do estabelecimento de critérios de periculosidade para classificação dos resíduos (BRASIL, 2024).

Sua atualização mais recente, publicada em 2024, representa uma mudança significativa na forma como a periculosidade é avaliada, ao incorporar critérios mais robustos e alinhados a referenciais internacionais, como o Sistema Globalmente Harmonizado (GHS) e a Lista Europeia de Resíduos, para que o processo de classificação reflita o estado da arte acerca do tema por meio do uso de um conjunto sólido de informações adequadamente sistematizadas (BRASIL, 2024). A nova abordagem introduz instrumentos como a Lista Geral de Resíduos (LGR) e a Lista de Substâncias Conhecidamente Tóxicas (LSCT), além de um fluxo classificatório estruturado, promovendo uma análise mais integrada que considera simultaneamente a origem do resíduo, suas características físico-químicas e sua composição toxicológica.

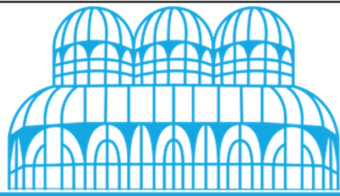
Como desdobramento dessa nova abordagem, a classificação passa a valorizar de forma mais sistemática as informações relacionadas ao processo ou atividade de origem do resíduo, bem como seus constituintes e características. Para isso, considera a identificação das matérias-primas, insumos e reações envolvidas na sua geração, promovendo mudanças estruturais nos critérios e procedimentos adotados no Brasil. Como resultado, há uma redefinição da lógica de avaliação da periculosidade, bem como dos parâmetros utilizados no enquadramento normativo (BRASIL, 2024).

A reformulação da norma amplia o rigor técnico do processo classificatório e fortalece sua confiabilidade, ao mesmo tempo em que traz implicações diretas para o enquadramento de resíduos gerados em larga escala por diferentes setores industriais. A depender de sua composição e das informações disponíveis, resíduos podem ter sua classificação redefinida, o que impacta diretamente as estratégias de valorização, as possibilidades de tratamento e os requisitos de destinação final. Dessa forma, a atualização da ABNT NBR 10004:2024 não apenas moderniza o arcabouço normativo brasileiro, mas também influencia de maneira decisiva a gestão de resíduos sólidos, com reflexos técnicos, ambientais e econômicos relevantes.

## OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos dessa atualização na classificação de resíduos sólidos, com ênfase nas alterações promovidas no processo decisório e em seus desdobramentos técnicos e regulatórios. O estudo concentra-se na análise prática de como a nova abordagem altera o enquadramento de resíduos como Classe 1 – Perigosos ou Classe 2 – Não Perigosos, especialmente diante da incorporação da Lista Geral de Resíduos (LGR), da lógica de entradas únicas e espelho e da aplicação sistematizada das características de toxicidade e fatores de perigo baseados no Sistema Globalmente Harmonizado (GHS).

Para este fim, são desenvolvidos dois estudos de caso representativos de setores com elevada relevância ambiental e regulatória. O primeiro aborda um rejeito de mineração constante na LGR, cuja classificação é inicialmente conduzida conforme o Passo 1 da norma ABNT NBR 10004-1:2024 (Anexo A), permitindo discutir os efeitos da listagem normativa e seus reflexos no enquadramento direto ou condicionado. O segundo analisa cascalhos de perfuração de poços de petróleo, não contemplados em seção específica da lista, demandando a aplicação sequencial dos Passos 2 a 4 previstos na norma, com utilização da planilha de avaliação da periculosidade. A partir desses casos, busca-se



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9° CONRESOL

9° Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

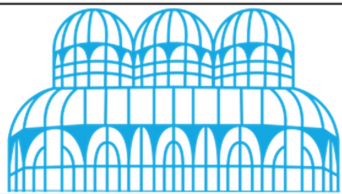


evidenciar o que efetivamente mudou na prática classificatória, quais são as principais diferenças procedimentais introduzidas e quais impactos podem decorrer para a valorização, tratamento e destinação final desses resíduos.

## METODOLOGIA

A metodologia consistiu na aplicação prática dos critérios estabelecidos pela norma ABNT NBR 10004:2024 de modo a avaliar os impactos da atualização normativa na classificação de periculosidade de resíduos sólidos. Foram selecionados dois resíduos representativos de contextos distintos dentro do novo sistema classificatório: (i) rejeito de beneficiamento de minério de ferro, enquadrado dentro da LGR, e (ii) cascalhos de perfuração de poços de petróleo, não contemplados de forma específica na LGR.

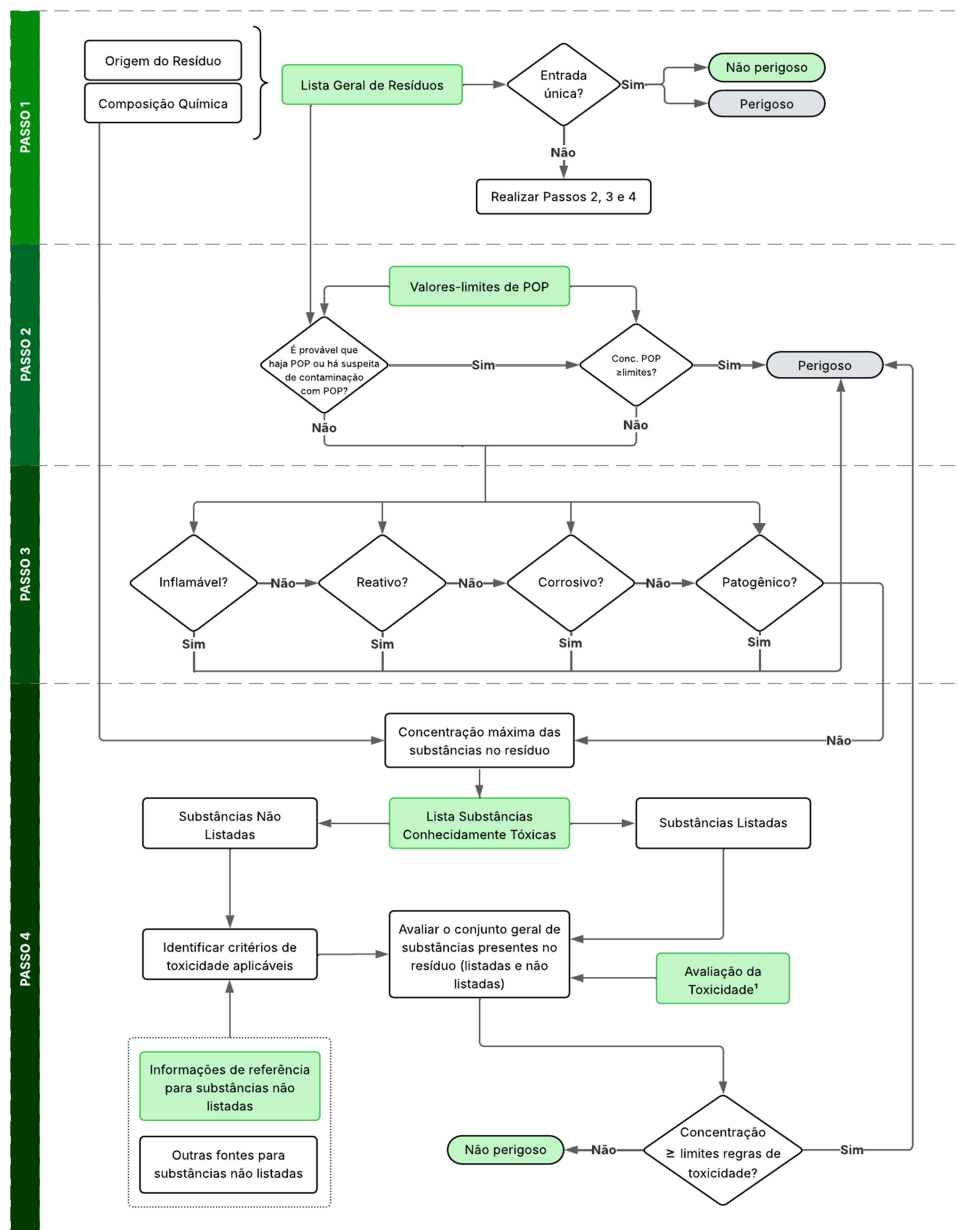
A norma atualizada apresenta um Fluxograma de 4 passos para Classificação da Periculosidade de Resíduos Sólidos (Figura 1). O **Passo 1** consiste no enquadramento do resíduo por meio da LGR, que é um sistema codificado e padronizado para identificar a origem e características presumidas do resíduo. Segundo a norma, todo resíduo deve ser enquadrado em uma entrada da lista de acordo com a atividade geradora do resíduo e a sua composição físico-química. A LGR divide os resíduos em duas entradas principais: Entrada Única que se refere aos resíduos que já possuem especificação detalhada com composição conhecida, permitindo a classificação direta como “Perigoso” ou “Não Perigoso”, e Entrada Espelho que é aplicada quando a periculosidade do resíduo depende da concentração dos componentes presentes na matriz do resíduo em relação aos limites estabelecidos pela norma. Nesse último caso, o resíduo não é classificado de forma imediata, sendo necessário avançar pelas etapas seguintes do processo de classificação.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

# 9º CONRESOL

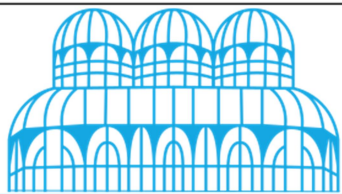
9º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



**Figura 1.** Macroprocesso de classificação dos resíduos quanto à periculosidade. Fonte: Adaptado de ABNT NBR 10004-1:2024, Anexo A.

Para o rejeito de mineração, aplicou-se apenas o Passo 1 do fluxograma de classificação de resíduos, consistindo na verificação da identificação do resíduo de acordo com a descrição já existente da LGR, e aplicação direta da classificação indicada pela norma. Para os cascalhos de perfuração, por não constarem na listagem, aplicou-se integralmente o fluxo classificatório previsto na norma, através da avaliação dos seguintes passos:

- **Passo 2:** consiste na verificação da presença de Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), substâncias altamente tóxicas e perigosas ao meio ambiente, cuja avaliação passou a integrar a norma com base em recomendações internacionais, como a Convenção de Estocolmo. As concentrações desses compostos no resíduo devem ser comparadas aos valores-limite estabelecidos no Anexo C da ABNT NBR 10004-2. Caso o resíduo seja constituído por POPs, contenha ou esteja contaminado por eles em níveis iguais ou superiores a esses limites, deve ser obrigatoriamente classificado como perigoso. Por outro lado, se as concentrações estiverem abaixo dos limites, o resíduo ainda deve ser avaliado quanto à periculosidade de acordo com os demais passos da norma.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



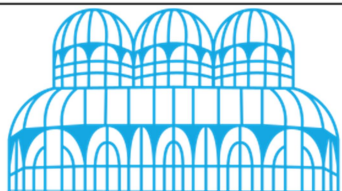
- **Passo 3:** os resíduos são avaliados em relação ao potencial de provocar efeitos adversos à saúde pública ou ao meio ambiente em decorrência de suas propriedades físico-químicas e infectocontagiosas, como por exemplo, inflamabilidade, corrosividade, reatividade e patogenicidade. Caso o resíduo apresentar uma dessas propriedades, ele deverá ser considerado perigoso, e caso contrário, deve-se proceder para o quarto e último passo.
- **Passo 4:** avaliação da toxicidade dos resíduos com base na Lista Geral de Substâncias Conhecidas Tóxicas (LSCT) (Anexo B1 - ABNT NBR 10004-2:2024), que confere limites máximos permitidos para efeitos toxicológicos, tais como toxicidade aguda, mutagenicidade, carcinogenicidade e toxicidade para órgãos-alvo específicos. Os resíduos que apresentam uma ou mais características de toxicidade dentro dessas categorias são classificados como perigosos. Para substâncias não listadas na LSCT, a norma permite a utilização de outras fontes reconhecidas internacionalmente (Anexos B3 e G da norma ABNT NBR 10004-2:2024), como bancos de dados de agências químicas e modelos computacionais, garantindo uma avaliação criteriosa e atualizada.

Para aplicação do Passo 4, os dados de composição química dos cascalhos foram obtidos por meio de revisão bibliográfica de estudos nacionais envolvendo poços onshore e offshore, contemplando concentrações de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e metais potencialmente tóxicos. A avaliação da periculosidade foi realizada com o auxílio de uma planilha automatizada que organiza as substâncias presentes no resíduo, incluindo número CAS e concentração, e permite compará-las com limites de diferentes categorias de perigo, como toxicidade, mutagenicidade, carcinogenicidade e ecotoxicidade. Quando necessário, dados complementares podem ser obtidos em bases reconhecidas, como a ECHA. A planilha também apresenta os códigos de perigo (como H300, H310, H314) e seus respectivos limites, permitindo verificar se as concentrações excedem os valores estabelecidos. Além disso, para propriedades que permitem soma, as concentrações são acumuladas para avaliação conjunta, podendo incluir também a aplicação do Fator M que é um multiplicador utilizado individualmente para determinadas substâncias classificadas nas categorias de perigo H400 e H410, reconhecidas por sua alta toxicidade ambiental.

## RESULTADOS

A aplicação da ABNT NBR 10004:2024 revelou a existência de dois contextos distintos, porém complementares, no âmbito do novo sistema de classificação. Por um lado, há resíduos cuja categorização é diretamente definida pela Lista Geral de Resíduos (LGR), o que garante maior segurança e previsibilidade regulatória. Por outro, existem aqueles que demandam uma análise toxicológica mais detalhada, situação em que a nova norma pode modificar de forma significativa o enquadramento previamente estabelecido. Essa distinção torna-se evidente ao se comparar os rejeitos do beneficiamento de minério de ferro com os cascalhos provenientes da perfuração de poços de petróleo.

Na avaliação do resíduo de mineração proveniente do beneficiamento de minério de ferro, (Código 01 03 06 02, Anexo A da NBR 10004-2:2024) constatou-se que ele está classificado pela LGR como Classe 2 - Resíduo Não Perigoso (RNP) (Figura 2), na condição de entrada única (U), conforme a norma atualizada. Esse enquadramento já se encontra previamente definido, sendo dispensada a aplicação das etapas subsequentes de avaliação da periculosidade. Desse modo, o processo classificatório torna-se mais objetivo, simplificando a tomada de decisão e ampliando a segurança regulatória. Entretanto, a norma condiciona essa simplificação à correta identificação do resíduo e à sua efetiva correspondência com a descrição da LGR, de modo que eventuais alterações no processo gerador ou contaminações não previstas podem exigir reavaliação técnica. Assim, mantém-se a responsabilidade do gerador quanto à comprovação do enquadramento adotado, com ênfase na rastreabilidade técnica do enquadramento.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



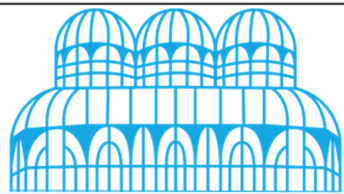
CÓDIGO IBAMA	DESCRIÇÃO IN 13/2012 IBAMA	CÓDIGO LGR	RP / RNP	Única / Esp.	Descrição Anexo A – LGR
01	Resíduos da prospecção e exploração de minas e pedreiras, bem como de tratamentos físicos e químicos das matérias extraídas:	01	-	-	Resíduos da prospecção e exploração de minas e pedreiras, bem como de tratamentos físicos e químicos das matérias extraídas
01 01	Resíduos da mineração:	01 01	-	-	Resíduos da mineração
01 01 01	Resíduos da extração de minérios metálicos	01 01 01 00	RNP	U	Estéreis da extração de minérios metálicos
01 01 02	Resíduos da extração de minérios não metálicos	01 01 02 00	RNP	U	Estéreis da extração de minérios não metálicos
-	-	01 01 06 00	RP	U	Estéreis que tenham potencial para geração de drenagem ácida, drenagem salina ou drenagem química (formadores de drenagem ácida) resultantes da transformação de sulfetos
01 03	Resíduos da transformação física e química de minérios metálicos:	01 03	-	-	Resíduos da transformação física e química de minérios metálicos (beneficiamento do minério)
01 03 04 (*)	Rejeitados geradores de ácidos, resultantes da transformação de sulfuretos	01 03 04 00	RP	E	Rejeitos de mineração que tenham potencial para geração de drenagem ácida, drenagem salina ou drenagem química (formadores de drenagem ácida) resultantes da transformação de sulfetos
-	-	01 01 06 00	RP	U	Estéreis que tenham potencial para geração de drenagem ácida, drenagem salina ou drenagem química (formadores de drenagem ácida) resultantes da transformação de sulfetos
01 03 05 (*)	Outros rejeitados contendo substâncias perigosas	01 03 05 00	RP	E	Outros rejeitos contendo substâncias perigosas
01 03 06	Rejeitados não abrangidos em 01 03 04 e 01 03 05	01 03 06 00	RNP	E	Rejeitos de mineração não abrangidos em 01 03 04 00 e 01 03 05 00
-	-	01 03 06 01	RNP	U	Rejeito de mineração resultante do beneficiamento físico da bauxita
-	-	01 03 06 02	RNP	U	Rejeito de mineração resultante do beneficiamento físico do minério de ferro

Figura 2. Classificação de resíduos de mineração conforme a LGR. Fonte: ABNT NBR 10004-2:2004

Em contraste, o estudo dos cascalhos de perfuração evidenciou um impacto mais significativo da atualização normativa. De acordo com a antiga norma ABNT NBR 10004:2004, os cascalhos resultantes da perfuração de poços de petróleo eram, em geral, classificados como resíduos de Classe II — “Não perigosos”, por não apresentarem concentrações de contaminantes acima dos limites estabelecidos pelos testes de lixiviação da norma. No entanto, em função dos resultados obtidos no extrato solubilizado esses cascalhos eram enquadrados na Subcategoria A — “Não inertes”, já que apresentavam concentrações de sais e metais superiores aos padrões de potabilidade da água definidos pelo CONAMA(SOARES, 2023).

No contexto da ABNT NBR 10004:2024, os cascalhos de perfuração não possuem uma categoria específica na LGR, sendo enquadrados por similaridade como resíduos de mineração. Em função do princípio da precaução, esses resíduos são classificados no Passo 1 como “entrada espelho”, o que implica potencial periculosidade e a necessidade de avaliação ao longo das etapas subsequentes do fluxograma. Na aplicação do Passo 2, que trata da verificação da presença POPs, observa-se que os cascalhos provenientes da perfuração de poços geralmente não apresentam contaminação por essas classes de compostos, devido à profundidade em que são gerados. Isso ocorre porque esses poluentes são, em sua maioria, de origem sintética e não estão naturalmente presentes nas camadas geológicas profundas perfuradas. Assim, a profundidade atua como uma barreira natural à ocorrência desses contaminantes (MUNIZ, 2022).

Contudo, estudos indicam que o principal contaminante desses resíduos está associado à presença de metais e compostos orgânicos oriundos dos fluidos de perfuração, como hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs). Dessa forma, torna-se necessária a continuidade da avaliação e aplicação do Passo 4 para uma classificação adequada da periculosidade (ARPORNONG, 2020; HU, 2022). A partir do levantamento bibliográfico de artigos científicos e trabalhos acadêmicos, foram obtidos dados de concentração de 16 HPAs e metais traço em cascalhos de perfuração de poços de petróleo no Brasil, cujas faixas de valores mínimos e máximos estão apresentadas na Tabela 1.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

# 9º CONRESOL

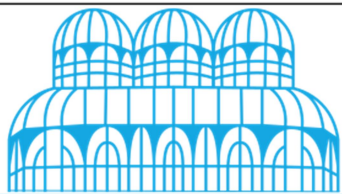
9º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



**Tabela 1. Faixas de concentrações de 16 HPAs e metais em cascalhos de perfuração de poços de petróleo. Fonte: Elaborado pelos autores**

	Substâncias	CAS	Faixa de concentração (% m/m)	Referências
1	Acenaphthene	7440-39-3	0,0000000	(LOURENÇO, 2013)
2	Acenaphthylene	7440-70-2	0,0000000 - 0,0002678	(CARDOSO, 2013; LOURENÇO, 2013)
3	Anthracene	7439-92-1	0,0000001 - 0,0000451	(CARDOSO, 2013; LOURENÇO, 2013)
4	Benz[a]anthracene	7440-50-8	0,0000001 - 0,0001227	CARDOSO, 2013; SOARES, 2023)
5	Benzo[a]pyrene	7440-24-6	0,0000001 - 0,0000061	(CARDOSO, 2013; SOARES, 2023)
6	Benzo[b]fluoranthene	7440-02-0	0,0000003 - 0,0000075	(CARDOSO, 2013; SOARES, 2023)
7	Benzo[g,h,i]perylene	7440-09-7	0,0000003	(LOURENÇO, 2013)
8	Benzo[k]fluoranthene	7440-23-5	0,0000004 - 0,0000054	(CARDOSO, 2013; LOURENÇO, 2013)
9	Chrysene	7440-66-6	0,0000002 - 0,0000690	(CARDOSO, 2013; LOURENÇO, 2013)
10	Dibenz[a,h]anthracene	53-70-3	0,0000001	(LOURENÇO, 2013)
11	Fluoranthene	206-44-0	0,0000006 - 0,0000322	(CARDOSO, 2013; LOURENÇO, 2013)
12	Fluorene	86-73-7	0,0000000 - 0,0004325	(CARDOSO, 2013; LOURENÇO, 2013)
13	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	193-39-5	0,0000003	(LOURENÇO, 2013)
14	Naphthalene	91-20-3	0,0000001 - 0,0010066	(CARDOSO, 2013; LOURENÇO, 2013)
15	Phenanthrene	85-01-8	0,0000001 - 0,0019090	(CARDOSO, 2013; SOARES, 2023)
16	Pyrene	129-00-0	0,0000001 - 0,0000971	(CARDOSO 2013; SOARES, 2023)
17	Bário (Ba)	7440-39-3	0,04 - 15,97	(CARDOSO, 2013; DE AZEVEDO, 2025a)
18	Chumbo (Pb)	7439-92-1	≈ 0,00 - 0,62	(DE ALMEIDA, 2017; MENDONÇA, 2024)
19	Cobre (Cu)	7440-50-8	≈ 0,00 - 0,40	(MARTINS, [S.d.]; MENDONÇA, 2024)
20	Estrôncio (Sr)	7440-24-6	3,70	DE AZEVEDO, 2025a)
21	Níquel (Ni)	7440-02-0	≈ 0,00 - 0,01	(MARTINS, 2022; MENDONÇA, 2024)
22	Potássio (K)	7440-09-7	0,02 - 5,97	(KINUPP, 2024; MENDONÇA, 2024)
23	Sódio (Na)	7440-23-5	0,21 - 3,60	(FIALHO, 2012; KINUPP, 2024)
24	Zinco (Zn)	7440-66-6	≈ 0,00 - 0,30	(DE AZEVEDO, 2025; MENDONÇA, 2024)

Os dados obtidos foram organizados em uma planilha de classificação desenvolvida conforme os critérios da ABNT NBR 10004:2024, possibilitando uma avaliação mais robusta dos aspectos toxicológicos e ambientais dos resíduos. Para isso, foram considerados parâmetros como número CAS, Fator M e categorias de perigo (códigos H), extraídos das Fichas de Dados de Segurança (FDS) e do Sistema Gerencial de Classificação de Resíduos (SGCR) da ABNT. A partir dessa sistematização, a Tabela 2 apresenta a correlação entre os analitos identificados (HPAs e metais) e suas respectivas categorias de perigo, conforme estabelecido na norma.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

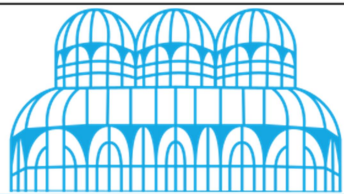


Para a elaboração da tabela, adotou-se um cenário conservador (pior caso), considerando as concentrações máximas dos contaminantes determinadas na etapa anterior. Nesse contexto, as células marcadas com “S” (Sim) indicam os casos em que a substância apresenta, em sua FDS, o respectivo código H associado à categoria de perigo e cuja concentração pode ultrapassar os limites estabelecidos, contribuindo para a classificação de periculosidade do resíduo. Adicionalmente, para determinadas substâncias, foi considerada a aplicação do Fator M (multiplicador variando entre 100 e 10.000), com o objetivo de ponderar a maior severidade associada a categorias específicas de perigo, especialmente no que se refere à ecotoxicidade (H400 e H410). Dessa forma, a tabela permite identificar de maneira sistemática as substâncias com potencial de enquadramento como perigosas, fornecendo subsídios técnicos para a classificação final do resíduo.

**Tabela 2. Identificação das categorias de perigo (códigos H) para HPAs e metais, conforme ABNT NBR 10004:2024, e sua contribuição para a classificação de periculosidade de cascalhos de perfuração. Fonte: Elaborado pelos autores**

	Toxicidade aguda				Mutagênico			Carcinogênico			Tóxico			Ecotoxicidade		
	H301	H302	H310	H330	H340	H340	H341	H350	H350	H351	H360	H360	H372	H400 <sup>2</sup>	H410 <sup>2</sup>	H411
Subs. <sup>1</sup>	$\Sigma \geq 5,0\%$	$\Sigma \geq 25\%$	$\Sigma \geq 2,5\%$	$\Sigma \geq 0,5\%$	$I \geq 0,1\%$	$I \geq 0,1\%$	$I \geq 1,0\%$	$I \geq 0,1\%$	$I \geq 0,1\%$	$I 1,0\%$	$I \geq 0,3\%$	$I \geq 0,3\%$	$I 1,0\%$	$\Sigma \geq 25\%$	$\Sigma \geq 0,25\%$	$\Sigma \geq 2,5\%$
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-
2	-	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	S	S	-
4	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	S	S	-
5	-	-	-	-	S	S	-	S	S	-	S	-	-	S	S	-
6	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	S	S	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-
8	-	-	-	-	-	-	-	S	S	-	-	-	-	S	S	-
9							S	S	S					S	S	
10								S	S					S	S	
11		S												S	S	
12														S	S	
13										S						
14		S								S				S	S	
15		S														
16															S	
17	S															
18											S	S		S	S	
19																S
20											S	S				
21										S			S			
22																
23																
24															S	S

<sup>1</sup>Substâncias (HPAs e metais) identificadas na Tabela 1. <sup>2</sup>Os valores encontrados para estes códigos são multiplicados por Fatores M que variam de 100 a 10.000, dependendo da periculosidade do composto.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Legenda:  $\Sigma$  = O cálculo considera o somatório de todos os valores da coluna, comparativamente ao limite máximo, I = O cálculo considera os valores individuais de cada célula, comparativamente ao limite máximo.

No que se refere aos contaminantes orgânicos (HPAs), as concentrações encontradas (Tabela 1) situam-se na faixa de  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , ou seja, valores extremamente baixos em termos percentuais. Esses níveis estão abaixo dos limites estabelecidos pela norma para caracterização toxicológica, indicando que, para os dados analisados, os HPAs não exercem influência significativa na classificação de periculosidade dos cascalhos. Assim, a fração orgânica associada aos fluidos de perfuração sugere um perfil relativamente seguro, embora essa conclusão seja restrita aos estudos avaliados. Em contrapartida, a análise dos metais (Ba, Pb, Cu, Sr, Ni, K, Na e Zn), selecionados por apresentarem categorias de perigo relevantes, demonstrou maior impacto na classificação. Embora potássio e sódio tenham excedido limites associados às categorias de irritabilidade (H314 e H318), essas não são determinantes para enquadramento como resíduo perigoso.

Por outro lado, bário, estrôncio, zinco e chumbo apresentaram concentrações acima dos limites para categorias de toxicidade e ecotoxicidade. Destaca-se o bário, com níveis de até três vezes superiores ao limite permitido, frequentemente associados ao uso de barita em fluidos de perfuração. Além disso, o estrôncio foi identificado em concentrações de até dez vezes acima do limite, enquanto zinco e chumbo atingiram valores até quatro vezes superiores. Esses resultados evidenciam que os metais são os principais responsáveis pela classificação dos cascalhos como Classe 1 – Perigosos.

Com relação ao rejeito de mineração, a consolidação deste como Classe 2 - Não Perigoso favorece estratégias de valorização, tratamento e destinação final, como disposição em aterros Classe 2 ou aproveitamento em aplicações geotécnicas e na construção civil, desde que atendidos os requisitos ambientais específicos. No caso dos cascalhos, a reclassificação observada não representa apenas alteração técnica, mas possui implicações diretas na sustentabilidade da cadeia produtiva. O enquadramento como Classe 1 – Perigoso representa uma mudança relevante em relação à norma anterior, que classificava esses resíduos como não perigosos. A atualização normativa introduz maior rigor na avaliação, especialmente quanto à toxicidade de metais, impactando diretamente as alternativas de destinação. Resíduos perigosos não podem ser descartados em aterros convencionais nem dispostos offshore sem comprovação de baixa toxicidade, e seu reaproveitamento passa a exigir tratamentos prévios e ensaios de lixiviação mais rigorosos. Dessa forma, a nova classificação implica maiores restrições operacionais, aumento de custos e necessidade de tecnologias de mitigação, ao mesmo tempo em que reforça a importância de uma gestão mais criteriosa e alinhada aos avanços regulatórios e ambientais na indústria de perfuração.

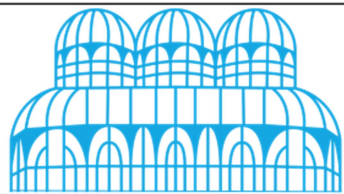
## CONCLUSÕES

A atualização da ABNT NBR 10004:2024 promoveu mudanças significativas no processo de classificação de resíduos, ao adotar uma abordagem mais integrada, baseada na composição, nas características do resíduo e no processo que lhe deu origem. A nova estrutura, que classifica os resíduos em perigosos e não perigosos, confere maior segurança ao enquadramento quando o resíduo está contemplado na Lista Geral de Resíduos (LGR). Esse é o caso do rejeito de mineração analisado neste trabalho, cuja classificação como não perigoso é definida diretamente no Passo 1, tornando o processo mais objetivo e rastreável.

Por outro lado, para resíduos não contemplados na LGR, a classificação exige a aplicação das etapas subsequentes do fluxograma, com destaque para a avaliação de toxicidade no Passo 4. No caso dos cascalhos de perfuração, essa etapa, baseada na Lista de Substâncias Conhecidas Tóxicas (LSCT) e em bases de dados reconhecidas internacionalmente, mostrou-se determinante para o enquadramento do resíduo. Essa abordagem permite uma análise mais criteriosa, considerando as concentrações de contaminantes e seus efeitos toxicológicos, o que aumenta a confiabilidade da classificação.

A mudança torna-se particularmente evidente quando comparada à versão anterior da norma, na qual os cascalhos eram geralmente classificados como não perigosos. Com a nova abordagem, que incorpora dados de composição e limites toxicológicos mais rigorosos, esses resíduos passaram a ser classificados como perigosos, evidenciando o impacto direto da atualização normativa no enquadramento técnico.

Dessa forma, a ABNT NBR 10004:2024 introduz maior rigor e consistência ao processo de classificação, contribuindo para decisões mais seguras quanto à destinação e ao gerenciamento de resíduos. Ao considerar de forma mais aprofundada a composição e a concentração de contaminantes, a norma fortalece a proteção ambiental e da saúde humana, além de alinhar as práticas nacionais às diretrizes internacionais.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano  
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arpornpong, N., Padungpol, R., Khondee, N., Tongcumpou, C., Soonglerdsongpha, S., Suttiponparnit, K. et al. **Formulation of Bio-Based Washing Agent and Its Application for Removal of Petroleum Hydrocarbons From Drill Cuttings Before Bioremediation.** *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, vol. 8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00961>.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **ABNT NBR 10004/2024** – Resíduos sólidos – Classificação Parte 1: Requisitos de classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
3. De Freitas, F. C **Caracterização química de cascalhos de perfuração de poços de petróleo e seus efeitos em plantas e nas bases trocáveis do solo** (Tese de Doutorado). Seropédica: UFRRJ, 2013.
4. De Almeida, P. C., Araújo, O. de Q. F., de Medeiros, J. L. **Managing offshore drill cuttings waste for improved sustainability.** *Journal of Cleaner Production*, vol. 165, p. 143–156, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.062>.
5. De Azevedo, P. C. C., Krzyzaniak, S. R., Ferreira, B. L., da Rocha, M. L., dos Santos Madureira, L. A., Galvan, D. et al. **Chemical fractionation and risk assessment of metals in drill cuttings from onshore and offshore oil and gas wells.** *Marine Pollution Bulletin*, vol. 213, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117635>.
6. Fialho, P. F. **Cascalho de perfuração de poços de petróleo e gás. Estudo do potencial de aplicação em concreto.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Vitória: UFES, 2012.
7. Martins, A. G. M. **Avaliação ecotoxicológica do cascalho tratado de perfuração de poços petróleo para formulação de adubo organomineral.** Curso de Agronomia. Curitiba: UFSC, 2022.
8. Hu, Y., Mu, S., Zhang, J., Li, Q. **Regional distribution, properties, treatment technologies, and resource utilization of oil-based drilling cuttings: A review.** *Chemosphere*, vol. 308, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136145>. Acesso: 10 de abril de 2026.
9. Lourenço, R. A., Araujo Júnior, M. A. G., Meireles Júnior, R. O., Macena, L. F., Eleine, E. F., Carneiro, M. E. R. **Aliphatic and polycyclic aromatic hydrocarbons and trace elements as indicators of contamination status near oil and gas platforms in the Sergipe-Alagoas Basin (Southwest Atlantic Ocean).** *Continental Shelf Research*, vol. 71, p. 37–44, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2013.09.015>.
10. Kinupp, T. M., Paixão dos Reis, F., Eisten, H., Lorin, F., Ramos, G. A., Muniz, D. C. et al. **Comparação da sensibilidade de organismos-teste à aplicação de cascalho de perfuração.** *Revista Ambientes em Movimento*, vol. 4, 2024.
11. Mendonça, V. M. M., Momolli, D. R., de Abreu, A. H. M., Ribeiro, J. C., Caldeira, M. V. W., Alonso, J. M. et al. **Drill cuttings from oil exploration improve properties of substrate and growth of Ipê-branco (Tabebuia roseoalba) seedlings.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 48, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20240009>.
12. Muniz, D. C., Pereira da Cruz, V. **Ecotoxicidade de cascalhos de perfuração de poços de petróleo: aspectos ecológicos para a disposição em solo** (Dissertação). Curitiba: UFSC, 2022.
13. Soares, A. S. F., da Costa Marques, M. R., da Cunha Costa, L. **Physical-chemical characterization and leaching studies involving drill cuttings generated in oil and gas pre-salt drilling activities.** *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, p. 17899–17914, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23398-7>.