

Série TERMOELETRICIDADE EM FOCO

# Uso de água e emissões atmosféricas em Usinas Termoeletricas (UTEs)

## Contexto

O planejamento do setor elétrico aponta uma tendência de expansão da geração termoeletrica fóssil no país a fim de garantir a segurança no suprimento. Esse crescimento implica transformações importantes no perfil de geração elétrica no país e, conseqüentemente, dos impactos socioambientais correlatos, o que requer um monitoramento mais atento por parte de gestores, sociedade civil e imprensa. Diante disso, o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) vem se dedicando a um conjunto de estudos sobre o parque termoeletrico

nacional e seus conseqüentes impactos ambientais, incluindo o levantamento e sistematização de dados técnicos e ambientais das maiores usinas termoeletricas fósseis. Este documento apresenta um resumo dos estudos realizados ao longo dos dois últimos anos, incluindo algumas conclusões importantes para orientar a análise dos impactos e políticas públicas para o setor. Mais detalhes sobre essa análise podem ser encontrados em:

**[usinas.energiaeambiente.org.br](http://usinas.energiaeambiente.org.br)**  
**[energiaeambiente.org.br/energia-e-clima](http://energiaeambiente.org.br/energia-e-clima)**

## Plataforma de Energia

**A Plataforma de Energia é uma iniciativa inédita no país que reúne informações sistematizadas e integradas sobre as usinas termoeletricas no Brasil. Com a Plataforma, o IEMA quer auxiliar órgãos públicos de meio ambiente e recursos hídricos para que tenham maior embasamento na tomada de decisões sobre o setor termoeletrico, bem como disponibilizar ao cidadão informações relevantes para o monitoramento ambiental da geração termoeletrica.**

A plataforma de energia apresenta, em sua versão atual, todas as usinas termoeletricas movidas a combustível fóssil, com capacidade instalada superior

a 100 MW e que estão em operação, em construção ou obtiveram autorização da ANEEL, mas não iniciaram sua construção. Na **figura 1**, é possível localizar cada uma das 88 usinas do país (sendo 70 em fase de operação). Para cada uma delas, o IEMA reuniu informações como: os detalhes técnicos de cada projeto, indicadores de uso de água, dados de financiamento por parte do BNDES, participação em leilões de energia e a geração anual de eletricidade. Além disso, é possível acessar os principais documentos (quando disponíveis) relacionados aos processos de licenciamento ambiental e autorização para uso de recursos hídricos em cada região.



Figura 1 – (A) Mapa do Brasil com a localização das usinas termoeletricas presente na Plataforma de Energia desenvolvida pelo IEMA; (B) Mapa do Brasil com dados da ANA indicando as bacias críticas em tons de vermelho e laranja

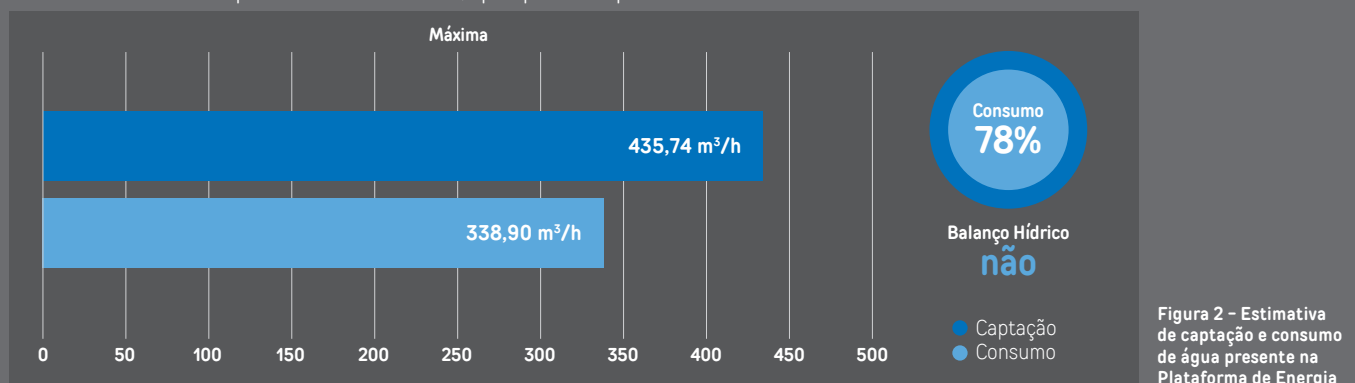
## Indicadores de uso de água

Para cada usina termoeletrica incluída na Plataforma, o IEMA avaliou o perfil de uso de água descrito no projeto da usina e apresentado ao órgão ambiental para avaliação durante o processo de licenciamento. Devido a falta de indicadores reais de consumo das usinas, o IEMA também desenvolveu uma metodologia para estimar o uso de água a partir de indicadores presentes na literatura. Com base no consumo específico de água para cada tipo de usina, considerando o combustível, o ciclo termodinâmico e o sistema de resfriamento, além do fator de capacidade de cada usina no ano de 2015, a captação e as perdas devido à evaporação das usinas incluídas na Plataforma foram estimadas.

- O sistema de circulação aberta apresenta uma captação de água muito elevada e baixa perda por evaporação. Apenas 7% das usinas analisadas utilizam esse tipo de resfriamento, que pode captar

de 52 m<sup>3</sup>/MWh a 130 m<sup>3</sup>/MWh, para usinas a gás natural e carvão, respectivamente. No caso das perdas, essas ficam entre 0,4 m<sup>3</sup>/MWh e 1,5 m<sup>3</sup>/MWh, para gás natural e carvão;

- O sistema de torre úmida é o mais utilizado, sendo encontrado em 27% das usinas. Esse tipo de resfriamento capta menores quantidades de água, porém quase a totalidade é perdida por evaporação nas torres de resfriamento. No caso de usinas a gás natural, capta-se cerca de 0,9 m<sup>3</sup>/MWh e perde-se 0,7 m<sup>3</sup>/MWh. Usinas a carvão já exigem maiores quantidades de água, captando 2,85 m<sup>3</sup>/MWh e perdendo 2,5 m<sup>3</sup>/MWh por evaporação.
- Já sistemas de resfriamento a ar, que utilizam quantidades insignificantes de água, são raramente usados no Brasil, sendo encontrados em apenas duas usinas.



## Principais conclusões da plataforma

Destacamos algumas das principais conclusões das 88 usinas analisadas:

- A capacidade instalada média das usinas analisadas é de 334 MW e a maioria delas (41%) utiliza gás natural como combustível, seguido por óleo diesel e óleo combustível, que são usados em 39% das UTEs, e pelo carvão mineral, que é encontrado em 15% das usinas;
- As regiões sudeste, sul e nordeste são as que apresentam maior concentração de usinas termoeletricas. Bahia (17), Rio de Janeiro (9) e Rio Grande do Sul (8) são os estados que possuem maior número de usinas;
- As UTEs, quando adotam sistemas de resfriamento à água, demandam volumes significativos de água, podendo consumir o equivalente a cidades inteiras. Este é o caso de 34% das usinas analisadas, totalizando 13,6 GW. Essas usinas podem consumir, juntas, o equivalente ao consumo de cerca de 2,7 milhões de habitantes.
- As informações necessárias para avaliar os impactos ambientais de 55 térmicas não estavam facilmente disponíveis ao público. Para se ter uma ideia, o IEMA conseguiu acessar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) de apenas 33 usinas, das 88 analisadas. Entre as 33, 26 (78,8%) não apresentavam um balanço hídrico para que o uso da água pudesse ser corretamente avaliado;
- Diante disso, é importante ampliar as informações técnicas e aprimorar o modo como estas são apresentadas e analisadas nos EIAs.
- Não foi possível identificar o tipo de sistema de resfriamento usado por 16 usinas (18%), ou por não conseguir acesso ao EIA ou por não constar no site do empreendedor;
- 33% das usinas (29) estão localizadas em bacias hidrográficas que não possuem plano de bacia, o qual indica as prioridades de uso de água na região. Este é um indicativo de que as usinas estão sendo instaladas sem que se tenha a devida clareza do seu impacto na disponibilidade de água para as atividades prioritárias da região;
- Em 76 usinas (86,4%), não foi possível acessar a outorga de uso de recursos hídricos, o qual estabelece a máxima captação de água permitida;
- A insuficiência da disponibilidade da informação reforça que é preciso investir no fortalecimento institucional, de recursos humanos e financeiros dos órgãos ambientais e de gestão de recursos hídricos.

- Para além dos órgãos públicos, também é importante um aumento da transparência e disponibilização dos dados ambientais por parte dos empreendedores, principalmente considerando que se trata de informação de

interesse público.

- Também é importante que organizações independentes possam coletar, sistematizar e analisar esses dados.

## A Plataforma ainda vai crescer

O IEMA planeja o aperfeiçoamento da Plataforma com o intuito de torná-la mais abrangente como ferramenta de análise da situação nacional de produção termelétrica e seus impactos. Nas próximas

fases da plataforma (2017 e 2018), o IEMA divulgará dados sobre emissões de poluentes e tecnologias de controle dessas usinas, além de incluir dados sobre as usinas movidas a biomassa.

**A Plataforma de Energia é resultado de diversos estudos sobre o impacto das usinas no consumo de água e na**

**qualidade do ar. Eles geraram duas notas técnicas cujas principais conclusões estão resumidas abaixo.**

## Uso de Água em Termoelétricas

Para resfriar as usinas termoelétricas, são necessárias grandes quantidades de água, o que gera um impacto significativo no abastecimento das regiões onde estão instaladas<sup>1</sup>. Há ainda diversas perdas por evaporação.

Além disso, em alguns casos, a água com temperatura mais elevada usada no resfriamento é descartada em rios, o que pode causar impactos no abastecimento da região e alterar o ecossistema aquático.

## Há alternativas tecnológicas para reduzir o consumo de água

Já existem alternativas tecnológicas para reduzir o consumo de água pelas usinas termoelétricas. O resfriamento a ar é uma delas (**veja a Tabela 1**). Assim, ao invés de utilizar água para resfriá-las, isso é feito com o próprio ar ambiente, o que diminui drasticamente o consumo de água da usina. Esta tecnologia a ar já é

adotada com sucesso por diversos países do mundo. Como a demanda cresceu, o custo destes sistemas também caiu, tornando sua instalação mais viável. Apesar disso, das 70 usinas fósseis acima de 100 MW em operação no Brasil, apenas duas utilizam o sistema a ar (uma utiliza torre seca e outra utiliza condensador a ar).

Tabela 1 – Tipos de sistema de resfriamento e suas características

Sistema de Resfriamento	Principais Características
<b>Resfriamento a água (doce ou salina)</b>	Circulação Aberta Água captada realiza o resfriamento direto e volta para o corpo hídrico.
	Circulação semi-aberta (torre úmida) Água captada é usada para resfriamento e, em seguida, passa por uma torre para ser também resfriada e voltar a ser usada para resfriamento.
<b>Resfriamento a ar</b>	Direto (Condensador a ar) O produto da combustão é resfriado apenas com ar. Não utiliza água mas pode causar perdas de eficiência.
	Indireto O ar é utilizado para resfriar a água de resfriamento em circuito fechado, e então essa água resfria os produtos da combustão. Pode causar perdas de eficiência.
<b>Híbrido</b>	Resfriamento a ar e a água em conjunto.

## É preciso considerar a escassez hídrica local

Na **Figura 1B** acima, adicionamos ao mapa das usinas termoelétricas do país informações da Agência Nacional de Águas (ANA) sobre as bacias consideradas críticas de acordo com a quantidade disponível de água. Com essa sobreposição, o IEMA chegou à conclusão que 62,8% das usinas estão localizadas em regiões em situação crítica ou preocupante quanto aos níveis de escassez de recursos hídricos, sendo a região Nordeste a mais preocupante, já que mais de 90% das usinas se localizam em regiões de criticidade hídrica, seguida pela região sudeste e sul, com 61,9% e 55,5%,

respectivamente. Como esses empreendimentos se localizam próximos aos centros de carga (alta demanda por energia), eles podem competir com o uso de água para o abastecimento da população ou mesmo com outras finalidades (como irrigação). Diante dessa situação, o IEMA recomenda que as análises de alternativas locais e tecnológicas sejam ampliadas e aprofundadas, de modo a incluir todas as opções de sistema de resfriamento possíveis e avaliar quais as regiões onde não se mostra viável a instalação de novas usinas.

<sup>1</sup> Usinas que utilizam ciclo Brayton e motores a combustão não precisam de sistema de resfriamento. Para mais detalhes consultar a nota Uso de Água em Termoelétricas completa.

# A Geração Termoelétrica e as Emissões Atmosféricas

Segundo o Balanço Nacional Energético, em 2014, 24,2% da demanda total de eletricidade foi suprida pela termoeletricidade de origem fóssil, com a participação dos seguintes combustíveis: 4,5% por carvão mineral, 6% por óleos combustível e diesel e 13,7% por gás natural (ver mapa na figura 1A). Esses empreendimentos são a principal fonte de emissão de gases de efeito estufa (GEE) do setor elétrico brasileiro.

Além disso, eles contribuem significativamente para o montante total de emissões de poluentes locais na região em que estão operando. Isso porque, em sua maioria, localizam-se próximos a centros de carga, ou seja, cidades e zonas industriais. O aumento das emissões locais podem representar um agravante na qualidade do ar da região e, por conseguinte, causar efeitos na saúde da população do entorno.

## As emissões

A principal fonte de emissão de poluentes é a queima de combustíveis. Assim, o tipo de combustível usado é o principal elemento a determinar a natureza e a intensidade dos poluentes. O carvão mineral nacional, por exemplo,

possui elevado conteúdo de enxofre, o que causa uma maior emissão de  $SO_x$  nas usinas que utilizam esse tipo de combustível. Uma das consequências do excesso da emissão desse poluente é, por exemplo, a ocorrência da chuva ácida.

Tabela 2 – Principais poluentes emitidos na geração termoelétrica

Poluente	Descrição do Poluente	Nível de emissão por combustível
MP	Conjunto de sólidos ou líquidos de diâmetro muito pequeno que permanecem em suspensão nos gases de exaustão. São resultantes da queima incompleta ou presença de cinzas nos combustíveis.	Carvão – alto Óleo – médio GN – baixo
$NO_x$	São formados sempre que um combustível é queimado na presença de ar em altas temperaturas. Óxidos de nitrogênio contribuem para a chuva ácida e reagem com compostos orgânicos voláteis (COVs).	Carvão – alto Óleo – médio GN – alto
$SO_x$	Originados da queima de qualquer material que possui enxofre. A geração termoelétrica é um dos maiores contribuintes para a emissão deste poluente.	Carvão – alto Óleo – médio GN – baixo
GEE	O dióxido de carbono ( $CO_2$ ) é um dos produtos da combustão nas termoelétricas. Sua emissão está diretamente relacionada com o combustível utilizado e com a eficiência de conversão de energia.	Carvão – alto Óleo – médio GN – baixo
Outros	Emissões de monóxido de carbono (CO) devido a combustão incompleta. Metais pesados podem ser emitidos de acordo com o combustível utilizado.	-

## Alternativas tecnológicas

O IEMA recomenda que os órgãos responsáveis ampliem a análise de alternativas tecnológicas existentes para que se tenha um maior controle das emissões nas UTEs, reduzindo os níveis de emissão. Destacamos aqui as principais tecnologias utilizadas por usinas

consideradas referência (benchmarking) no mundo em relação à emissão de poluentes que podem ser usadas nas usinas brasileiras. Em nossa nota técnica é possível encontrar outras alternativas e detalhes das tecnologias e das plantas benchmarking.

Tabela 3: Principais tecnologias de controle e usinas benchmarking

Poluente	Tecnologia de Controle	Eficiência de Remoção (%)	Benchmarking
MP	Precipitadores Eletrostáticos	94,8 a 99,5	Complexo Baldwin – EUA
$SO_x$	Separadores úmidos	92 a 98	Clover – EUA
$NO_x$	Redução catalítica seletiva (SCR)	80 a 90	La Palloma –EUA

## O Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA)

O IEMA é uma organização sem fins lucrativos dedicada a produzir e compartilhar informações para fortalecer políticas públicas com o objetivo de reduzir emissões de poluentes, promover avanços em mobilidade urbana, melhorar a qualidade do ar e reduzir impactos ambientais da geração de energia elétrica. Por meio da pesquisa, geração e análise de dados com rigor técnico-científico e imparcialidade, oferecemos subsídios para fundamentar decisões políticas estratégicas bem como o debate e a atuação da sociedade civil.

