**Uso de Energia: Residencial, Comercial e Institucional**  
Visão geral  
Atividades nos setores residencial, comercial e institucional (RCI) produzem emissões de dióxido de carbono (CO2), metano (CH4) e óxido nitroso (N2O) quando os combustíveis são queimados para fornecer aquecimento ambiente, aquecimento de água, cozinha e outros usos de combustível em edifícios . Como resultado, o setor às vezes é comumente conhecido como setor "Edifícios". As emissões de CO2 representam a grande maioria dessas emissões. Outras pequenas fontes de emissões associadas a este setor incluem o uso e vazamento de hidrofluorocarbonos (HFCs), que são usados ​​como refrigerantes, principalmente em sistemas de ar condicionado (muitas vezes essas emissões de HFC serão incluídas de forma agregada no setor de Processos Industriais, uma vez que nem sempre há informações disponíveis para atribuir o uso de HFCs a cada setor de uso final, o que inclui também o uso de ar condicionado no setor de transportes). As emissões de combustão e vazamento de combustível resumidas acima são chamadas de emissões "diretas", pois podem ser atribuídas diretamente ao ponto de emissão na atmosfera.

Indiretamente, como consumidor de combustíveis e outras fontes de energia, esse setor também gera emissões com a produção de eletricidade, calor e combustíveis. Enquanto as emissões diretas dessas fontes são estimadas no setor de Energia, como fornecimento de energia (ES), as emissões associadas à geração, transmissão e distribuição de eletricidade para consumo de eletricidade no setor de RCI também são apresentadas aqui. Observe que essas emissões são chamadas de emissões indiretas (ou seja, "indiretas" porque não podem ser atribuídas ao ponto de uso de energia). Esta abordagem de contabilidade "baseada no consumo" fornece uma imagem mais completa da pegada de GEE para o uso geral de energia no setor de RCI. Observação: neste projeto, sempre que forem apresentados resumos de emissões que abordam tanto a oferta quanto a demanda de energia, as emissões indiretas são excluídas para evitar dupla contagem. Portanto, quando as emissões indiretas são mostradas em um gráfico de resumo, elas sempre serão identificadas como cunhas padronizadas para indicar que as emissões diretas são contabilizadas em outro setor (as emissões diretas são sempre mostradas em cunhas sólidas.

## Consumo de energia

### Combustíveis residenciais

A Figura 1 fornece um resumo da linha de base do consumo total de energia para o Estado de São Paulo, que inclui combustíveis e eletricidade. Os dados históricos foram coletados de 2000-2018 a partir do SP State Energy Data. Conforme indicado nos dados históricos, tem havido uma notável tendência de afastamento do consumo de combustível em direção ao consumo de eletricidade. Os três principais combustíveis consumidos no setor residencial são o gás liquefeito de petróleo (GLP), o gás natural e a lenha (ver Figura 2). Outros combustíveis incluem carvão vegetal e querosene. O querosene estava presente em pequenas quantidades no período histórico, mas parece ter sido eliminado desde 2016 no gráfico (a maioria dos anos são muito pequenos para serem vistos no gráfico).

A Tabela 1 fornece as taxas per capita de linha para cada um dos combustíveis. Ao avaliar o crescimento business as usual (BAU), é feito um esforço para considerar o crescimento anual de curto prazo (até 2030) e de longo prazo (2031-2050). Geralmente, os últimos cinco anos dos dados históricos são usados ​​para inferir as taxas de crescimento para o curto prazo, embora a revisão de toda a série temporal (2000-2018) deva ser conduzida para verificar se esse período de cinco anos parece representativo de condições futuras. Por exemplo, um pico ou queda dramática no consumo em um único ano pode produzir taxas de crescimento irrealistas. Para SP, o consumo de GLP e madeira caiu no período histórico, enquanto o uso de gás natural e carvão vegetal apresentou forte crescimento. Taxas de declínio menores, mas mais realistas, foram observadas nos últimos cinco anos de dados históricos (2013-2018). Essas taxas foram selecionadas para prever o uso de combustível durante o período de previsão de curto prazo (2019-2030). Para o crescimento de longo prazo (2031-2050), foi assumido que o consumo de combustível cresceria na mesma taxa que o crescimento populacional.

Figura 1. Linha de base do consumo de energia residencial

Figure 2. Residential Fuel Combustion Baseline

**Tabela 1. Taxas de crescimento BAU para combustíveis residenciais**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Combustível** | **Taxa de crescimento anual (% / ano)** | | | **Notas** |
| **2000-2018 Real** | **2019-2030 Aplicado** | **2031-2050 Aplicado** |
| Querosene | 0,00% | 0,00% | 0,00% | Parece ter sido eliminado; assumido para permanecer em zero durante toda a previsão. |
| GLP | -1,6% | -2,9% | Crescimento populacional | Crescimento de 2013-2018 aplicado até 2030; crescimento de longo prazo baseado apenas na taxa de crescimento populacional. |
| Gás natural | 6,8% | 3,5% | Crescimento populacional | Crescimento de 2013-2018 aplicado até 2030; crescimento de longo prazo baseado apenas na taxa de crescimento populacional. |
| Madeira | -2,3% | -2,8% | Crescimento populacional | Crescimento de 2013-2018 aplicado até 2030; crescimento de longo prazo baseado apenas na taxa de crescimento populacional. |
| Carvão vegetal | 8,3% | -4,3% | Crescimento populacional | Crescimento de 2013-2018 aplicado até 2030; crescimento de longo prazo baseado apenas na taxa de crescimento populacional. |

### Combustíveis Comerciais e Institucionais

Dados históricos de consumo de combustível e eletricidade foram compilados para os anos de 2000 a 2018 da mesma fonte citada acima para combustíveis residenciais. A Figura 3 é um gráfico que resume os dados históricos e a previsão BAU para a demanda de energia. Conforme indicado pelos dados históricos, o consumo de eletricidade em ambos os setores é muito maior do que o consumo de combustível. No geral, de 2000-2018, o uso de combustível no subsetor comercial diminuiu -0,50% / ano e, para o subsetor institucional, houve crescimento a uma taxa de 2,0% / ano.

Figura 3. Linha de base do consumo de energia comercial e institucional

A Figura 4 mostra a linha de base para o consumo de combustível para os setores comercial e institucional. Como no setor residencial, existem alguns combustíveis que parecem ter sido eliminados no período histórico (óleo combustível e querosene uso no setor institucional; carvão vegetal de madeira no setor comercial). Além disso, o uso de gás natural no setor institucional foi para zero a partir de 2015, o que parece incomum. Para os combustíveis restantes, o uso deles parece estar diminuindo mais rapidamente para alguns combustíveis do que para outros.

Em vez de tentar modelar as taxas decrescentes de combustíveis específicos em cada setor, foram calculadas as taxas de crescimento separadas para o uso total de combustível por unidade de SGP para os subsetores comercial e institucional. Para o subsetor comercial, o crescimento anual na intensidade do uso de combustível calculado a partir dos dados de consumo de combustível de 2000-2018 foi de -2,4% / ano. Para o subsetor institucional, o valor calculado foi de 0,06% ao ano. Estes foram aplicados junto com o crescimento do SGP (em termos reais) da Linha de Base Socioeconômica para estimar o consumo futuro de combustível. Conforme mostrado na Figura 4, esta abordagem de previsão resulta em um declínio geral no uso de combustível comercial / institucional começando por volta de 2025. O uso de combustíveis comerciais diminui a uma taxa de -0,32% / ano, enquanto o uso de combustível institucional aumenta a uma taxa anual de 2,2 % / ano. No geral, a previsão é consistente com um futuro em que se espera que o consumo de energia favoreça o crescimento da eletricidade em vez dos combustíveis, conforme indicado na Figura 3.

Figura 4. Linha de base do consumo de combustível comercial e institucional

Tabela 2. Taxas de crescimento BAU para consumo comercial e institucional de combustível

| **Setor** | **Combustível** | **Crescimento do consumo de combustível (% / ano)** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **2000-2018** | **2019-2050** |
| Comercial | Todos os combustíveis | -0,50% | -0,32% |
| Institucional | Todos os combustíveis | 2,0% | 2,2% |

### Demanda residencial de eletricidade

Assim como com o consumo de combustível, a demanda histórica de eletricidade foi retirada do Balanço Energético de SP. Dada a importância da eletricidade como fonte de energia para cada um dos subsetores do RCI (consulte as Figuras 1 e 3 acima), foi analisado de perto os dados históricos e algumas métricas socioeconômicas aplicáveis. Para o subsetor residencial, os dados coletados sobre habitação não foram suficientes, de modo que a relação entre o consumo de energia elétrica e a população total foi estabelecida conforme mostrado na Figura 5. A equação da linha de melhor ajuste apresentada foi usada para gerar uma taxa de consumo para cada ano de a previsão (kWh / capita), que foi então usada com a previsão da população BAU para estimar o consumo. A taxa histórica de consumo de eletricidade / crescimento capita (2000-2018) foi de 1,1% ao ano. Para a previsão (2019-2050), a aplicação das taxas de consumo per capita estimadas com a equação na Figura 5 produziu um crescimento do consumo de eletricidade per capita de 0,72% / ano.

Figura 5. Consumo de eletricidade do setor residencial, kWh / capita

### Demanda Comercial e Institucional de Eletricidade

O consumo histórico de eletricidade para o setor comercial foi avaliado juntamente com a atividade econômica geral (GSP em termos reais). É provável que melhores relações sejam encontradas entre o consumo de eletricidade do subsetor e o valor agregado para esse subsetor, por exemplo, o setor comercial. No entanto, uma vez que as previsões da atividade econômica para cada subsetor não estavam disponíveis, então o GSP geral foi usado (consulte o artigo de Base Socioeconômica para obter mais referências de histórico e dados). A Figura 6 mostra esse relacionamento. A equação foi utilizada para gerar um valor de consumo de eletricidade para cada Real 2019 (R $ 2019) de GSP durante o período de previsão BAU (2019-2050).

Figura 6. Consumo de energia elétrica do setor comercial por unidade SGP, kWh / milhão R $ 2019

Uma avaliação do consumo de eletricidade do subsetor institucional por unidade de GSP não produziu nenhum bom relacionamento (a Figura 7 fornece um exemplo). Como resultado, o consumo médio de eletricidade por unidade de SGP foi calculado e aplicado para estimar a demanda futura de eletricidade (4,8 kWh / milhão R $ 2019).

Figura 7. Consumo de eletricidade do setor institucional por unidade SGP, kWh / milhão R $ 2019

A Figura 8 abaixo fornece a linha de base do consumo de eletricidade para o setor de RCI. A aplicação dos métodos de previsão e dados descritos acima produziu as seguintes taxas de crescimento anual de 2019-2050:

* Residencial: 0,92%/yr
* Comercial: 3,6%/yr
* Institucional: 2,1%/yr.

Figura 8. Linha de base do consumo de eletricidade do setor RCI

Emissões de GEE  
Para a combustão de combustível, as emissões de GEE para cada ano da linha de base foram estimadas usando fatores de emissão do IPCC.[[1]](#footnote-2) 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).[[2]](#footnote-3)

A Figura 9 fornece um resumo das emissões totais de GEE para o setor de RCI. Isso também é conhecido como “linha de base de emissões com base no consumo”, uma vez que as emissões incluem emissões diretas e indiretas de GEE para fornecer uma contabilização mais completa das emissões para toda a demanda de energia da RCI. As emissões diretas da combustão de combustível são mostradas em cunhas sólidas. As emissões indiretas do consumo de energia elétrica são mostradas em cunhas padronizadas. 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.

Figura 9. Linha de base de emissões de GEE da RCI

Observe que, para a combustão de madeira, as emissões de dióxido de carbono são relatadas aqui separadamente. Isso ocorre porque essas emissões devem ser capturadas nas remoções de carbono florestal na linha de base do FOLU. No entanto, essas emissões “biogênicas” de CO2 também devem ser reconhecidas aqui para fornecer informações aos planejadores de mitigação de GEE. A Figura 10 fornece apenas a linha de base de emissões diretas (combustão de combustível) por setor que inclui essas emissões. Emissões biogênicas de CO2 da combustão de madeira são mostradas separadamente como uma cunha transparente para fornecer uma noção de seu tamanho em relação a outras fontes (as emissões são aproximadamente um terço do tamanho de toda a combustão de combustível fóssil no setor de RCI). Conforme indicado acima, eles não estão incluídos com o resto da linha de base completa de GEE do RCI para indicar que eles são contabilizados no setor FOLU. A Figura 11 fornece um resumo das emissões diretas para cada um dos combustíveis no setor de RCI.

Conforme mostrado na Figura 9, as emissões diretas e indiretas devem quase dobrar até 2050 com base nas suposições de crescimento atuais (de cerca de 8 TgCO2e em 2019 para mais de 15 TgCO2e em 2050).

Figura 10. Linha de base das emissões diretas de GEE da RCI por setor

Figura 11. Linha de base de emissões diretas de GEE por combustível

1. 2006 IPCC Guidelines; volume 2. Energy; <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>. Nota consistente com os refinamentos do IPCC de 2019 para relatórios nacionais, as emissões de CO2 para combustão de biomassa são excluídas aqui, uma vez que são relatadas como perdas de carbono na agricultura, silvicultura e outros setores de uso da terra: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>. [↑](#footnote-ref-2)
2. 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-3)