**Anexo IV Uso de energia industrial e processos industriais e uso de produtos**  
Visão geral  
As atividades no setor Industrial (I) produzem emissões de dióxido de carbono (CO2), metano (CH4) e óxido nitroso (N2O) quando os combustíveis são queimados em fornos, aquecedores de processo, geradores de energia no local e outros usos finais de energia em processos e edifícios. Tal como acontece com os outros setores de “energia”, o CO2 é responsável pela grande maioria dessas emissões em uma base de CO2 equivalente (CO2e). Além das emissões diretas da combustão de combustíveis, existem outras emissões de processos industriais (ou seja, emissões de não combustão). Em São Paulo, as emissões de uso de produtos e processos industriais (IPPU) incluem: CO2 da produção de clínquer durante a produção de cimento; CO2 da fundição de metais ferrosos e não ferrosos; perfluorocarbonos (PFC) durante a produção de alumínio; óxido nitroso (N2O) durante a produção de ácido adípico e ácido nítrico; e emissões de outras substâncias de alto potencial de aquecimento global (GWP).[[1]](#footnote-2) Para melhorar esta linha de base inicial, esforços devem ser colocados na identificação de dados de atividade para processos industriais adicionais que podem estar presentes em São Paulo (veja a seção IPPU abaixo), em particular para outras indústrias pesadas, como a produção de magnésio e vidro. Isso ocorre porque eles provavelmente emitem quantidades significativas de GEEs.

Embora parte do uso de óleo diesel e gasolina seja relatado para o setor Industrial, os combustíveis usados ​​em veículos associados às atividades industriais são presumidos como agregados ao uso de combustível em veículos rodoviários abordado no setor de Transporte. Não há dados disponíveis para desagregar o uso de combustível do uso geral por veículos e fontes móveis não rodoviárias compiladas no setor de Transporte. Portanto, qualquer uso de óleo diesel e gasolina relatado para a indústria é assumido como sendo usado em aplicações estacionárias ou outras aplicações no local (por exemplo, equipamentos de processo, geradores, carregadores, etc.).

Indiretamente, como consumidor de combustíveis e eletricidade, este setor também impulsiona as emissões da produção de eletricidade, calor e combustíveis. Enquanto as emissões diretas dessas fontes são fornecidas no setor de Abastecimento de Energia (ES), aquelas associadas à geração de eletricidade também estão resumidas aqui para a parcela associada ao uso de energia industrial. Isso fornece uma imagem mais completa da pegada de GEE para o uso geral de energia do setor industrial. Além disso, a previsão de demanda para uso de eletricidade pela indústria é conduzida aqui para uso dentro da previsão de geração de energia do setor ES. Sempre que as emissões indiretas forem apresentadas em um gráfico de resumo, elas serão sempre identificadas como cunhas padronizadas para indicar que as emissões diretas são contabilizadas em outro setor (as emissões diretas são sempre apresentadas em cunhas sólidas).

## Processos Industriais e Uso do Produto (IPPU)

O termo “processos industriais” é aplicado aqui para se referir a atividades industriais que emitem GEEs, mas não estão associadas ao consumo de energia. Conforme citado acima, o programa SEEG Brasil forneceu dados de atividades de 1970 a 2018 para a produção de cimento, aço, alumínio e ácido adípico. Elas são mostradas na Figura 1 junto com a previsão do business as usual (BAU) da atividade industrial. Dados adicionais de atividade para produção de amônia, ácido nítrico e cal foram retirados do *1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Estado de São Paulo* (nota de rodapé abaixo). Uma estimativa da proporção da produção de aço em usinas integradas [usando fornos básicos de oxigênio (BOF)] e semi-integradas [usando fornos elétricos a arco (EAF)] também foi retirada deste inventário. É provável que ocorram categorias adicionais de processos industriais em São Paulo e devem receber atenção durante futuras atualizações da linha de base. Isso pode incluir: produção de magnésio e produção de vidro. Consulte a orientação do IPCC para obter mais detalhes sobre as fontes de emissões da IPPU.[[2]](#footnote-3)

**Atividade de processo industrial.** Para construir a previsão BAU, o período de previsão (2019-2050) foi dividido em um período de curto prazo (até 2025) e um período de longo prazo (2026-2050). A previsão BAU de curto prazo foi construída usando uma análise de tendência simples dos dados históricos de 2008-2018. A previsão de longo prazo foi calculada usando as taxas de crescimento anual do BAU Produto Bruto do Estado (GSP) (consulte a documentação de Base Socioeconômica). Esses valores variam por ano; no entanto, a taxa média de crescimento anual do GSP de 2026-2050 é de 1,8% ao ano. Um método diferente de previsão foi aplicado à produção de ferro e aço, a fim de evitar a tendência futura de levar a atividade a zero até 2023. Um Estudo de Baixo Carbono para a indústria siderúrgica em São Paulo previu crescimento para a indústria siderúrgica até 2030; no entanto, houve uma queda significativa na produção nos 2 anos após o último ano de dados históricos usados nesse estudo.[[3]](#footnote-4) Para esta linha de base, presumiu-se que a atividade neste subsetor atingiu o seu ponto mais baixo em 2016 e que o crescimento de 2016-2018 continua até 2030. Após 2030, a produção total de aço foi presumida a crescer à taxa de crescimento do SGP. No entanto, todos os aumentos de produção foram assumidos ocorrer em usinas semi-integradas (EAF), enquanto a produção de aço em usinas integradas (BOF) foi mantida constante. Observe que, como com as estimativas fornecidas pela demanda de energia abaixo, os impactos na atividade do processo industrial provocados pela atual pandemia do vírus corona não foram levados em consideração na atividade prevista.

Figura 1. Processos Industriais e Atividade de Uso de Produtos

**Atividade de uso de produtos industriais.** As emissões de substitutos das substâncias destruidoras da camada de ozônio (SDO) (CFCs, HCFCs e HFCs), também foram retiradas do *1º Inventário de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo*. A maioria das emissões substitutas de SDO está associada a refrigeração e ar condicionado; portanto, foram projetados com base na população, e não no crescimento do setor industrial. É provável que ocorram categorias adicionais de uso de produtos industriais em São Paulo e devem receber atenção durante as atualizações futuras da linha de base, incluindo o uso de carbonatos.

**Atualizações da IPPU.** Futuras atualizações e refinamentos da linha de base devem incluir a identificação e coleta de dados históricos de produção adicionais para fontes de IPPU ainda não incluídas na linha de base (consulte as possíveis fontes acima). Além disso, visitas / entrevistas ao local com os operadores das instalações devem ser realizadas para garantir que as suposições atuais sobre o tipo de processos de produção sejam precisas, a fim de garantir que os fatores de emissão corretos do IPCC estejam sendo aplicados. Por exemplo, para a produção de alumínio, o processo de “pré-cozimento centralizado” é assumido; enquanto para a produção de aço, o “forno de oxigênio básico em usinas integradas com fornos de coque” deve ocorrer até 2030, mas com qualquer crescimento adicional associado à reciclagem de aço em fornos elétricos a arco.

É possível que outros tipos de processo estejam sendo usados ​​ou que mais de um tipo de processo seja aplicável (uma vez que diferentes instalações podem usar diferentes processos). Neste último caso, seria necessário desagregar os dados históricos da atividade SEEG por tipo de processo. Além disso, é provável que a indústria de alimentos e bebidas use refrigerantes contendo GEEs e que a fabricação de eletrônicos use agentes de limpeza que contêm GEEs. Visitas ao local ou pesquisas seriam necessárias para coletar tais dados. Finalmente, é necessária uma revisão adicional dessas previsões de produção industrial para as categorias correspondentes de uso de energia abordadas abaixo para assegurar consistência. Embora as técnicas de previsão sejam semelhantes, se houver dados suficientes disponíveis, o consumo de energia pode ser vinculado diretamente aos níveis de produção industrial.

O Uso de Produtos Industriais inclui produtos que emitem GEEs, quando são utilizados. Muitas vezes, são usados ​​não apenas no setor industrial, mas também em outros. Esses produtos incluem refrigerantes contendo HFCs (equipamento de ar condicionado e refrigeração) e consumo de carbonato de sódio (um exemplo de produto carbonato) para uma variedade de usos. Alguns dados históricos foram retirados de trabalhos anteriores de inventário em SP para HFC e substâncias destruidoras da camada de ozônio (clorofluorcarbonos). No entanto, dados mais atualizados devem ser identificados para atualizações futuras. Não foram identificados dados para quantificar as emissões do uso de carbonatos; no entanto, tendem a ser pequenos em relação às emissões do resto do setor da Indústria. As emissões de SF6 decorrentes de seu uso em equipamentos do sistema de transmissão e distribuição de eletricidade também precisam ser investigadas; no entanto, essas emissões seriam representadas na linha de base do setor de abastecimento de energia.

# Demanda energética

## Combustíveis

A Figura 2 fornece um resumo da linha de base da combustão de combustível para o setor industrial em São Paulo (as unidades são terajoules ou TJ).[[4]](#footnote-5) Os dados históricos de 2000 a 2018 foram coletados do Balanço Energético de SP.[[5]](#footnote-6) Existe uma grande variedade de combustíveis usados no setor da Indústria. Alguns dos combustíveis mais dominantes são: “outra biomassa sólida primária” que se refere ao bagaço da cana-de-açúcar (principalmente na indústria de alimentos e bebidas); Madeira; gás natural; e coque (de carvão) indústria siderúrgica. A outra categoria de “biomassa” refere-se à biomassa usada como fonte de energia no setor agrícola.

Figura 2. Linha de base do consumo de combustível industrial. O último ano de dados históricos é 2018.

Exceto para o uso de combustível agrícola, a previsão BAU foi produzida aplicando a tendência histórica (2008 - 2018) no consumo de combustível no curto prazo do período de previsão (até 2025). A previsão de longo prazo (2026-2050) pressupõe um crescimento anual em todos os setores à mesma taxa do SGP geral (consulte a Base Socioeconômica para obter mais detalhes sobre o SGP). Para o uso de combustível agrícola, o consumo de biomassa permaneceu dentro de uma faixa bastante pequena ao longo do período histórico (~ 6.500-7.700 TJ / ano). O uso de combustível diesel caiu cerca de 50% desde o início de 2000. Em vez de assumir o crescimento de combustível vinculado ao GSP, foi assumido que este subsetor será limitado pela disponibilidade de terra. O consumo de combustível foi transportado até 2050 em um nível igual ao consumo médio para 2015-2018. As previsões para o uso de gás natural na produção de ferro e aço foram feitas com base nas previsões de produção para fornos básicos de oxigênio, descritas acima. Uma área de melhoria futura seria dividir as estimativas históricas de consumo de combustível para a produção de aço nos dois processos de produção.

Conforme mencionado acima para as previsões do processo industrial, o impacto de curto prazo da pandemia do vírus corona não foi levado em consideração nessas previsões.

A Figura 3 fornece um resumo do uso de combustível do setor industrial alocado para os subsetores da indústria. Conforme indicado por este gráfico, dados históricos para 11 subsetores estavam disponíveis, incluindo agricultura, e o restante está agregado em um subsetor de “outra indústria”. Os dois principais subsetores são alimentos e bebidas e ferro e aço. No entanto, deve-se observar que uma quantidade substancial de combustível consumido no subsetor de alimentos e bebidas é o bagaço da cana-de-açúcar, que muitas vezes é considerado um combustível renovável.

Observe que os métodos simplificados de previsão usados ​​não capturam explicitamente quaisquer mudanças potenciais na eficiência do uso de combustível em qualquer subsetor da indústria (por exemplo, através de mudanças de processo ou atualizações de equipamento). As previsões de curto e longo prazo podem ser melhoradas por meio de estudos específicos do subsetor da indústria para avaliar melhor o crescimento esperado na atividade e o tempo de atualização do processo.

Figura 3. Linha de base do consumo de combustível industrial

Tabela 1. Combustão de Combustível Industrial por Subsetor e Demanda de Eletricidade de Combustível (TJ)

| **Subsetor e Combustível** | **2000** | **2010** | **2020** | **2030** | **2040** | **2050** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Culturas e gado, biomassa | 7.983 | 6.698 | 6.809 | 6.809 | 6.809 | 6.809 |
| Culturas e gado, óleo diesel | 44.795 | 28.967 | 14.009 | 14.009 | 14.009 | 14.009 |
| Culturas e gado, óleo combustível | 3.935 | - | - | - | - | - |
| Culturas e gado, eletricidade | 2.134 | 2.803 | 3.569 | 4.438 | 5.343 | 6.246 |
| *Total* | *60.847* | *38.468* | *24.387* | *25.256* | *26.161* | *27.065* |
| Mineração e pedreiras, óleo diesel | 1.130 | 3.391 | 3.093 | 3.408 | 4.103 | 4.797 |
| Mineração e pedreiras, óleo combustível | 1.926 | 251 | 22 | - | - | - |
| Mineração e pedreiras, querosene | 42 | - | - | - | - | - |
| Mineração e pedreiras, eletricidade | 268 | 205 | 163 | 201 | 191 | 223 |
| *Total* | *3.366* | *3.848* | *3.279* | *3.609* | *4.294* | *5.020* |
| Produção de cimento, gás natural | 42 | - | - | - | - | - |
| Produção de cimento, carvão bruto | 1.424 | 293 | - | - | - | - |
| Produção de Cimento, Madeira | 126 | - | - | - | - | - |
| Produção de cimento, óleo diesel | 293 | 1.298 | 1.129 | 1.263 | 1.521 | 1.778 |
| Produção de cimento, óleo combustível | 3.224 | 84 | - | - | - | - |
| Produção de Cimento, Carvão Vegetal | 209 | 209 | 57 | - | - | - |
| Produção de Cimento, Coque de Petróleo | 1.214 | - | - | - | - | - |
| Produção de cimento, outra energia fóssil | 22.567 | 16.789 | 15.001 | 14.264 | 17.172 | 20.076 |
| Produção de cimento, eletricidade | 377 | 678 | 557 | 712 | 677 | 791 |
| *Total* | *29.475* | *19.351* | *16.744* | *16.239* | *19.369* | *22.645* |
| Produção de alimentos e bebidas, gás natural | 3.852 | 17.501 | 21.616 | 26.792 | 32.253 | 37.708 |
| Produção de alimentos e bebidas, carvão bruto | 42 | - | - | - | - | - |
| Produção de alimentos e bebidas, madeira | 16.873 | 16.705 | 13.430 | 12.850 | 15.469 | 18.085 |
| Produção de alimentos e bebidas, outra biomassa sólida primária | 300.780 | 560.026 | 642.927 | 727.855 | 876.209 | 1.024.408 |
| Produção de alimentos e bebidas, óleo diesel | 3.266 | 16.789 | 26.513 | 34.836 | 41.937 | 49.030 |
| Produção de alimentos e bebidas, óleo combustível | 21.436 | 4.061 | - | - | - | - |
| Produção de alimentos e bebidas, outra energia fóssil | 1.382 | 1.842 | 2.788 | 3.704 | 4.459 | 5.213 |
| Produção de alimentos e bebidas, outros gases | 670 | 377 | 367 | 397 | 478 | 559 |
| Produção de alimentos e bebidas, eletricidade | 1.306 | 2.223 | 2.821 | 4.349 | 4.135 | 4.834 |
| *Total* | 349.606 | 619.525 | 710.463 | 810.782 | 974.939 | 1.139.837 |
| Indústria Têxtil, Gás Natural | 2.596 | 7.494 | 2.803 | 925 | 1.114 | 1.302 |
| Indústria Têxtil, Madeira | 2.721 | 1.884 | 1.383 | 1.237 | 1.489 | 1.741 |
| Indústria Têxtil, Óleo Diesel | 167 | 42 | - | - | - | - |
| Indústria Têxtil, Óleo Combustível | 4.229 | 1.089 | - | - | - | - |
| Indústria Têxtil, Gases de Petróleo Liquefeito | 837 | 293 | 808 | 1.155 | 1.391 | 1.626 |
| Indústria Têxtil, Carvão Vegetal | 419 | 84 | - | - | - | - |
| Indústria Têxtil, Eletricidade | 2.412 | 3.098 | 3.138 | 4.419 | 4.202 | 4.913 |
| *Total* | 13.381 | 13.984 | 8.132 | 7.737 | 8.196 | 9.582 |
| Celulose e Papel, Gás Natural | 273 | 676 | 1.007 | 1.325 | 1.595 | 1.865 |
| Celulose e Papel, Carvão Bruto | 83 | 112 | 100 | 109 | 132 | 154 |
| Celulose e Papel, Madeira | 1.048 | 1.513 | 2.156 | 2.770 | 3.335 | 3.899 |
| Celulose e Papel, Outra Biomassa Sólida Primária | 24 | 41 | 25 | 23 | 28 | 32 |
| Celulose e papel, outras energias renováveis | 2.697 | 5.581 | 7.935 | 10.284 | 12.380 | 14.474 |
| Celulose e Papel, Óleo Diesel | 31 | 73 | 220 | 317 | 382 | 446 |
| Celulose e Papel, Biodiesel | - | 4 | 19 | 30 | 36 | 42 |
| Celulose e Papel, Óleo Combustível | 983 | 466 | 220 | 122 | 147 | 172 |
| Papel e celulose, gases liquefeitos de petróleo | 24 | 31 | 89 | 127 | 152 | 178 |
| Celulose e Papel, Coque de Petróleo | - | 10 | 20 | 28 | 33 | 39 |
| Celulose e Papel, Eletricidade | 1.235 | 1.306 | 1.092 | 1.384 | 1.316 | 1.538 |
| *Total* | *6.397* | *9.812* | *12.884* | *16.519* | *19.535* | *22.840* |
| Produtos Químicos, Gás Natural | 18.924 | 36.425 | 33.426 | 36.002 | 43.341 | 50.671 |
| Produtos Químicos, Madeira | 1.047 | 1.214 | 849 | 717 | 863 | 1.009 |
| Produtos químicos, outra biomassa sólida primária | 754 | 754 | 848 | 936 | 1.126 | 1.317 |
| Produtos Químicos, Óleo Diesel | 1.717 | 837 | 464 | 79 | 96 | 112 |
| Produtos Químicos, Óleo Combustível | 21.646 | 3.894 | 562 | - | - | - |
| Produtos químicos, gases liquefeitos de petróleo | 377 | 1.800 | 2.850 | 3.750 | 4.514 | 5.277 |
| Químicos, Querosene | 84 | - | - | - | - | - |
| Produtos químicos, outros gases | 2.847 | 3.977 | - | - | - | - |
| Produtos Químicos, Carvão Vegetal | 42 | 42 | - | - | - | - |
| Produtos Químicos, Outros Produtos Petrolíferos | 586 | 10.383 | 8.923 | 8.129 | 9.786 | 11.441 |
| Química, Eletricidade | 2.495 | 3.144 | 2.749 | 3.642 | 3.463 | 4.049 |
| *Total* | *50.518* | *62.471* | *50.671* | *53.255* | *63.188* | *73.875* |
| Ferro e aço, gás natural | 10.090 | 30.940 | 33.289 | 42.773 | 42.773 | 42.773 |
| Ferro e aço, óleo diesel | 586 | 1.005 | 19 | - | - | - |
| Ferro e aço, óleo combustível | 11.891 | 1.047 | - | - | - | - |
| Ferro e aço, gases de petróleo liquefeito | 2.177 | 2.052 | 606 | - | - | - |
| Ferro e aço, gás de forno de coque | 9.630 | 11.430 | - | - | - | - |
| Ferro e aço, coque | 43.292 | 41.114 | - | - | - | - |
| Ferro e Aço, Carvão Vegetal | 4.145 | 3.098 | 590 | - | - | - |
| Ferro e aço, outros produtos petrolíferos | 84 | - | - | - | - | - |
| Ferro e aço, eletricidade | 1.382 | 1.583 | 589 | 755 | 1.252 | 1.749 |
| *Total* | *83.275* | *92.269* | *35.094* | *43,528* | *44.025* | *44.522* |
| Ligas de Ferro, Carvão Vegetal | 251 | 167 | 222 | .286 | 345 | 403 |
| Ligas de ferro, eletricidade | 209 | 348 | 123 | 8 | 8 | 9 |
| *Total* | *461* | *515* | *344* | *295* | *353* | *412* |
| Metais não ferrosos, óleo combustível | 5.234 | 2.638 | 726 | 814 | 980 | 1.146 |
| Metais não ferrosos, outros gases | 42 | - | - | - | - | - |
| Metais não ferrosos, outros produtos de petróleo | 15.491 | 31.694 | 902 | 979 | 1.178 | 1.377 |
| Metais não ferrosos, eletricidade | 2.458 | 2.399 | 3.547 | 5.723 | 5.442 | 6.362 |
| *Total* | *23.224* | *36.731* | *5.176* | *7.516* | *7.600* | *8.885* |
| Cerâmica e outros produtos, gás natural | 2.889 | 30.396 | 30.918 | 34.999 | 42.133 | 49.259 |
| Cerâmica e outros produtos, carvão bruto | 42 | - | - | - | - | - |
| Cerâmica e outros produtos, madeira | 13.691 | 11.514 | 8.635 | 7.757 | 9.338 | 10.918 |
| Cerâmica e outros produtos, óleo diesel | 84 | 126 | 516 | 710 | 855 | 999 |
| Cerâmica e outros produtos, óleo combustível | 2.805 | 1.089 | - | - | - | - |
| Cerâmica e outros produtos, gases liquefeitos de petróleo | 9.588 | 2.931 | 45 | - | - | - |
| Cerâmica e outros produtos, outros produtos de petróleo | 209 | 167 | 124 | 112 | 135 | 158 |
| Cerâmica e outros produtos, eletricidade | 649 | 1.009 | 844 | 1.074 | 1.021 | 1.194 |
| *Total* | *29.957* | *47.231* | *41.082* | *44.652* | *53.482* | *62.528* |
| Outra indústria, gás natural | 12.770 | 37.974 | 47.326 | 52.215 | 62.858 | 73.490 |
| Outra Indústria, Madeira | 1.800 | 1.214 | 848 | 675 | 813 | 950 |
| Outra indústria, óleo diesel | 6.531 | 11.974 | 5,681 | 3.260 | 3.925 | 4.589 |
| Outra indústria, óleo combustível | 9.504 | 126 | - | - | - | - |
| Outra indústria, gases liquefeitos de petróleo | 5.024 | 3.056 | 7,752 | 10.664 | 12.838 | 15.009 |
| Outra Indústria, Querosene | 461 | - | - | - | - | - |
| Outra indústria, outro gás | 5.401 | 6.615 | 4,699 | 3.212 | 3.867 | 4.521 |
| Outra indústria, outros produtos petrolíferos | 1.005 | 628 | 360 | 325 | 392 | 458 |
| Outra Indústria, Eletricidade | 4.744 | 7.900 | 6.587 | 8.642 | 8.217 | 9.607 |
| *Total* | *47.240* | *69.488* | *73.253* | *78.995* | *92.909* | *108.624* |

A Figura 4 fornece a linha de base para o consumo de eletricidade para o setor da Indústria (inclui eletricidade na agricultura). Os dados históricos de consumo de eletricidade (2000 - 2018) foram coletados da mesma fonte de dados que para os combustíveis citados acima. Os dados estavam disponíveis para 8 subsetores e o restante foi agregado em um subsetor de “outras indústrias”. A mesma abordagem de previsão BAU usada para o consumo de combustível também foi aplicada ao consumo de eletricidade. Inclui a agricultura, uma vez que os dados históricos indicam uma tendência clara de aumento da procura de eletricidade para este subsetor. Uma exceção foi feita para o subsetor de ferro e aço. As previsões para o consumo de gás natural e eletricidade na produção de ferro e aço foram feitas com base nas previsões de produção para fornos básicos de oxigênio e fornos elétricos a arco, descritas acima. Revisão adicional e refinamento dessas rupturas em nível de processo são recomendados para atualizações futuras da linha de base do setor.

As melhorias futuras nesta linha de base do consumo de eletricidade devem incluir pesquisas e pesquisas da indústria para descobrir as suposições de eficiência energética apropriadas a serem aplicadas por meio da previsão BAU. A desagregação adicional do uso de eletricidade em mais subsetores também seria útil.

Emissões de GEE  
Para a combustão de combustível e uso de processos / produtos industriais, as emissões de GEE para cada ano da linha de base foram estimadas usando os fatores de emissão do IPCC. As emissões de GEE foram convertidas em equivalentes de dióxido de carbono (CO2e) usando os potenciais de aquecimento global do Quinto Relatório de Avaliação do IPCC (AR5).[[6]](#footnote-7) As eficiências de controle para os controles de emissão foram estimadas a partir dos dados do inventário SEEG e aplicadas às emissões do processo de produção de ácido adípico a partir de 2007.

A Figura 5 fornece um resumo das emissões totais de GEE do setor da Indústria. Isso inclui emissões diretas e indiretas de GEE para fornecer uma contabilidade mais completa das emissões para a demanda de energia industrial. Nota: atualmente, as emissões de processos industriais são limitadas aos subsetores indicados para os quais dados históricos de produção ou uso do produto estavam disponíveis. Mais subsetores serão adicionados se os dados puderem ser coletados pela equipe local. Veja a discussão acima na seção IPPU para mais detalhes.

Figura 4. Consumo de energia elétrica do setor industrial. O último ano de dados históricos é 2018.

Na Figura 5, as emissões diretas da combustão de combustível e processos industriais são mostradas em cunhas sólidas. Com base nas premissas de crescimento apresentadas acima, essas emissões podem mais do que dobrar entre 2018 e 2050, passando de cerca de 50 teragramas[[7]](#footnote-8) de dióxido de carbono equivalente (TgCO2e) para cerca de 110 TgCO2e.

As emissões indiretas do consumo de energia elétrica com base na rede são mostradas no padrão. Incluem as emissões associadas às perdas na transmissão e distribuição, além da geração de energia. O resumo da linha de base do setor de Fornecimento de Energia (ES) fornece mais detalhes (por exemplo, intensidade de carbono da energia da rede). A análise do setor ES indicou que, se o teor de carbono da eletricidade importada for considerado um espelho da intensidade de carbono nacional geral, então o teor de carbono geral da eletricidade consumida no estado é bastante baixo, variando de cerca de 0,02 - 0,07 toneladas de CO2e para cada megawatt-hora consumido. É importante notar que se a energia importada para SP tiver um conteúdo de combustível fóssil muito maior do que a média nacional, então as emissões indiretas relatadas aqui podem ser muito maiores. Conforme indicado no gráfico, essas emissões em 2018 foram de cerca de 0,3 TgCO2e, mas podem crescer para mais de 1,3 TgCO2e até 2050. Essas emissões associadas à energia baseada na rede são muito menores do que as emissões diretas; no entanto, deve-se notar que algumas indústrias produzem sua própria energia para consumo (não aplicada à rede). Nesses casos, as emissões associadas à autoprodução serão incluídas nas emissões de combustão de combustível associadas para a indústria.

As Figuras 6 e 7 fornecem algum detalhamento adicional das emissões de combustão do setor industrial por combustível e subsetor. A Figura 8 fornece um resumo das emissões da combustão de combustível que inclui o CO2 biogênico da queima de combustíveis biogênicos (madeira, carvão vegetal, biodiesel, bagaço de cana). As emissões biogênicas de CO2 são mostradas em uma cunha transparente para indicar que essas emissões são neutras em carbono (por exemplo, bagaço de cana) ou contabilizadas em outro setor (por exemplo, Florestas e outros usos da terra para madeira derivada de florestas). Ainda assim, o resumo indica que essas emissões são duas a três vezes o tamanho daquelas para todos os outros combustíveis (as emissões em "tCO2e" excluem o CO2 biogênico).

As Figuras 9 e 10 fornecem resumos das emissões não combustíveis (IPPU) por subsetor e GEE, respectivamente.

Figura 5. Linha de base total das emissões de GEE industriais

Figura 6. Emissões de GEE da indústria da combustão de combustível por tipo de combustível

Figura 7. Emissões de GEE da indústria da combustão de combustível por subsetor

Figura 8. Emissões de GEE da indústria da combustão de combustível, incluindo CO2 biogênico

Figura 9. Emissões de GEE da Indústria de Processos e Uso de Produto por Subsetor

Figura 10. Emissões de GEE da Indústria por Processos e Uso de Produtos por GEE Nota: CO2 - dióxido de carbono; N2O - óxido nitroso; CF4 - tetrafluorometano e C2F6 - hexafluoroetano (ambos são perfluorocarbonos.

1. As estimativas de emissão atuais são baseadas em dados de atividade compilados pela SEEG Brasil: <http://seeg.eco.br/en>; bem como algumas atualizações do trabalho anterior de inventário de GEE do estado (<https://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/1o-inventario-de-emissoes-antropicas-de-gases-de-efeito-estufa-diretos-e-indiretos-do-estado-de-sao-paulo-periodo-1990-a-2008-2/english-2/>). Outras substâncias com alto GWP incluem PFCs e hexafluoreto de enxofre (SF6). SF6 é emitido durante a produção de magnésio. O SF6 também é usado no equipamento de transmissão e distribuição do sistema elétrico. Se as estimativas de emissão estiverem disponíveis para essa atividade, elas serão apresentadas na linha de base do setor de Abastecimento de Energia. Um estudo recente sobre emissões de processos industriais e estratégias de mitigação pode ser encontrado aqui: <http://www.ppe.ufrj.br/images/publica%C3%A7%C3%B5es/mestrado/Otto_Hebeda.pdf>. [↑](#footnote-ref-2)
2. *Diretrizes do IPCC de 2006 para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa, Volume 3, Processos Industriais e Uso de Produto,* [*https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol3.html*](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol3.html)*.*  [↑](#footnote-ref-3)
3. Estudo de Baixo Carbono para a Indústria Siderúrgica no Estado de São Paulo de 2014 a 2030, 2018, <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2018/09/SIDERURGIA-PUBLICA%C3%87%C3%83O_ON-LINE.pdf>. [↑](#footnote-ref-4)
4. 1 TJ = 23.88 toneladas de óleo equivalente (tep). [↑](#footnote-ref-5)
5. Balanço Energético SP 2018. Planilhas eletrônicas de suporte ao relatório no link a seguir: <http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalcev2/intranet/BiblioVirtual/diversos/BalancoEnergetico.pdf>. [↑](#footnote-ref-6)
6. Estes são os GWPs de 100 anos mostrados na Tabela 8.7 em <https://ar5-syr.ipcc.ch/resources/htmlpdf/WG1AR5_Chapter08_FINAL/>. [↑](#footnote-ref-7)
7. Um teragrama tem um milhão de toneladas métricas. [↑](#footnote-ref-8)