



# GT2 - ENERGIA

RELATÓRIO TÉCNICO  
NOVEMBRO / 2024

# CAMINHOS PARA A SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO CAMPUS USP BUTANTÃ

O Grupo de Trabalho em Energia (GT Energia) busca identificar e implementar estratégias para aprimorar a sustentabilidade e a eficiência energética no Campus Butantã da Universidade de São Paulo (USP). Entre as medidas propostas estão a migração para o mercado livre de energia, a expansão das fontes próprias de energia renovável, a promoção da eficiência energética nas edificações e o retrofit da rede elétrica para aumentar a segurança e a confiabilidade do suprimento de energia. Além disso, o GT Energia propõe a realização de um inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para fundamentar ações de descarbonização no Campus. O GT Energia está comprometido em estabelecer metas concretas para reduzir o consumo de energéticos e seus custos associados, visando eventualmente tornar o

Campus mais autossuficiente em termos energéticos e a redução das emissões de GEE. Dessa forma, todas as propostas que serão desenvolvidas pelo GT energia estão alinhadas aos princípios da transição justa e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Este relatório apresenta o resultado da leitura analítica e crítica em conjunto com as oficinas participativas em relação ao GT Energia, descrevendo as potencialidades e problemas no que se refere ao consumo de energia elétrica dentro do Campus. A partir desses mapeamentos são abordados 8 temas principais que incluem:

1. Produção de energia elétrica própria
2. Mercado livre de energia elétrica e suas implicações
3. Infraestrutura da rede de energia elétrica do Campus
4. Conservação e uso racional de energia elétrica
5. Consumo e eficiência energética (em relação a energia elétrica)
6. Iluminação pública e segurança
7. Cobertura e qualidade da internet sem fio no Campus
8. Consumo de energéticos líquidos e gasosos próprios e induzidos pelo pólo atrator de tráfego "Universidade de São Paulo"
9. Inventário de GEE associado ao consumo de energéticos

## Definições:

- Energéticos: (do grego Energétikós): que produz, transmite ou fornece energia.
- Energia (do grego Enérgeia) é a capacidade de produzir trabalho
- Onde Energia está presente: Energia está envolvida em todas as formas de arranjo social da humanidade, seja na forma de energia elétrica ou na forma de energia química em substâncias sólidas, líquidas ou gasosas. Ela está presente na produção e/ou processamento de recursos naturais como:

- Água (coleta; tratamento; entrega)
- Esgoto (coleta; tratamento; entrega; biodigestão, queima de metano e produção de energia térmica/mecânica)
- Resíduos sólidos (coleta; disposição em aterro; coleta e tratamento dos gases do processo de biodigestão; queima do Metano, redução de emissões de GHG)
- Mobilidade: Transporte coletivo sobre trilhos (combustível fóssil e/ou elétrico); Transporte coletivo e/ou individual sobre pneus (combustível fóssil; biocombustível; elétrico; híbrido)]

### Energéticos utilizados pelo campus Butantã-USP:

- energia elétrica (aproximadamente 20% proveniente de combustíveis fósseis)
- etanol (renovável, embora não 100%)
- Diesel (origem fóssil)
- Gás Natural (origem fóssil)
- Gás Liquefeito de Petróleo (origem fóssil)

- Recursos Naturais: Elementos disponíveis na natureza que podem ser utilizados para atender às necessidades humanas, como eletricidade; combustíveis sólidos, líquidos e gasosos; matérias primas; alimentos, água; etc...

- Energéticos nos recursos naturais: grande parte dos recursos naturais passa por processos de adequação e/ou condicionamento para o consumo humano. E estes processos requerem consumo de energéticos, como no caso do tratamento de água e esgoto; tratamento de resíduos sólidos, produção de combustíveis (e sua utilização posterior para refrigeração; aquecimento; mobilidade, etc...)

- Descarbonização da sociedade: Processo de redução e posterior eliminação das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) nas atividades humanas como forma de combater o aquecimento da atmosfera do planeta e a crise climática

- Conservação dos Recursos Naturais: Ações que protegem os Recursos Naturais de tal forma a garantir que as futuras gerações tenham a mesma disponibilidade e com a mesma qualidade das gerações atuais (sob o lema: não necessita, não use!)

- Uso Racional dos Recursos Naturais: Se o uso do Recurso Natural for inevitável, utilizá-lo de forma econômica e sem desperdício, como é o caso do posicionamento da lâmpada direta e o mais próximo possível da área demandada

- Uso Eficiente dos Recursos Naturais: Utilização dos Recursos Naturais de forma consciente, adotando sempre as melhores práticas, os equipamentos mais adequados e com melhor rendimento do energético utilizado

- C.U.R.E. – RN – Acrônimo para a Conservação, Uso Racional e Eficiente de Recursos Naturais

- Monitoramento do uso de Recursos Naturais: O Monitoramento “inteligente” do uso de Recursos Naturais utiliza sensores e sistemas de comando & controle (C&C) para monitorar e/ou atuar sobre o consumo destes recursos em tempo real. A atuação na forma de C&C depende de equipamentos adequados e parâmetros e condições previamente estabelecidas pelos órgãos competentes, como, por exemplo, na formulação dos indicadores e no plano de metas para um dado período de monitoramento

- Indicadores: Ferramentas de medição que fornecem informações sobre desempenho de consumo de recursos, processos, projetos e iniciativas, a partir de parâmetros previamente definidos

- Metas a serem atingidas: Objetivos a serem alcançados a partir dos Indicadores previamente estabelecidos

- **Inventários:** Ferramentas que permitem quantificar, mapear e monitorar estoques, consumos e o produto destes consumos (nas emissões de GEE é gerado principalmente pela queima de combustíveis fósseis). Se utilizado para programas de redução de emissões de GEE deve ser anual, incluindo todos os escopos definidos pelo IPCC.

- **Emissões próprias de GEE (escopo 1):** São as emissões de GEE realizadas de forma direta pela própria instituição, como queima de combustível em suas instalações, frota de veículos alugados ou próprios, emissões fugitivas de aparelhos de ar condicionado, atividades agrícolas, entre outras.

- **Emissões indiretas de GEE (escopo 2):** São as emissões indiretas da instituição, relacionadas ao consumo de eletricidade para iluminação; aquecimento, refrigeração; ar comprimido, vaporização, etc.

- **Emissões induzidas de GEE (escopo 3):** São as emissões provenientes da operação da instituição e não incluídas nos escopos 1 e 2, como transporte e distribuição de bens e pessoas realizados por meio de terceiros, viagens a trabalho e tratamento externo de resíduos e efluentes..

- **Polo Atrator de Tráfego (P.A.T.) ou Polo Gerador de Tráfego:** qualquer empreendimento de grande porte que gera um grande volume de deslocamento de pessoas e veículos

### Considerando-se que:

**1.** O Brasil é signatário do Acordo de Paris com a aprovação das INDC (National Determined Contributions - Contribuições Nacionalmente Determinadas), comprometendo-se a reduzir as emissões de GEE em 37% até 2025 e 43% em 2030.

**2.** Que as diretrizes e os objetivos acordados devem ser traduzidos em ações que possam ser incorporadas diretamente nas políticas públicas, em particular, nos Planos Diretores e demais instrumentos de planejamento do desenvolvimento urbano, incluindo planejamento prévio para adaptações e/ou medidas de mitigação.

**3.** Que a dimensão climática precisa entrar de forma mais estruturante no planejamento urbano, com ações efetivas que contribuam para mitigar e/ou adaptar aos riscos previamente identificados, de forma a concorrer para um desenvolvimento de baixo impacto ambiental e garantam qualidade de vida das futuras gerações.

**4.** Que o aumento de ocorrência de extremos climáticos impõe planejamento de ações de adaptação proativa que incluem, no uso de Recursos Naturais: Gestão integrada (apoiada por Sistema robusto de coleta de Informação); Otimização de processos tecnológicos; Mudança ou reforço institucional, educacional e comportamental

**5.** Que deve-se proceder a uma Adaptação Planejada ou Antecipatória, incorporando os cenários cada vez mais claros da crise climática

**6.** Que a abordagem seja Integradora: uma resposta sistêmica que prevê a integração intersetorial de conceitos, estratégias e medidas, considerando suas interdependências, sinergias e trade-offs.

**7.** Que a comunidade internacional reconhece que o consumo de energia na forma de energéticos fósseis é a principal causa das mudanças do clima e da crise climática

**8.** Que o campus Butantã-USP consome energéticos em praticamente todas as suas atividades, sejam elas na construção, operação e manutenção predial, consumo de produtos e serviços, na mobilidade, na comunicação e em qualquer outra operação para seu funcionamento adequado

**9.** Que a Universidade tem uma diversidade de atividades e que suas emissões de gases de efeito estufa, além da energia, podem significativas também em outras categorias, como metano por decomposição de resíduos, vazamento de compostos cloro-fluor-carbono por sistemas de ar condicionado antigos, etc.

10. Que a manifestação da comunidade uspiana durante as consultas públicas mostrou demandas que ainda não foram atendidas. Em especial, melhoria/modernização de equipamentos consumidores de energia elétrica; instalação e/ou retrofit de iluminação externa/interna; melhoria de infraestrutura, com tomadas de energia elétrica e de sistemas de condicionamento de ambiente

11. Que a Universidade de São Paulo, como a Universidade mais importante da América Latina, tem a responsabilidade de apontar caminhos para solução dos problemas que a humanidade enfrenta – notadamente com as mudanças climáticas, a estabilidade da biosfera e o risco da extinção da própria espécie causadora do problema

## 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS E POTENCIALIDADE A PARTIR DOS LEVANTAMENTOS DE DADOS DO CAMPUS

A Figura 1 mostra os problemas e potencialidades identificados pelo GT Energia em diferentes áreas do Campus. Ela destaca uma série de problemas mapeados no energético “energia elétrica” e suas interrelações com as atividades geradoras, os efeitos e impactos, além dos projetos associados (ou a falta deles).

### i) Identificação dos problemas

Os problemas identificados destacam a necessidade urgente de um mapeamento detalhado da matriz de consumo elétrica, a implementação de sistemas de monitoramento e controle mais eficientes, além de investimentos em infraestrutura e ferramentas de sistema integrado de gestão elétrica que facilite tomadas de decisões estratégicas e facilite o acompanhamento detalhado do consumo e a identificação de irregularidades. Estas medidas são essenciais para garantir a redução de impacto no meio, a segurança e a eficiência energética no Campus USP Butantã. Os problemas identificados incluem:

#### Falta de mapeamento da matriz elétrica:

- Desconhecimento do parque de geradores de eletricidade a diesel no Campus.
- Falta de monitoramento de todas as cabines primárias no Campus, ocasionando na falta de dados de consumo de alguns institutos/prédios.
- Dificuldade na otimização do uso de geradores elétricos, risco de falhas inesperadas e aumento de custos.

#### Consumo Ineficiente:

- Consumo excessivo de energia elétrica em algumas unidades do Campus. Embora o consumo excessivo não signifique que seja ineficiente, ele é um indicador de que se deve realizar o monitoramento e avaliação deste consumo. Há situações (laboratórios de pesquisa, por exemplo), em que o alto consumo de energia elétrica seja plenamente justificável.
- O consumo ineficiente de energia elétrica provoca aumento do consumo, aumento de custos com energia e impacto ambiental pela emissão de GEE significativo, com o comprometimento da luta pela redução do impacto ambiental pelas atividades humanas.

#### Insegurança da Rede Elétrica:

- Sobrecarga de alimentadores, colocando em risco a segurança da rede elétrica.
- Apagões frequentes, perda de dados e equipamentos danificados.

#### Iluminação Pública Ineficiente:

- Iluminação pública deficiente em vários pontos do Campus, causando insegurança principalmente a noite
- Ausência de monitoramento do sistema de iluminação e/ou falhas no sistema
- Falta de manutenção e acompanhamento adequado.

**Falta de Ferramentas de Gestão:**

Inexistência de equipamentos de monitoramento do consumo de energéticos por setores dentro das unidades e, em alguns casos, da própria unidade. Como consequência, inexistência de banco de dados, ferramentas e indicadores impossibilitam acompanhar o consumo e identificar anomalias.

Estas falhas implicam em:

- Dificuldade na tomada de decisões estratégicas,
- Dificuldade de manutenção da infraestrutura da rede elétrica, com quedas de energia e também de acervo de equipamentos elétricos, como lâmpadas, postes, ar-condicionado, etc.
- Perda progressiva da eficiência do sistema, com potencial aumento do consumo energético e de emissões de GEE.

E, como corolário, barreiras técnicas para uma boa gestão energética.

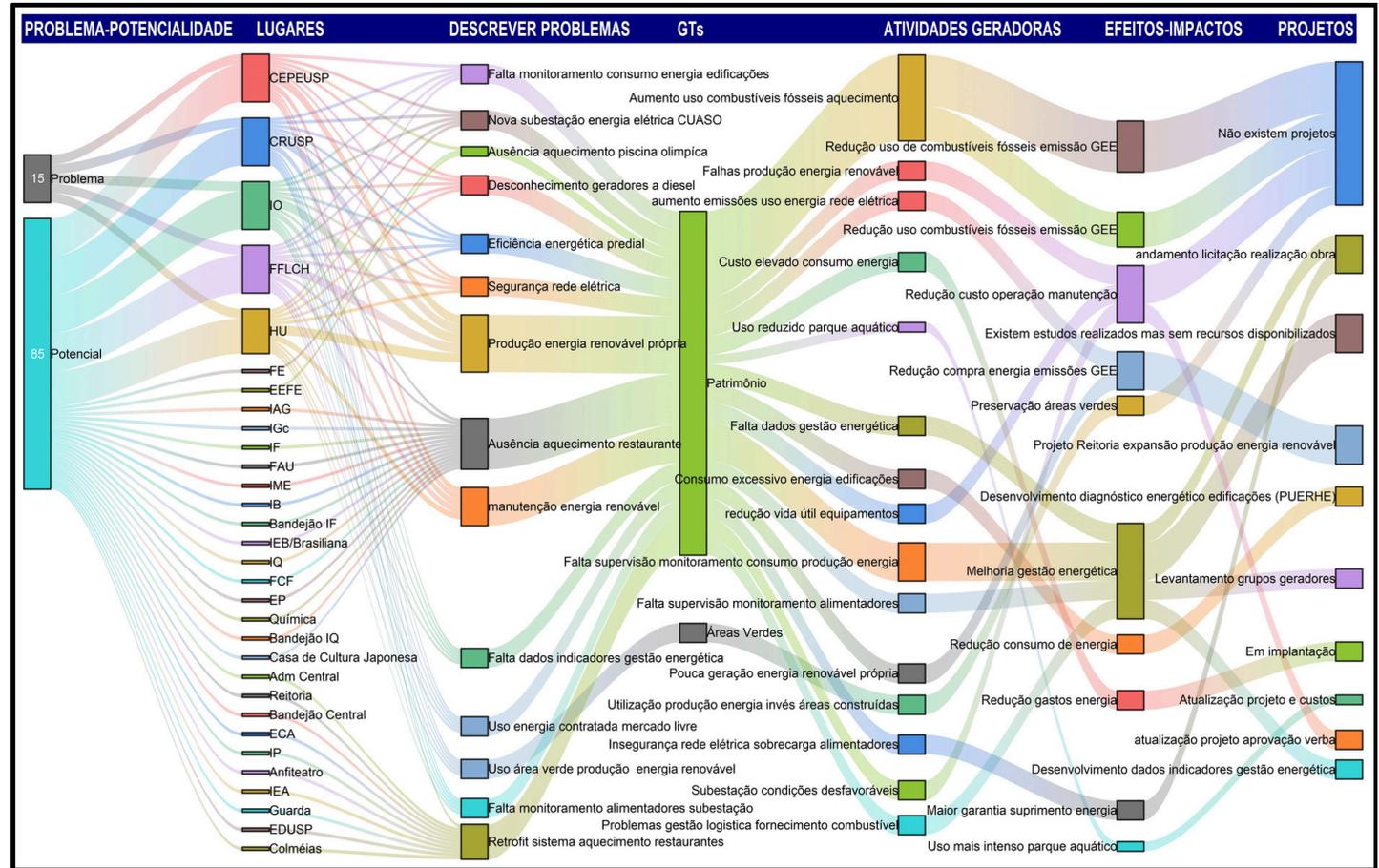


Figura 1. Identificação de Problemas (15) e Potencialidade (85) relacionados ao GT Energia

Assim, temos um documento enviado para todas as unidades, onde foram questionados sobre algumas questões envolvendo iluminação, wifi e detalhes específicos sobre a infraestrutura. Segue:

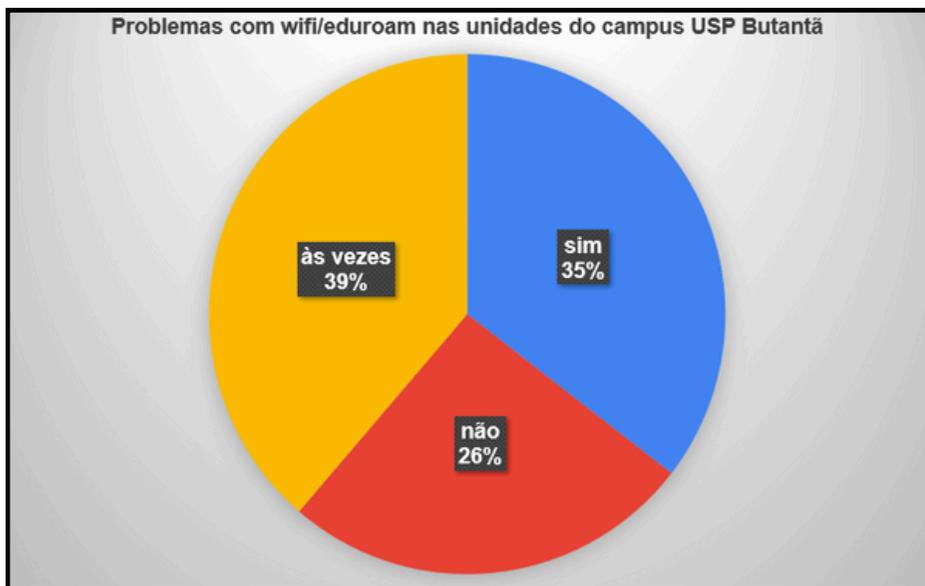


Figura 2. Respostas sobre wifi vindo do questionário das unidades

#### Unidades com problemas com a rede wifi local ou com o eduroam

CDI; Colmeia D; ECA Espaço das Artes; ECA Prédio 1; ECA Prédio 11; ECA Prédio 2,3,4; ECA Prédio 5; ECA Prédio 6; ECA Prédio 7, 8; ECA Prédio 9, BI.22; EEF; FFLCH Filo&Soc.; FFLCH HistGeo; HU; IAG; IGC; MAE; MAnt.; MP; Psico; Sintéc

#### Unidades que às vezes tem problemas com a rede wifi local ou com o eduroam

Ag.Inovação; CARE CRUSP; CeBiMar; CEPE; Cinusp; Colmeias; FAU; FCF; FE; FEA; FFLCH Adm; FFLCH Letras; FFLCH Cult. Jap.; FO; FOFITO; IB; IEE; IME; Inova; IRI; MAC; MZ; Prédios K e L; PUSP-CB

#### Unidades que não têm problemas com a rede wifi local ou com o eduroam

Brasiliiana; EP Administração; EP Biênio; EP Civil; EP Elétrica; EP M&M; EP Mecânica; EP Minas.; EP Produção; EP Química; FMVZ; ICB; IO; IQ; SPPU/Guarda; STI

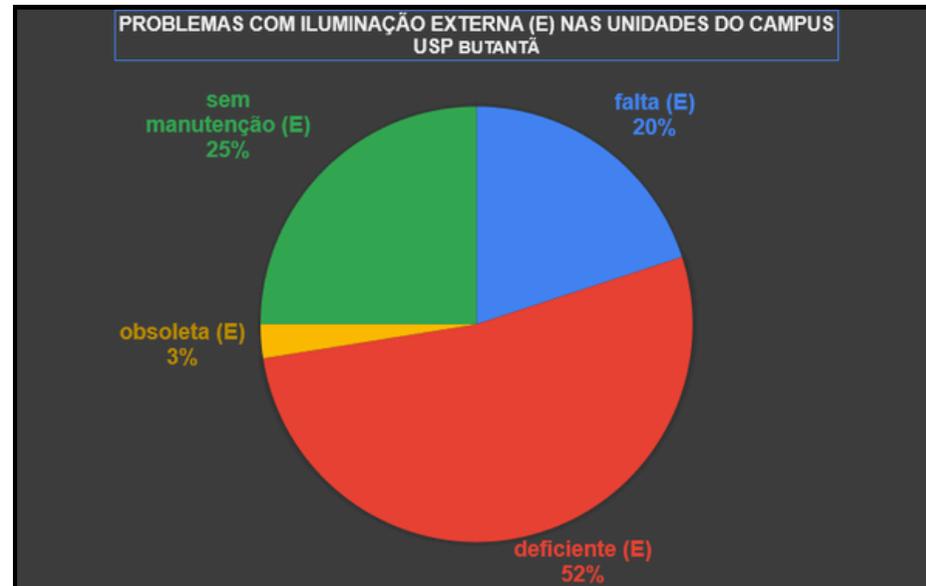


Figura 3. Respostas sobre Iluminação interna vindo do questionário das unidades



Figura 4. Respostas sobre Iluminação externa vindo do questionário das unidades

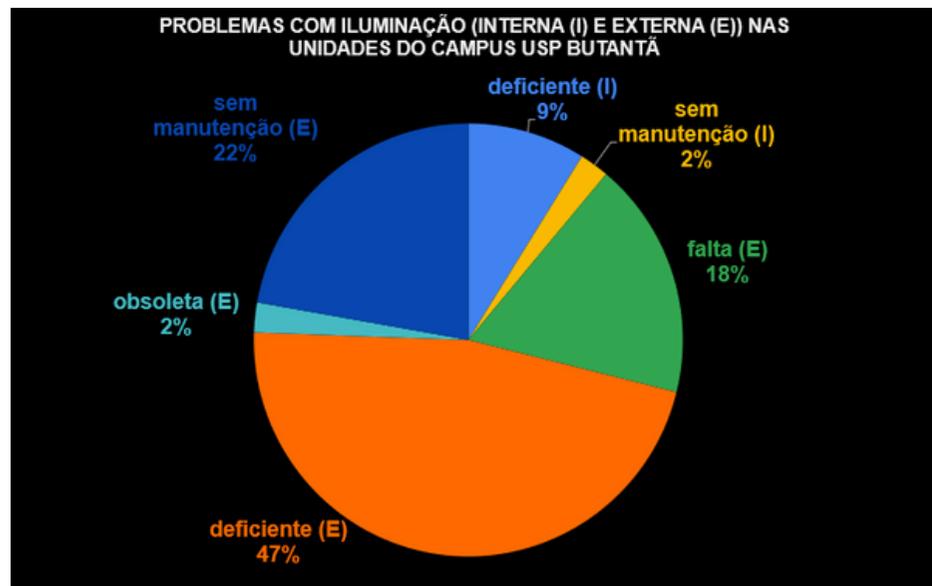


Figura 5. Respostas sobre Iluminação interna e externas e seus detalhamentos, vindo do questionário das unidades

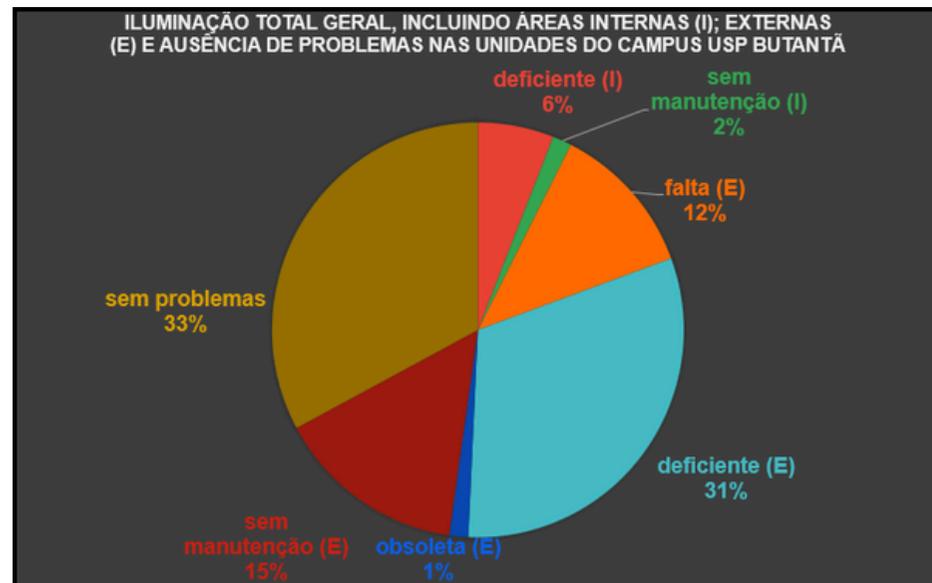


Figura 6. Respostas sobre Iluminação total vindo do questionário das unidades

**Problemas relatados com iluminação interna deficiente:**

Colmeias; FFLCH HistGeo; FFLCH Cultura Japonesa; Psicologia

**Problemas relatados com iluminação interna sem manutenção**

EEFE

**Problemas relatados com falta iluminação externa**

FFLCH Adm; FFLCH Filo&Soc.; FFLCH Letras; IB; ICB; IME; MAC; Sintéc

**Problemas relatados com iluminação externa deficiente**

Ag.Inovação; CeBiMar; CEPE; ECA Espaço das Artes; ECA Prédio 11; ECA Prédio 2,3,4 ; ECA Prédio 5 ; ECA Prédio 6; ECA Prédio 7, 8 ; ECA) – Prédio 1 ; ECA) – Prédio 9,BI.22; EP Produção; FAU; FE; FFLCH HistGeo; FFLCH Cult. Jap.; HU; IF; Prédios K e L; Psico; PUSP-CB

**Problemas relatados com iluminação externa obsoleta**

MAnt.

**Problemas relatados com iluminação externa sem manutenção**

CDI; FCF; FEA; FMVZ; FO; IGC; Inova; IRI; MP

**Não foram relatados problemas com iluminação interna/externa**

Brasiliiana; Camargo Guarnieri; CARE CRUSP; Cinusp; Colmeia D; EP Administração; EP Biênio; EP Civil; EP Elétrica; EP M&M; EP Mecânica; EP Minas.

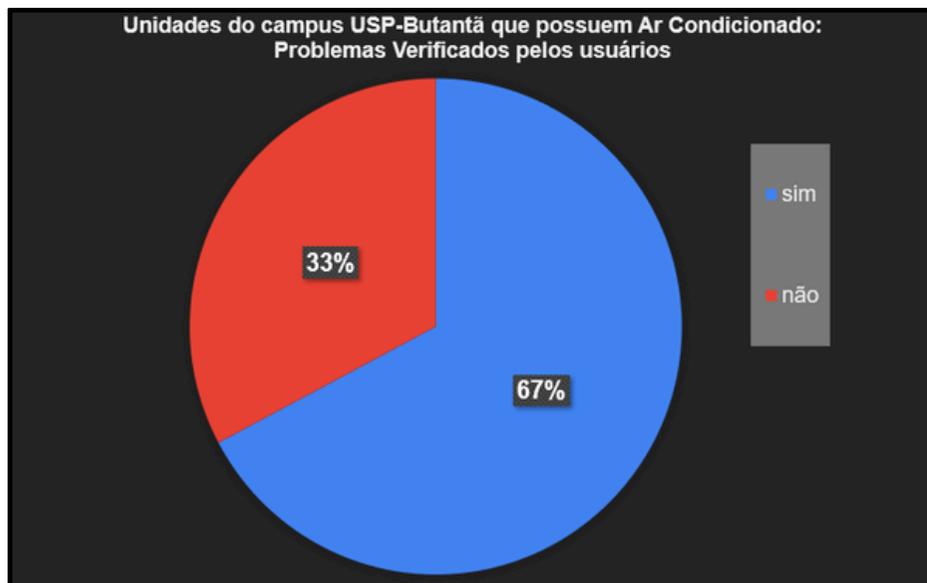


Figura 7. Respostas sobre problemas com Ar condicionado vindo do questionário das unidades

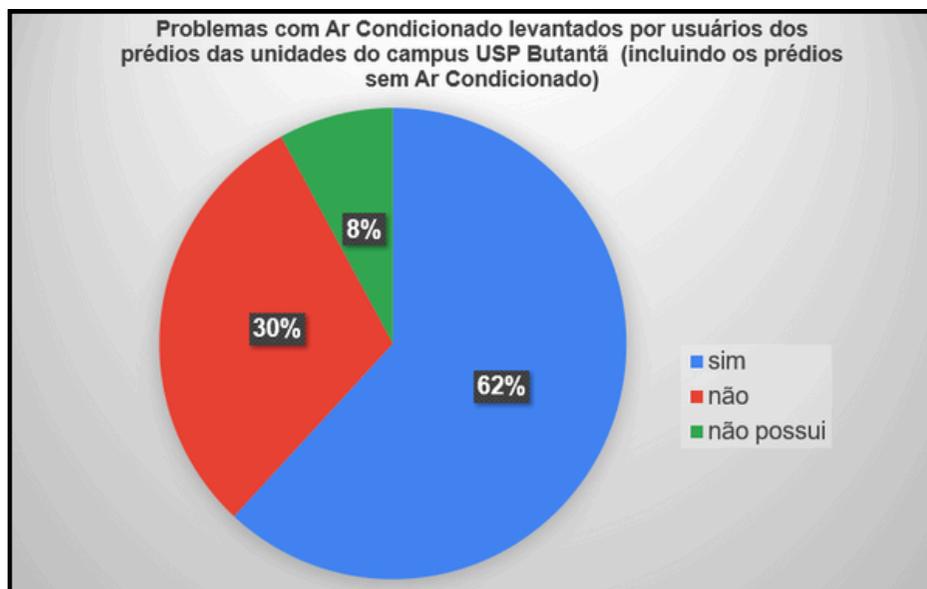


Figura 8. Respostas sobre problemas com Ar condicionado e sua falta, vindo do questionário das unidades

### Problemas relatados com Ar Condicionado:

Brasileira; Camargo Guarnieri; CDI; CeBiMar; CEPE; ECA Espaço das Artes; ECA Prédio 2,3,4; ECA Prédio 5; ECA Prédio 6; ECA Prédio 7, 8; ECA) – Prédio 1; EEFE; EP Civil; FAU; FE; FFLCH Adm; FFLCH Filo&Soc.; FFLCH HistGeo; FFLCH Letras; FFLCH Cult. Jap.; FMVZ; FOFITO; HU; IAG; IB; IF; IGC; IME; IO; IQ; IRI; MAE; MAnt.; MP; MZ; Prédios K e L; Psico; PUSP-CB; STI

### Prédios que Não possuem Ar Condicionado:

Ag.Inovação; Colmeia D; ECA Prédio 11; ECA) – Prédio 9,BI.22; EFEE; Sintéc

### Manutenção do Ar Condicionado foi recente:

Camargo Guarnieri; CARE CRUSP; CEPE; Cinusp; ECA Prédio 2,3,4; ECA Prédio 5; ECA Prédio 6; ECA Prédio 7, 8; ECA) – Prédio 1; EP Administração; EP Biênio; EP Elétrica; EP M&M; EP Mecânica; EP Minas.; EP Produção; EP Química; FAU; FCF; FFLCH Adm; FFLCH Filo&Soc.; FFLCH HistGeo; FFLCH Letras; FFLCH Cult. Jap.; IB; IEE; IME; Inova; IQ; MAC; MAnt.; MZ; Prédios K e L; PUSP-CB; SPPU/Guarda; STI

### Não há evento de manutenção recente de Ar condicionado

Brasileira; CDI; CeBiMar; ECA Espaço das Artes; EEFE; EP Civil; FE; FEA; FMVZ; FO; FOFITO; HU; IAG; ICB; IGC; IO; IRI; MAE; MP; Psico

Com relação a partes específicas da infraestrutura das unidades, temos como resultado:

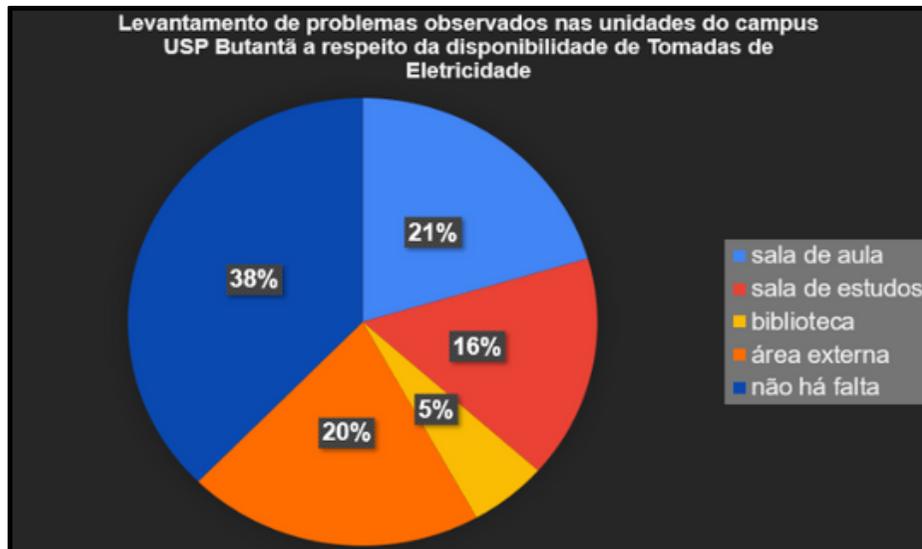


Figura 9. Respostas sobre disponibilidade de tomadas vindo do questionário sobre as unidades

Temos então que:

#### **Problemas relatados com falta de tomadas elétricas em sala de aula:**

ECA Espaço das Artes; ECA Prédio 2,3,4 ; ECA Prédio 5 ; ECA Prédio 6; ECA Prédio 7, 8 ; ECA) – Prédio 1 ; ECA) – Prédio 9,BI.22 ; EEFE; FE; FEA; FFLCH Adm; FFLCH Filo&Soc.; FFLCH HistGeo; FFLCH Letras; FFLCH Cult. Jap.; IGC; MP; MZ; Psico

#### **Problemas relatados com falta de tomadas elétricas em sala de estudo:**

CDI; ECA Espaço das Artes; ECA Prédio 5 ; ECA Prédio 6; ECA Prédio 7, 8 ; ECA – Prédio 1 ; ECA – Prédio 9,BI.22; FE; FFLCH Adm; FFLCH Filo&Soc.; FFLCH HistGeo; FFLCH Letras; FFLCH Cult. Jap.; MZ; Psico

#### **Problemas relatados com falta de tomadas elétricas em biblioteca:**

FE; FEA; MP; MZ; Psico

#### **Problemas relatados com falta de tomadas elétricas em área externa:**

CDI; CEPE; EEFE; FAU; FCF; FE; FEA; FFLCH Adm; FFLCH Filo&Soc.; FFLCH HistGeo; FFLCH Letras; FFLCH Cult. Jap.; IB; IF; IME; Inova; MAnt.; MZ; Psico

#### **Não foram relatados problemas com falta de tomadas elétricas**

Ag.Inovação; Brasiliana; Camargo Guarnieri; CARE CRUSP; CeBiMar; Cinsup; Colmeia D; Colmeias; ECA Prédio 11; CEP Administração; EP Biênio; EP Civil; EP Elétrica; EP M&M; EP Mecânica; EP Minas.; EP Produção; EP Química; FMVZ; FO; FOFITO; HU; IAG; ICB; IEE; IO; IQ; IRI; MAC; MAE; Prédios K e L; PUSP-CB; Sintéc; SPPU/Guarda; STI

## **2. IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS E POTENCIALIDADES A PARTIR DAS OFICINAS PARTICIPATIVAS**

No mês de abril de 2024, foram realizadas seis oficinas participativas junto à comunidade universitária. A partir dessas oficinas, foram identificados 131 problemas e 44 potencialidades relacionados ao GT2 Energia. Entre os problemas levantados, a maior porcentagem (30,5%) está relacionada à iluminação pública, seguida por 13% de problemas com conforto térmico, 12,2% de problemas com conexão à internet, 6,9% de consumo ineficiente, entre outros, conforme mostra a Figura 2.

As potencialidades mencionadas nas oficinas participativas foram:

- Energias renováveis: 31,8%
- eficiência energética 15,9%.
- Outras potencialidades para melhorias:
  - motorização com 9,1%,
  - tomadas elétricas 6,8%
  - iluminação pública com 4,5%.
  - outras áreas 18,2% , dentre eles: mercado livre de energia (2,3%), e insegurança da rede elétrica (2,3%).

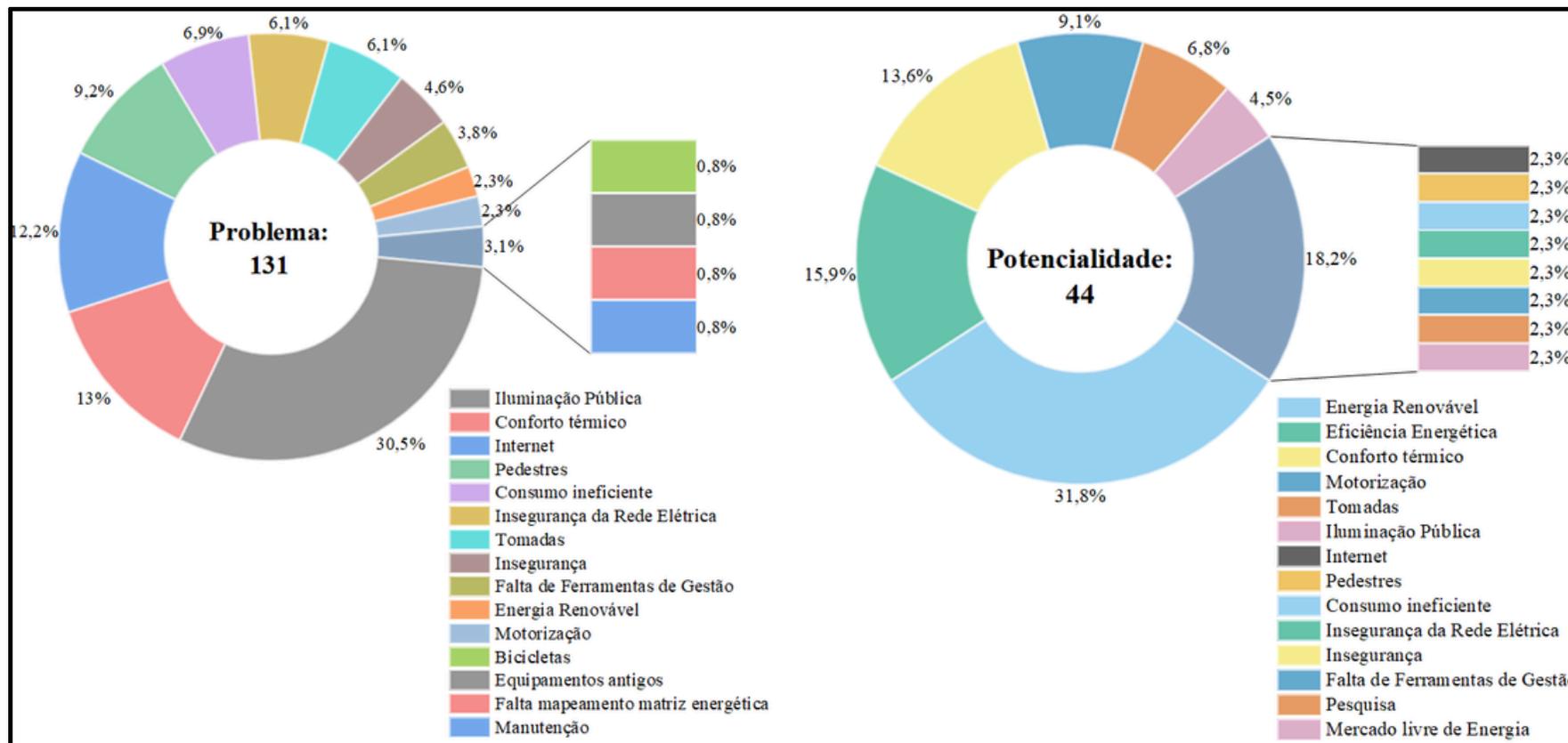


Figura 10. Problemas e Potencialidades Relacionados ao GT Energia Identificados nas Oficinas Participativas

Durante a sexta oficina participativa foram identificadas e priorizadas três temáticas principais que merecem atenção: infraestrutura, lugar e gestão (Figura 3). No que diz respeito ao lugar foi identificado espaços, locais e vias mal iluminadas e potencialmente inseguras. Relacionada à infraestrutura destacaram-se os seguintes tópicos:

- Espaços locais e vias mal iluminadas e potencialmente inseguras: 24,4%
- Maior uso de energia limpa: 24,1%
- Desconforto térmico e necessidade de climatização: 11%
- Baixa conectividade de internet no Campus: 8,9%

Esses assuntos mencionados evidenciam áreas críticas que necessitam de intervenções para melhorar questões relacionadas à energia, assim como a segurança, a sustentabilidade e o conforto no Campus.

Na área de gestão, podemos destacar principalmente:

- Monitoramento, Racionalização e Redução do Consumo de energia elétrica do Campus: Com 29,8% das menções, sublinha a importância de implementar sistemas de monitoramento contínuo e adotar práticas para racionalizar e reduzir o consumo de energia elétrica;

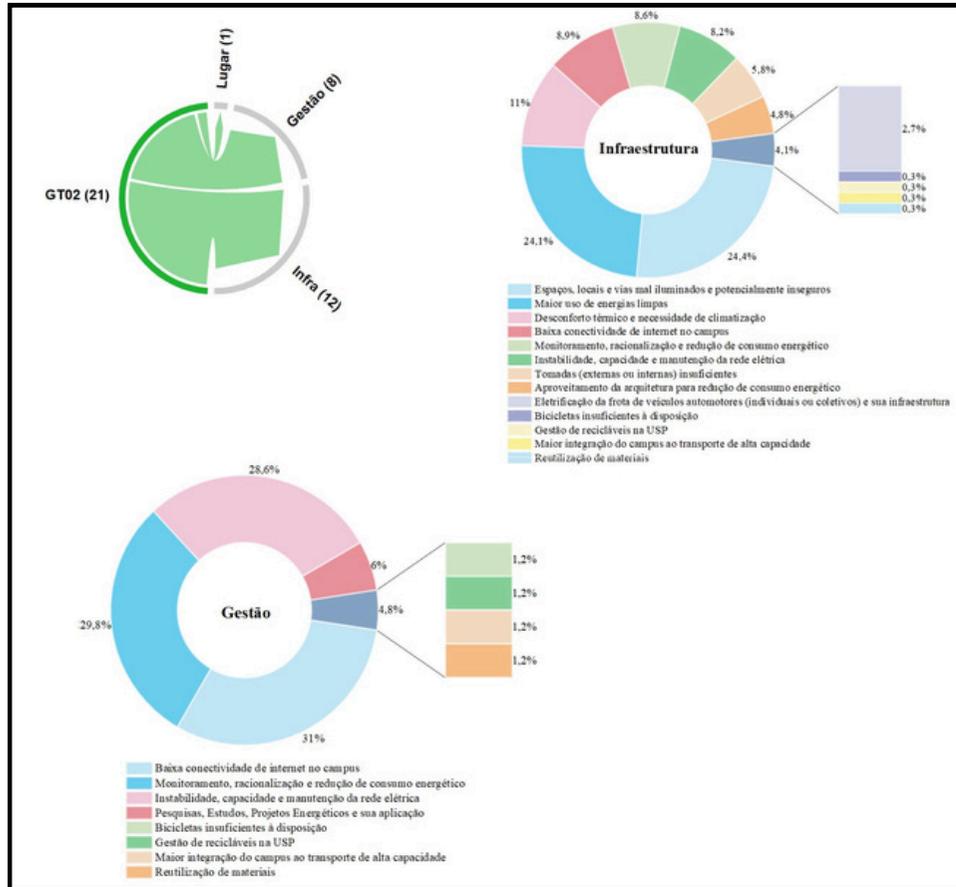


Figura 11. Temáticas identificadas nas oficinas participativas relacionadas ao GT Energia

### 3. INTERCONEXÃO DO GT ENERGIA COM OUTROS GRUPOS DE TRABALHO A PARTIR DAS OFICINAS PARTICIPATIVAS

A Figura 4 apresenta três gráficos de rede que ilustram a interação do GT2 - Energia com os demais GTs, categorizados em três temas principais: Lugar, Infraestrutura e Gestão. Analisando a Figura 4, ressalta-se a necessidade da gestão integrada e importância da colaboração interdisciplinar. Cada grupo de trabalho contribui com insights e necessidades específicas que devem ser harmonizadas para atingir os objetivos de sustentabilidade e eficiência energética no Campus.

Por exemplo, no tópico Lugar, o GT2 tem três conexões, principalmente com GT01 (Mobilidade), GT05 (Patrimônio) e GT06 (Convivência, Segurança, Pertencimento). Essas conexões destacam a importância da energia na criação de um ambiente seguro, acessível e funcional no Campus. A energia elétrica é fundamental para garantir iluminação adequada e suportar as estruturas patrimoniais e de mobilidade.

No que se refere à Infraestrutura, GT2 apresenta 25 conexões, com ênfase em GT01 (5 conexões), GT03 (2 conexões), GT04 (3 conexões), GT05 (6 conexões), GT06 (8 conexões) e GT07 (1 conexão). A densa rede de interações reflete a importância da energia no funcionamento do Campus. A energia é necessária para a mobilidade, gestão de resíduos, conservação do patrimônio, convivência e segurança, além da manutenção das áreas verdes.

Na Gestão, o GT2 mostra 13 conexões, especialmente GT01 (1 conexão), GT03 (2 conexões), GT04 (3 conexões), GT05 (3 conexões), GT06 (4 conexões). Este tema sublinha a importância da gestão da energia, que é crucial para a gestão da água, resíduos, patrimônio, convivência e segurança no Campus. Uma boa gestão de energia contribui para a sustentabilidade e eficiência operacional.

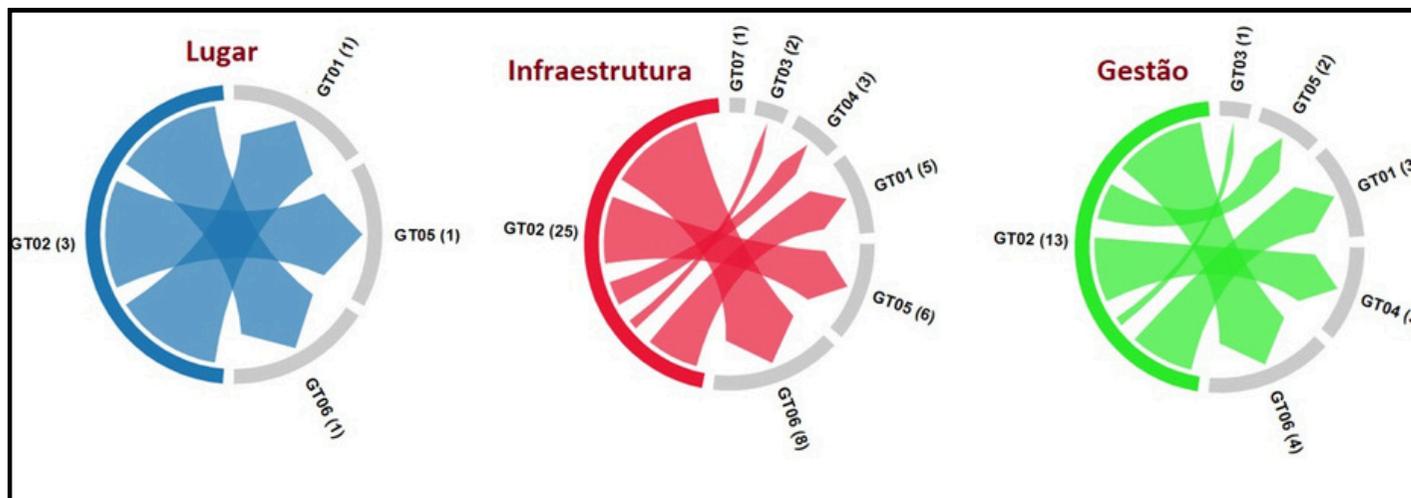


Figura 12. Interrelações do GT2 Energia com os demais Grupos de Trabalho

Dessa forma, a Figura 4 acima ilustra a necessidade de uma Gestão Integrada e Importância da Colaboração Interdisciplinar. Cada grupo de trabalho contribui com insights e necessidades específicas que devem ser harmonizadas para atingir os objetivos de sustentabilidade e eficiência energética no Campus.

#### 4. Consumo de energia elétrica no Campus

Os dados disponíveis no sistema de monitoramento cobrem em torno de 30% do consumo de energia elétrica total do Campus. Analisando o consumo de energia elétrica do Campus no período de 2017-2019, verifica-se que o nível se manteve estável (6.510.680 kWh/mês ou 7,6 kWh/mês.m<sup>2</sup>). O ano de 2020 apresentou um consumo variável, provavelmente associado ao retorno às atividades após o período de isolamento pela pandemia COVID-19. No período de 2021-2023, o nível de consumo de energia caiu em média 23% em relação ao período de 2017-2019, porém verifica-se um aumento de 15% no consumo de energia de 2022 em relação ao ano de 2021 e um aumento de 7% no consumo de energia de 2023 em relação ao ano de 2022, aproximando-se dos níveis de consumo de energia do período de 2017-2019 (Figura 5).

Na Figura 5, é possível observar mudanças significativas no padrão de consumo de energia elétrica ao longo dos anos. Por exemplo, em 2020 e 2021 (representado em vermelho e verde), há uma redução significativa no consumo percentual em comparação com os outros anos. Esses valores percentuais menores indicam uma redução nas atividades no Campus, possivelmente devido às restrições impostas pela pandemia de COVID-19.

As lições aprendidas durante a pandemia de COVID-19 são valiosas para o planejamento futuro da USP. A experiência destaca não apenas a capacidade de adaptação da instituição, mas também a necessidade urgente de desenvolver uma gestão de risco abrangente que inclua a preparação para eventos climáticos extremos e outras crises. Assim, a USP pode fortalecer sua resiliência e/ou adaptação às mudanças climáticas e liderar, pelo exemplo, o enfrentamento da crise climática.

Para garantir resiliência e/ou adaptação à crise climática que nos atinge, a USP deve considerar as seguintes ações:

**1. Desenvolvimento de Planos de Contingência:**

Estabelecer planos detalhados para responder a emergências que possam impactar o consumo de energia elétrica, incluindo pandemias, desastres naturais e crises climáticas. O benefício desta ação seria a preparação proativa para evitar acionamento de geradores a combustível fóssil, minimizar interrupções de energia elétrica e otimizar o uso dos recursos energéticos disponíveis.

**2. Investimento em Infraestrutura Flexível:**

Modernizar a infraestrutura do Campus para permitir ajustes rápidos no consumo de energia elétrica, como sistemas de controle automatizado de iluminação e climatização. Assim, ter maior capacidade de adaptação a mudanças nas condições operacionais e redução de desperdícios.

**3. Promoção de Práticas Sustentáveis:**

Incentivar o uso de tecnologias de baixo impacto ambiental e a adoção de práticas de eficiência energética entre todos os membros da comunidade universitária, possibilitando uma evolução contínua do uso eficiente dos energéticos disponíveis, redução do consumo de energia per capita (ou por área, ou por qualquer outro indicador adequado) e mitigação e/ou adaptação às mudanças do clima e aos eventos climáticos extremos.

**4. Monitoramento e Análise de Dados:**

Implementar sistemas de monitoramento de consumo de energéticos e análise de dados para identificar padrões e áreas com potencial de redução por conservação, uso racional e eficiente no uso de energéticos, facilitando então a tomada de decisões no aprimoramento da gestão energética do Campus e a redução de emissões de GEE.

**5. Engajamento da Comunidade:**

Envolver estudantes, professores e funcionários em iniciativas de eficiência energética e redução de impacto no uso de energéticos e criar uma cultura institucional de responsabilidade ambiental, resiliência e adaptação às mudanças do clima e eventos extremos.

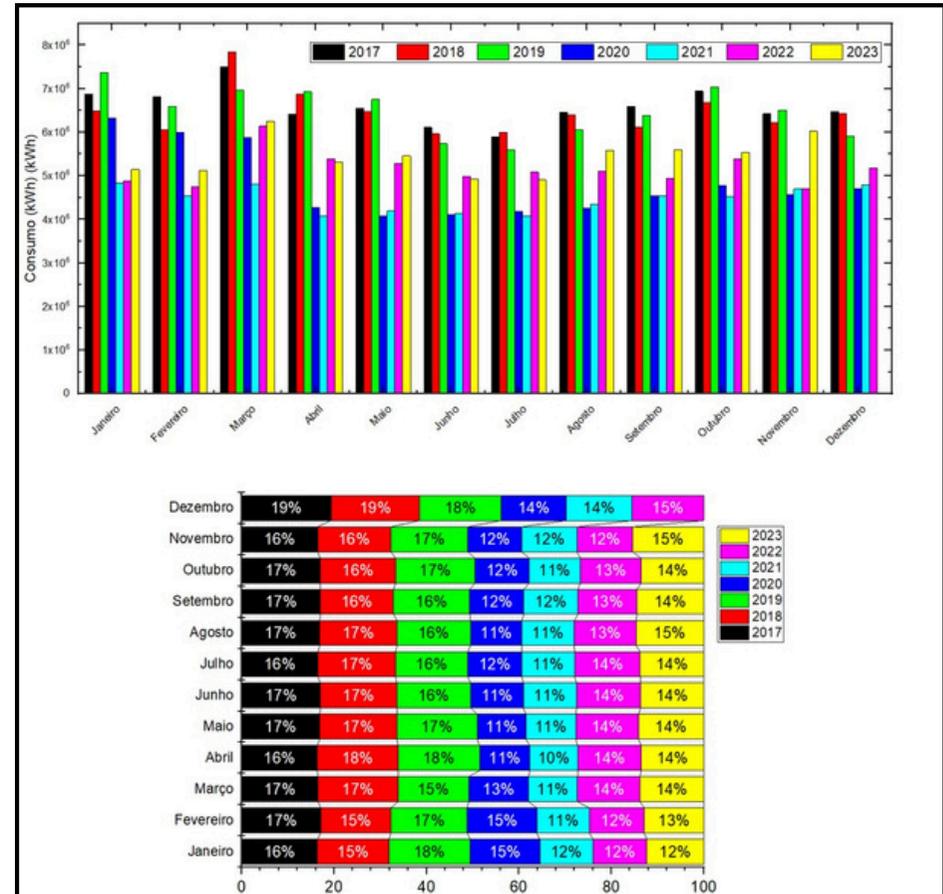


Figura 13. Consumo de energia elétrica no Campus

As Figuras 6, 7 e 8 apresentam o mapa de consumo de energia elétrica nas edificações da USP com os maiores indicadores de consumo per capita (kWh/usuário) nos anos de 2019, 2022 e 2023. Esses dados foram obtidos através do cálculo do consumo total de energia dividido pela população total das respectivas edificações. As informações necessárias foram retiradas do site da prefeitura e do anuário da USP, complementadas por levantamentos realizados pela própria equipe técnica do GT energia.

Um desafio significativo encontrado nesse método de cálculo é a obtenção de dados precisos durante os períodos de férias (julho, dezembro e janeiro). Durante esses meses, a população total considerada é apenas uma estimativa, devido à variabilidade de eventos nos institutos, como os cursos quadrimestrais da POLI e a continuidade das pesquisas. Esta estimativa torna-se necessária, pois o mapeamento preciso da população presente no Campus durante esses períodos é complicado, resultando em possíveis distorções nos indicadores de consumo per capita.

Portanto, as Figuras 6, 7 e 8 fornecem um panorama detalhado e comparativo do consumo de energia elétrica per capita nas edificações do Campus da USP Butantã ao longo de diferentes anos. Embora o método utilizado apresenta desafios, especialmente durante os períodos de férias, ele fornece uma base importante para a análise e a implementação de medidas de eficiência energética no Campus.

No mapa de 2019, observamos as seguintes características:

- Alta densidade de consumo: Áreas como a PUSP-CB (Prefeitura do Campus) e o ICB (Instituto de Ciências Biomédicas) apresentam consumos mais elevados, destacando-se na faixa de 260-310 kWh/pessoa.ano e 310-360 kWh/pessoa.ano, respectivamente.
- Consumo moderado: Outros edifícios, como o HU (Hospital Universitário) e a FO (Faculdade de Odontologia), apresentam um consumo entre 160-210 kWh/pessoa.ano.
- Baixa densidade de consumo: Algumas áreas, como o IQ (Instituto de Química) e a EP (Escola Politécnica), apresentam consumos menores, variando entre 100-160 kWh/pessoa.ano.

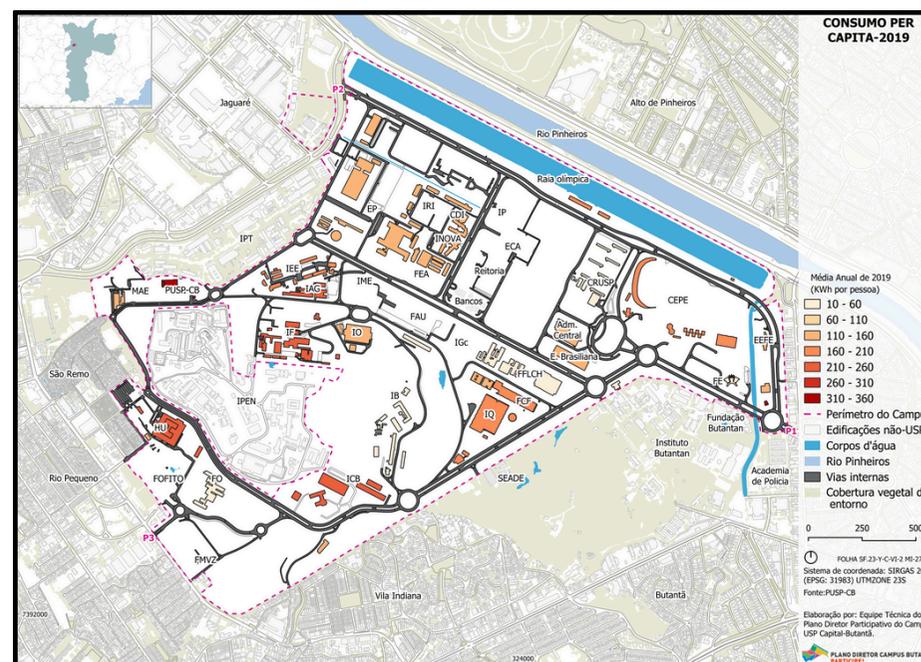


Figura 14. Consumo de energia elétrica per capita no Campus Butantã da USP em 2019



No mapa de 2023 (Figura 8), podemos notar algumas mudanças significativas:

- Redução e aumento de consumo: Algumas áreas, como o ICB, continuam com um consumo elevado (450-500 kWh/pessoa.ano), que podem ser justificadas por equipamentos de suporte à pesquisa e que sejam absolutamente necessários. Esta avaliação (se o consumo é perdulário ou se é perfeitamente justificável) deverá fazer parte da rotina do organismo responsável pelo levantamento de dados e municiamento de informações para elaboração do anuário estatístico e inventário de consumo de recursos naturais e de emissões de GEE proposto neste relatório. Foi observado também um aumento no consumo em áreas como a FO e a PUSP-CB, que em 2023 estão na faixa de 360-450 kWh/pessoa ano.
- Distribuição do consumo: A distribuição do consumo de energia per capita parece estar mais variada, com mais edifícios apresentando consumos acima de 260 kWh/pessoa.ano.
- Novos padrões: Alguns edifícios que anteriormente tinham consumos mais baixos, como o IQ, agora apresentam um consumo mais elevado, na faixa de 210-310 kWh/pessoa.ano.

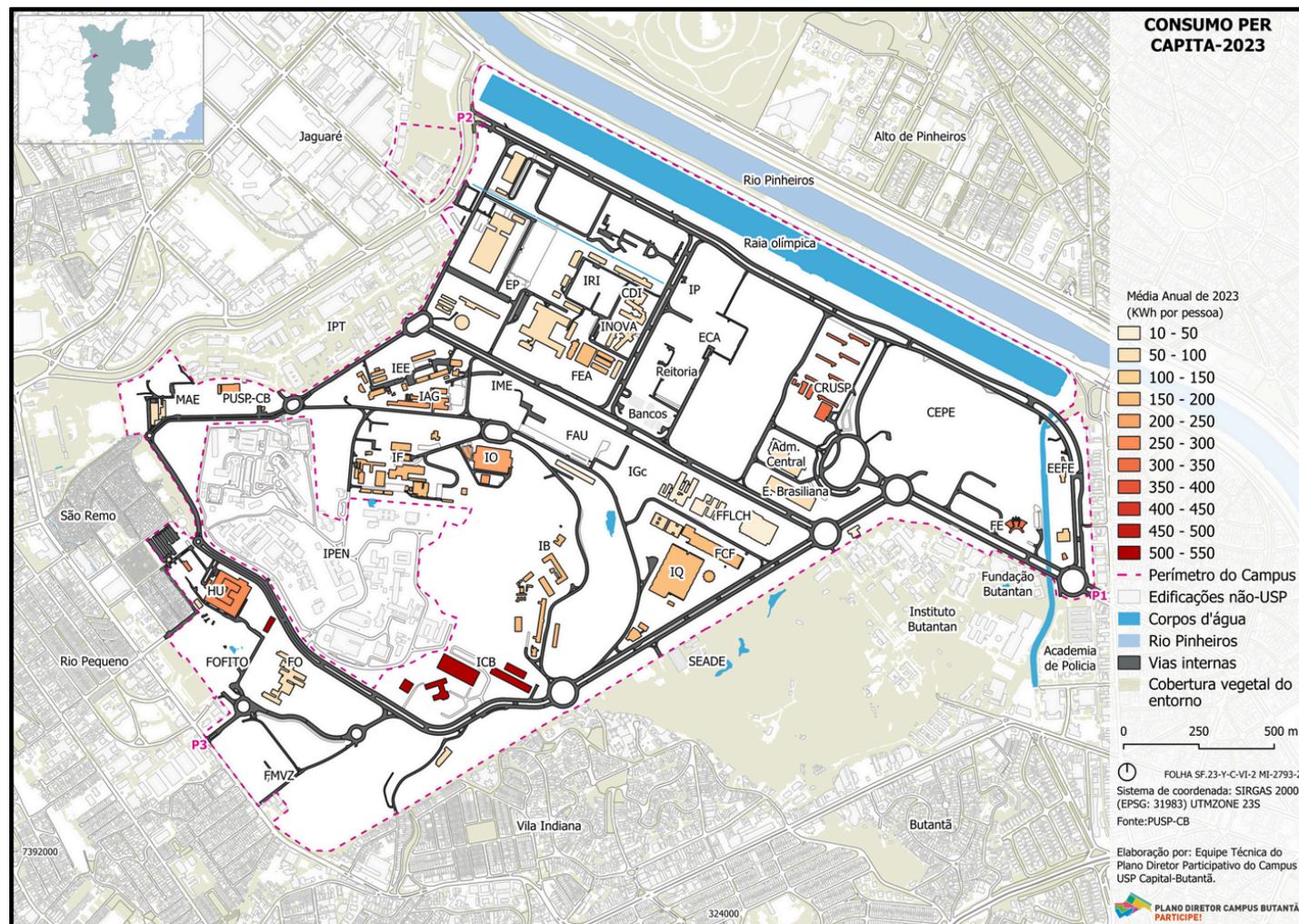


Figura 16. Consumo de energia elétrica per capita no Campus Butantã da USP em 2019

## 4. CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NO CAMPUS

As Figuras 9, 10 e 11 apresentam o mapa de consumo de energia elétrica por área no Campus Butantã da USP para os anos de 2019, 2022 e 2023, permitindo uma comparação pré e pós pandemia. Estes mapas ilustram o consumo total de eletricidade das unidades em relação à área total construída de cada uma.

### Consumo por área em 2019 (Figura 9):

Em 2019, os principais consumidores de eletricidade no Campus foram:

- Biblioteca Brasileira
- Instituto de Química (IQ)
- Instituto de Física PLASMA
- Instituto de Física (IF Dosiometria)

Estes edifícios e instalações se destacavam como os maiores consumidores de energia elétrica, refletindo a alta concentração de atividades de pesquisa e laboratórios que exigiam equipamentos de grande porte ou uso constante, muitos dos quais permanecem ligados por longos períodos.

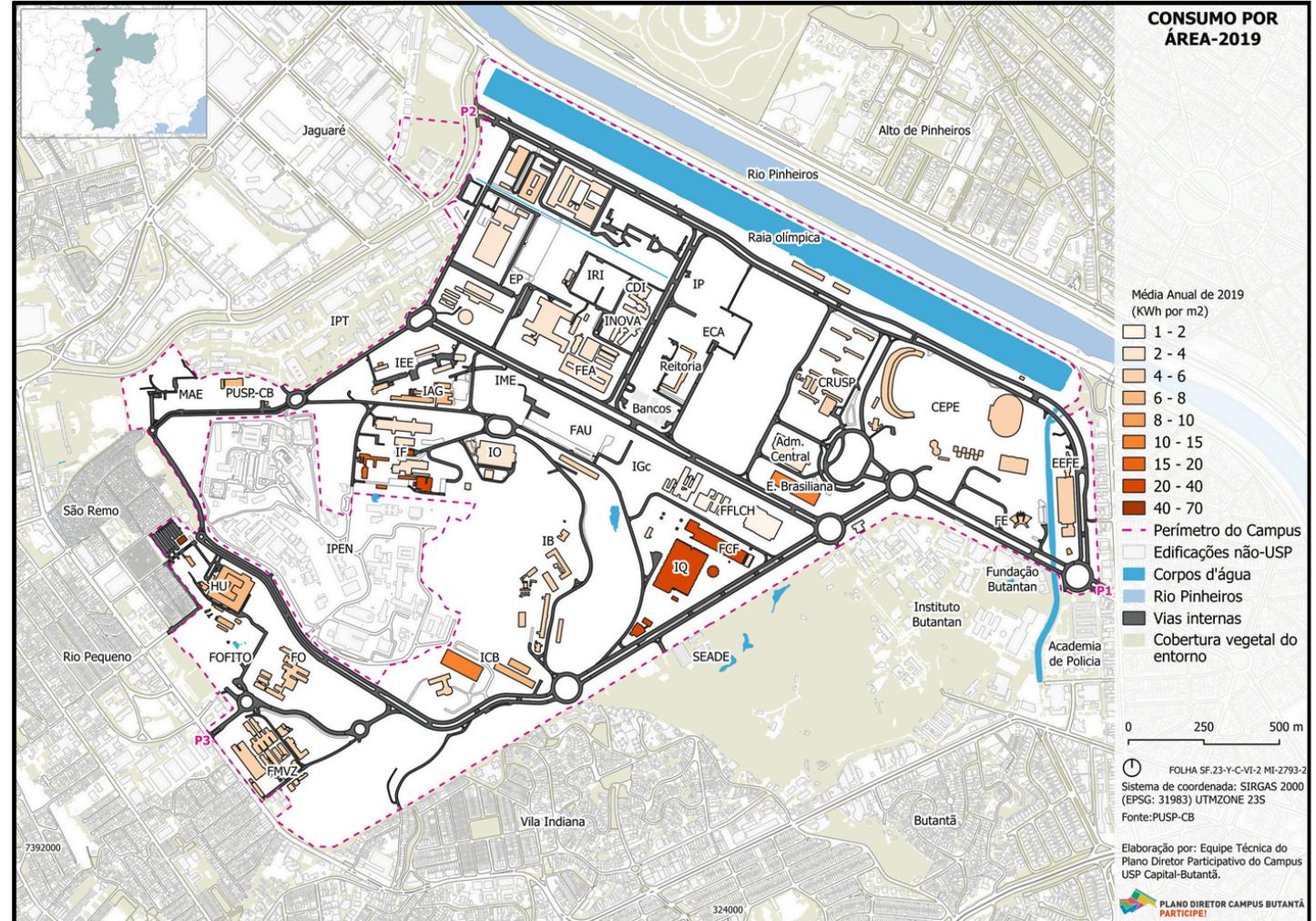


Figura 17. Consumo de energia elétrica no Campus por área em 2019

### Consumo por área em 2022 (Figura 10):

Os prédios com maior consumo de energia no Campus da USP em 2022 são, o IQ (Instituto de Química), FCF (Faculdade de Ciências Farmacêuticas), ICB (Instituto de Ciências Biomédicas) e o IO (Instituto de Oceanografia). Esses institutos possuem instalações que exigem alto consumo de energia devido às suas atividades de pesquisa e laboratoriais intensivas. Esses dados são cruciais para o planejamento energético e para a implementação de medidas de eficiência energética específicas para esses prédios.

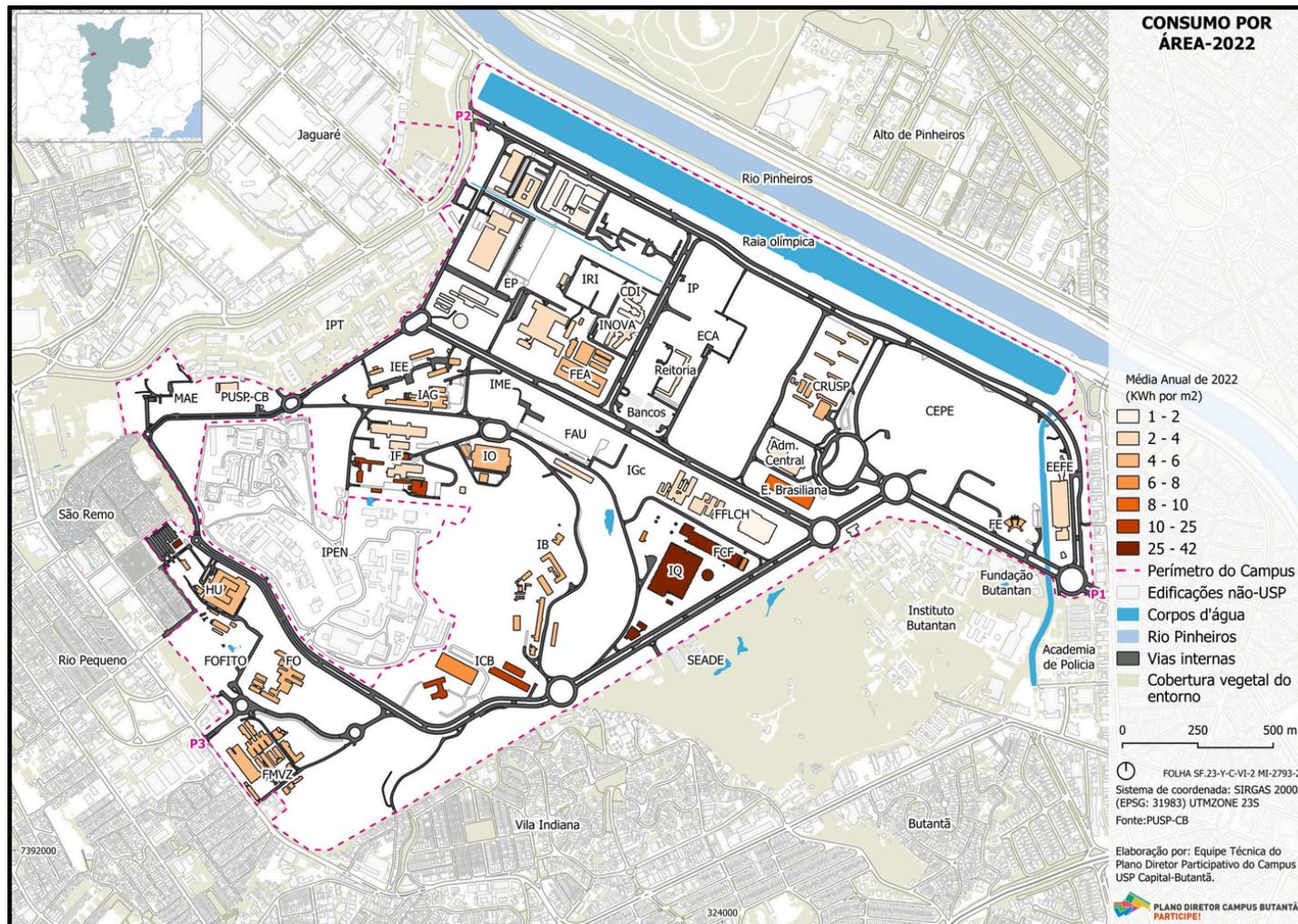


Figura 18. Consumo de energia elétrica no Campus por área em 2022

### Consumo por área em 2023 (Figura 11):

Os dados de 2023 indicam que o padrão de consumo elevado se manteve em algumas unidades, destacando a necessidade contínua de medidas de controle e redução de consumo de energia para promover a sustentabilidade e eficiência energética no Campus. Em comparação com os dados de consumo per capita, os dados de consumo por área foram calculados todos com dados fornecidos pelo site da prefeitura, sendo assim dados mais confiáveis em comparação aos dados de consumo per capita.

Em 2023, os institutos e prédios com os maiores indicadores de consumo por área ( $\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{ano}$ ) continuaram a ser:

- Instituto de Química (IQ)
- Instituto de Física PLASMA
- ICB(Prédio ICB 4)

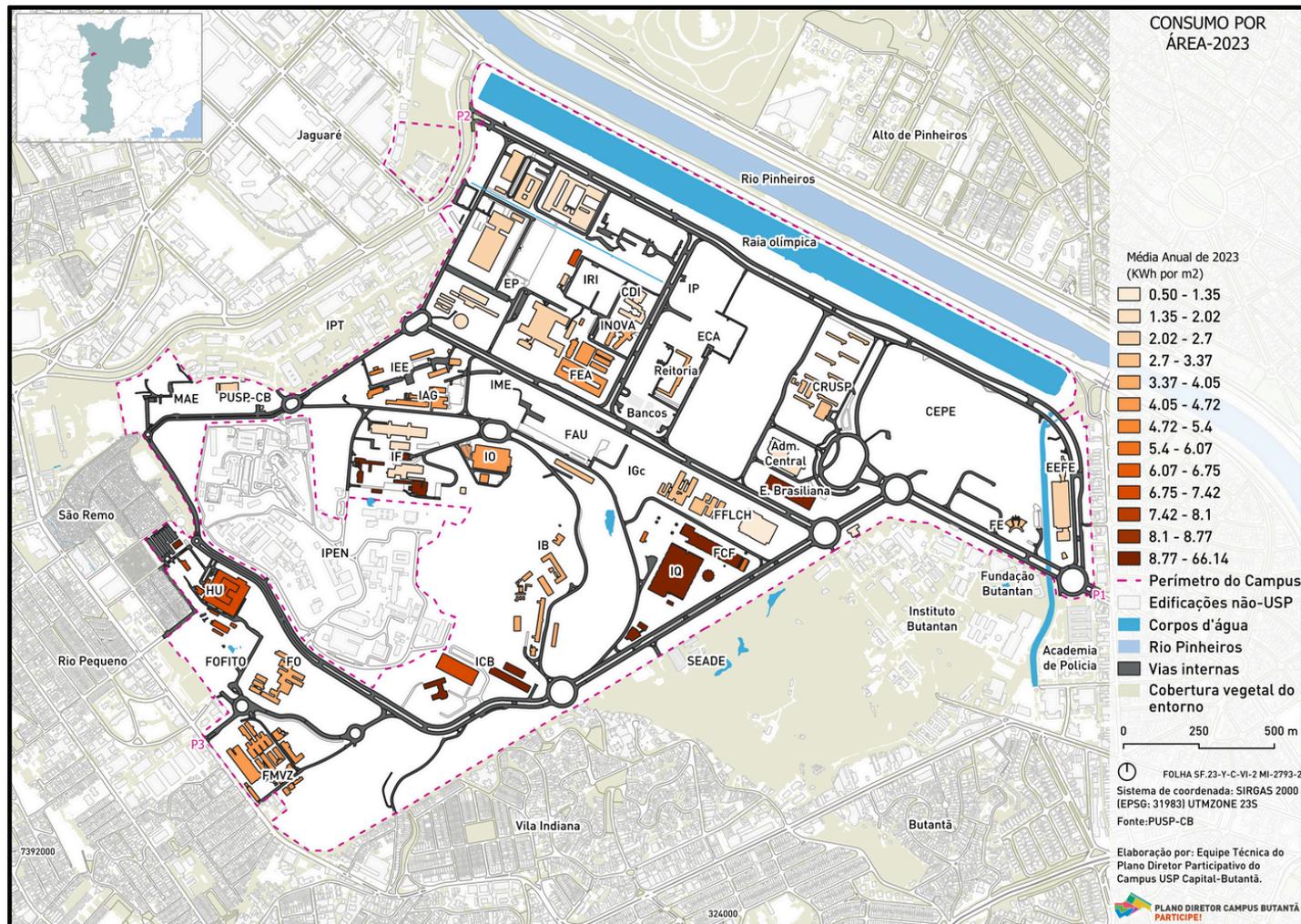


Figura 19. Consumo de energia elétrica no Campus por área em 2023

## 5. PRODUÇÃO DE ENERGIA PRÓPRIA

### a) Localização das Energias Renováveis no Campus USP Butantã

A Figura 12 ilustra a localização de instalações de energias renováveis no Campus da USP Butantã. Essas instalações incluem usinas solares e um biodigestor experimental (que ainda não está em regime de operação), distribuídos em diversos pontos estratégicos do Campus. A seguir, está uma explicação detalhada dos elementos destacados no mapa:

#### Biodigestor

- Localização: Instituto de Energia e Ambiente (IEE)
- Descrição: O biodigestor localizado no IEE é uma instalação que deverá converter resíduos orgânicos em biogás e biofertilizante através do processo de digestão anaeróbia. Esta tecnologia poderá contribuir, em alguma medida, para a gestão menos impactante da geração de resíduos com a produção de energia renovável, desde que seja suportada por balanço entre o “business as usual” (resíduos sólidos da universidade sendo conduzidos a aterros sanitários credenciados, com coleta de metano e sua queima para produção de energia elétrica) e a futura “operação em regime” do biodigestor do IEE (consumo de energéticos e emissões de GEE na fase de coleta de resíduos e na O&M da planta geradora ali instalada).

#### Usinas Solares

O mapa indica vários pontos de instalação de usinas solares no Campus. Cada ponto vermelho representa a localização de placas solares que captam a energia do sol para convertê-la em eletricidade. A seguir estão os locais identificados:

1. Raia Olímpica
2. POLI (Escola Politécnica)
3. Espaço Brasiliana
4. HU
5. IB

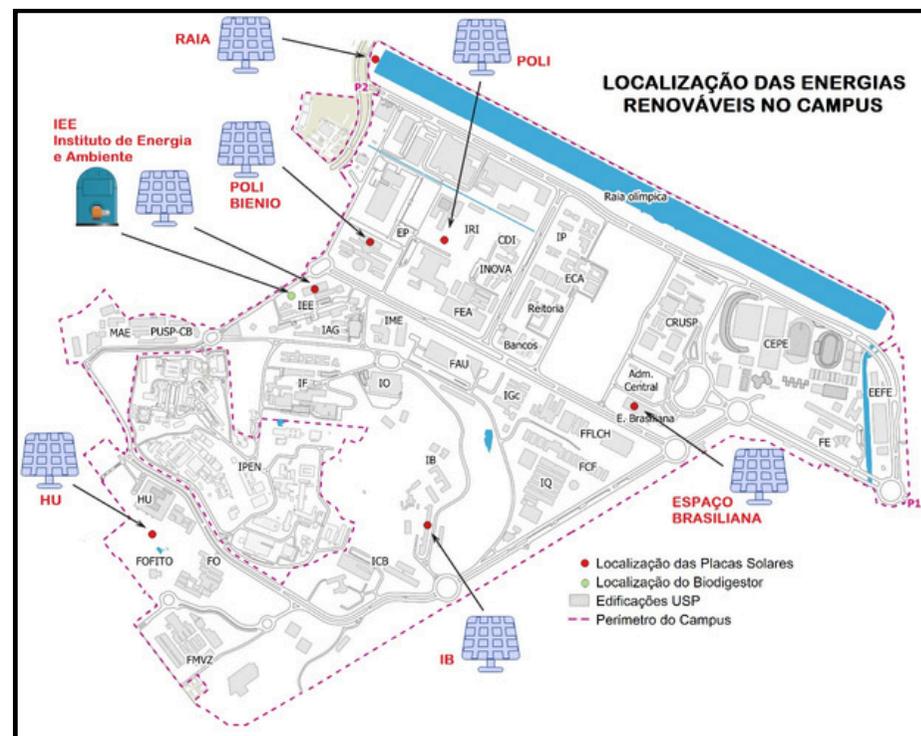


Figura 20. Mapa de Localização das Energias Renováveis no Campus USP Butantã

A ampliação da geração de energia renovável no Campus da USP Butantã é uma iniciativa importante, notadamente para a área de pesquisa em energias renováveis e sinalização à sociedade dos caminhos a serem trilhados na rota de descarbonização da sociedade e seus desafios de mitigação e adaptação à crise climática. Como umas de suas iniciativas, temos uma diretiva de toda USP, considerando todos os seus campi, de 20% da energia consumida pela USP ser advinda de energia própria e renovável.

Como produto secundário, a geração de energia permite uma redução de demanda de energia elétrica junto ao Sistema Integrado Nacional (SIN), reduzindo a necessidade de acionamento de usinas termelétricas (a combustível fóssil), além de diminuir os custos de energia elétrica da Universidade.

A seguir, são detalhados os potenciais de geração fotovoltaica (no acrônimo mundialmente utilizado: PV) em outros espaços, como estacionamentos e telhados.

## Aproveitamento de Espaços

### 1. Áreas Livres

**Descrição:** São espaços extensos, sendo alguns não utilizados e outros subutilizados que podem ser utilizados para geração de energia elétrica.

**Benefícios:** A instalação de placas solares sobre algumas áreas livres podem gerar uma quantidade significativa de energia elétrica. Essas instalações podem reduzir o efeito de ilha de calor.

### 2. Telhados

**Descrição:** Telhados de edifícios acadêmicos, administrativos e residenciais representam uma superfície vasta e disponível para a instalação de painéis solares.

**Benefícios:** Utilizar telhados para a geração de energia solar pode transformar essas superfícies em ativos valiosos. Além da energia gerada, efeito pouco considerado até então é a redução da carga térmica fornecida pelo sol aos edifícios. Esta variável pode se tornar cada vez mais importante à medida que o efeito estufa se acentua no planeta.

## Impacto na Crise Climática

b) Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE): Aumentar a produção de energia elétrica renovável reduz a dependência de combustíveis fósseis, e, como consequência, reduz as emissões de GEE.

c) Educação e Conscientização: A instalação visível de tecnologias de energia renovável serve como uma ferramenta educacional para estudantes e visitantes, aumentando a conscientização sobre a importância do uso de energias renováveis e o combate ao uso de combustíveis fósseis na geração de energia elétrica.

d) Resiliência Energética: A geração distribuída de energia elétrica, com múltiplas fontes espalhadas pelo Campus, tem potencial de aumentar a resiliência energética da universidade, reduzindo a probabilidade de interrupções no fornecimento de energia elétrica.

e) Geração de energia elétrica dos sistemas fotovoltaicos no Campus da USP

A geração de energia elétrica (em MWh) de diferentes sistemas fotovoltaicos instalados no Campus da USP, ao longo do período de setembro de 2019 a setembro de 2023 é apresentada na Figura 13. Cada linha no gráfico representa a produção mensal de um dos sistemas fotovoltaicos específicos, permitindo comparar o desempenho e a variabilidade ao longo dos meses. Sendo divididos em:

#### 1. BIPV (Building Integrated Photovoltaic)

Tipo de sistema fotovoltaico que pode ser usado como uma parte funcional de um edifício e também gerar energia elétrica.

#### 2. BAPV (Building Applied Photovoltaic)

Diferente do BIPV, esse tipo de sistema fotovoltaico normalmente é colocado paralelo à construção e não necessariamente integrado ao próprio edifício.

### 3. CTPV (Ground Solar Plant)

São fazendas solares, contando com vários módulos fotovoltaicos, recebendo esse nome pois são construídas em solo.

### 4. CRPV (Power Factor Correction)

São sistemas com correção de fator de potência, que é a diferença de fase entre a corrente e a voltagem em um sistema AC. Esses sistemas tendem a ser mais estáveis e têm maior eficiência comparado com o CTPV.

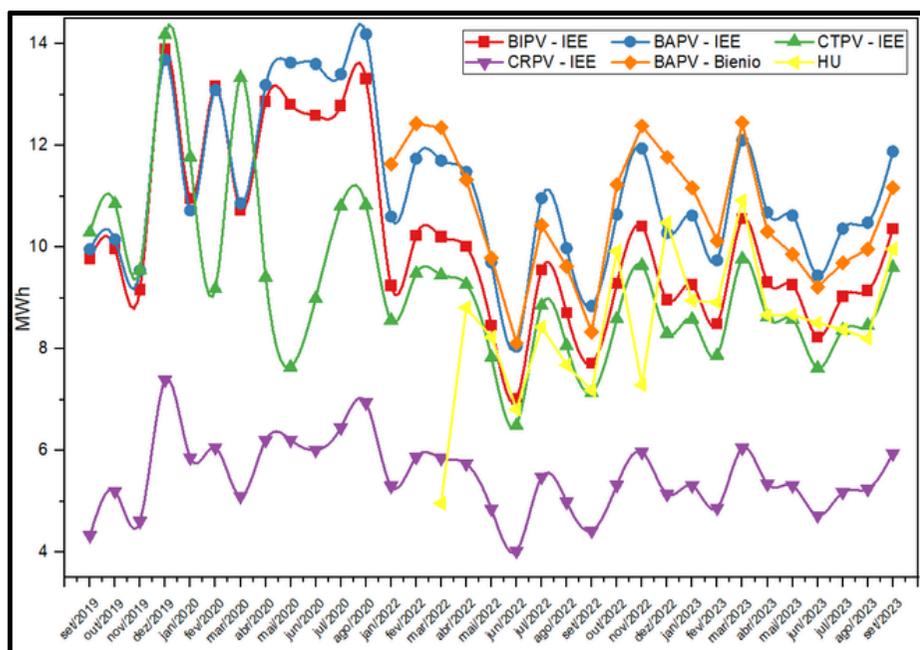


Figura 21. Geração de energia fotovoltaica no Campus 2019-2023

As Figuras 13 e 14 mostram o desempenho dos diferentes sistemas fotovoltaicos, evidenciando as variações sazonais e as características individuais de cada um. Os pontos principais que se podem destacar são:

- **Variação Sazonal:** Todos os sistemas, exceto o CRPV, apresentam variações sazonais significativas, com maior produção nos meses de maior incidência solar (geralmente durante o verão) e menor produção nos meses de menor incidência solar (inverno).
- **Importância da Diversificação:** A presença de múltiplos tipos de sistemas fotovoltaicos (BIPV, BAPV, CTPV, CRPV) no Campus demonstra uma estratégia de diversificação, que pode contribuir para produção mais estável de energia ao longo do tempo e mitigar riscos associados a falhas ou ineficiências em um único sistema.

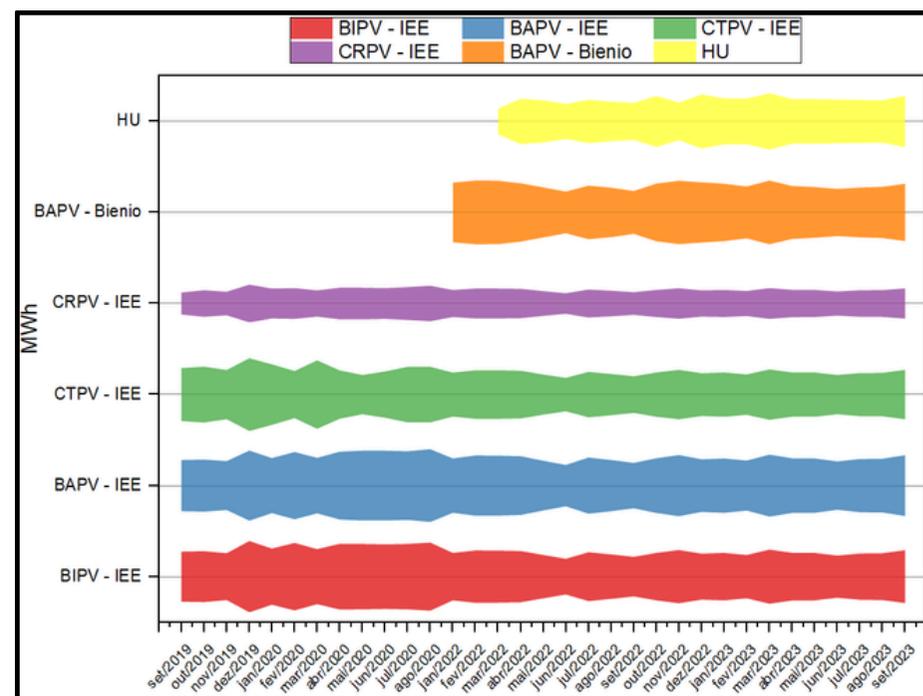


Figura 22. Desempenho Sazonal e Características dos Sistemas Fotovoltaicos no Campus USP

### c) Geração de energia elétrica a partir do biogás do biodigestor do IEE

A Figura 15 mostra a geração de energia elétrica mensal e acumulada a partir do biogás proveniente do biodigestor do Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da USP. A análise cobre o período de agosto de 2021 a agosto de 2023. A linha azul mostra flutuações na geração de energia elétrica mensal. Observa-se uma tendência inicial de aumento com variações subsequentes. Há picos notáveis em agosto de 2021 e setembro de 2022, com uma queda significativa em dezembro de 2021 e março de 2023 que é período das férias na universidade. Apesar das flutuações mensais, há um padrão geral de estabilização e crescimento na geração de energia elétrica ao longo do tempo. A linha vermelha indica um crescimento constante e progressivo da energia elétrica acumulada. Esse comportamento é esperado, pois a energia gerada a cada mês se soma ao total acumulado.

Dois pontos que se podem destacar a partir da Figura 15 são:

- **Eficiência do Sistema:** A figura mostra que quando o biodigestor do IEE entrar em regime, ele poderá ser uma fonte confiável de energia elétrica, contribuindo para a matriz de geração energética do campus.
- **Flutuações Sazonais:** Como o biodigestor é fundamentalmente um laboratório de pesquisa e ainda não está em regime de operação, as variações observadas podem estar relacionadas a fatores sazonais operacionais ou de manutenção, que impactam a quantidade de biogás produzido e, conseqüentemente, a energia gerada. Observa-se uma queda notável nos meses de dezembro e março, período de férias na USP, indicando que os restaurantes da universidade, principal fornecedor de resíduos orgânicos usados como matéria-prima para a produção de biogás, têm menos consumidores ativos ou alguns estão fechados. Isso ressalta a necessidade de ampliar o uso de outras matérias-primas, como podas de árvores, e implementar uma gestão eficiente para a captação de resíduos sólidos dos bairros vizinhos, garantindo um fornecimento contínuo de biogás e, assim, mantendo a geração de energia elétrica estável ao longo do ano.

Semelhante ao caso da geração fotovoltaica, o funcionamento de um biodigestor dentro do Campus é, até o momento, uma importante iniciativa de pesquisa científica, notadamente para a área de pesquisa em energias renováveis e sinalização à sociedade dos caminhos a serem trilhados na rota de descarbonização da sociedade e seus desafios de mitigação e adaptação à crise climática.

Como produto secundário, a geração de energia poderá permitir uma redução de demanda de energia elétrica junto ao Sistema Integrado Nacional (SIN).

A avaliação de impacto na produção de energia limpa e de emissões de GEE depende do balanço energético e de emissões de GEE à jusante e à montante do funcionamento do equipamento de biodigestão.

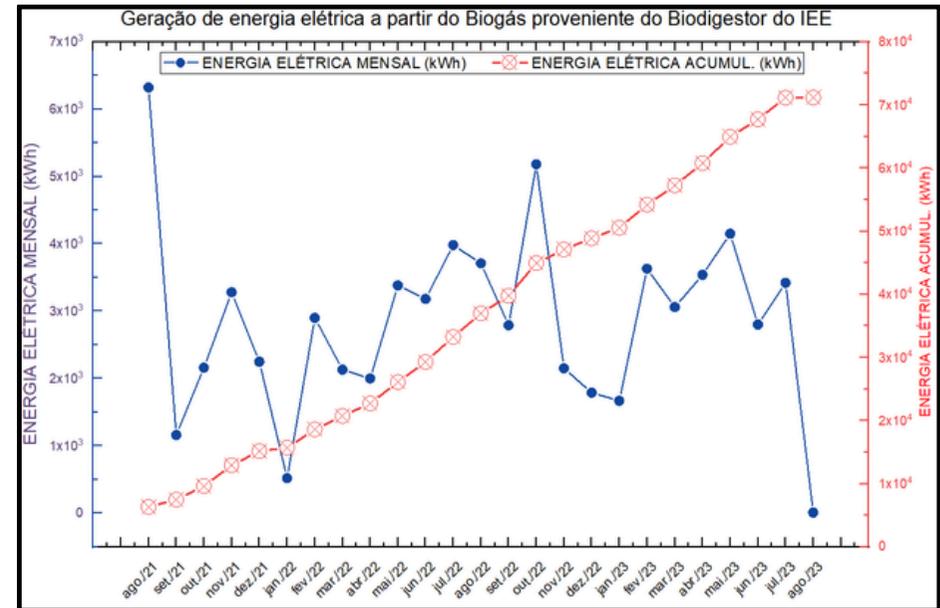


Figura 23. Geração de energia elétrica a partir do biogás do biodigestor do IEE

Um dado que merece destaque é que dentro do Campus, a produção de energia própria representa aproximadamente 1% do abastecimento de energia total, sendo o restante desse abastecimento feito pela concessionária ENEL.

## 6. CONSUMO DE GÁS NATURAL (GN) NO CAMPUS

Conforme ilustrado na Figura 16, o consumo atual de Gás Natural na rede da Comgás está concentrado principalmente nas áreas do CRUSP, CEPEUSP e Hospital Universitário (HU). Isso indica uma oportunidade para expandir essa rede, integrando-a a laboratórios e outros usos pontuais no campus, com o objetivo de promover aplicações mais eficientes e de maior valor agregado. A Figura 17 ilustra a rede projetada, que cobrirá uma maior quantidade de prédios no campus, visando aplicações mais nobres e eficientes.



Figura 24. Rede Gás Natural dentro e nos arredores do campus USP-Butantã

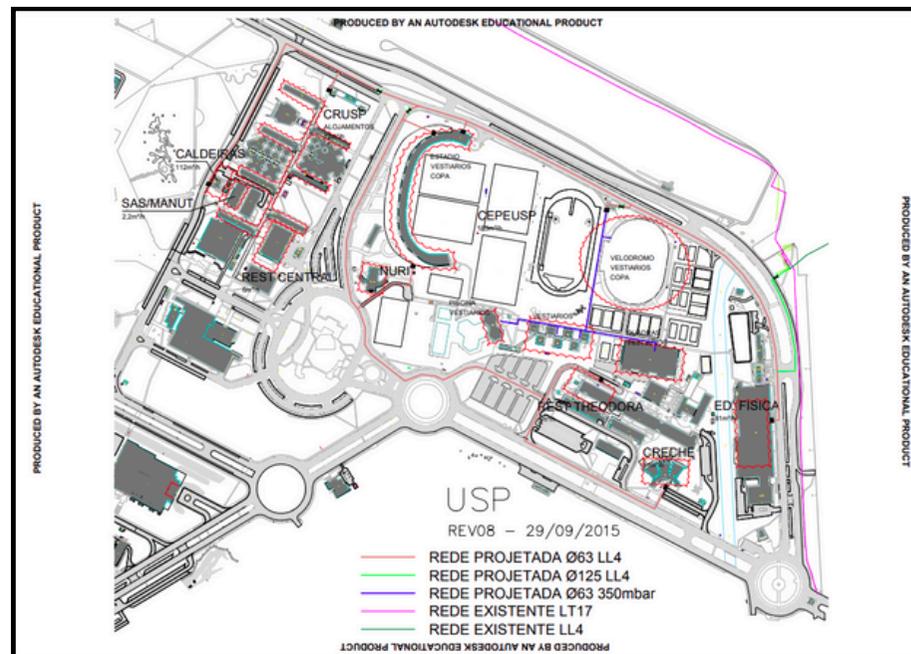


Figura 25: Rede de gás natural dentro do Campus USP-Butantã

Semelhante ao caso da geração fotovoltaica, o funcionamento de um biodigestor dentro do Campus é, até o momento, uma importante iniciativa de pesquisa científica, notadamente para a área de pesquisa em energias renováveis e sinalização à sociedade dos caminhos a serem trilhados na rota de descarbonização da sociedade e seus desafios de mitigação e adaptação à crise climática.

Como produto secundário, a geração de energia poderá permitir uma redução de demanda de energia elétrica junto ao Sistema Integrado Nacional (SIN).

A avaliação de impacto na produção de energia limpa e de emissões de GEE depende do balanço energético e de emissões de GEE à jusante e à montante do funcionamento do equipamento de biodigestão.

## 7. INFRAESTRUTURA DA REDE DE ENERGIA ELÉTRICA DO CAMPUS

A infraestrutura da rede elétrica do Campus é composta por cabines primárias, responsáveis pela alimentação dos prédios. A rede elétrica do Campus é subterrânea, com a fiação instalada dentro de tubos no subsolo, tornando a rede mais harmônica para os habitantes e a arborização no Campus, assim apresentando menos problemas em comparação com uma rede aérea. A Figura 16 mostra o mapa da rede elétrica do Campus e é possível identificar que as áreas em azul claro representam as "Cabines Primárias" que são os equipamentos utilizados na entrada e medição de energia de consumidores dentro do Campus.

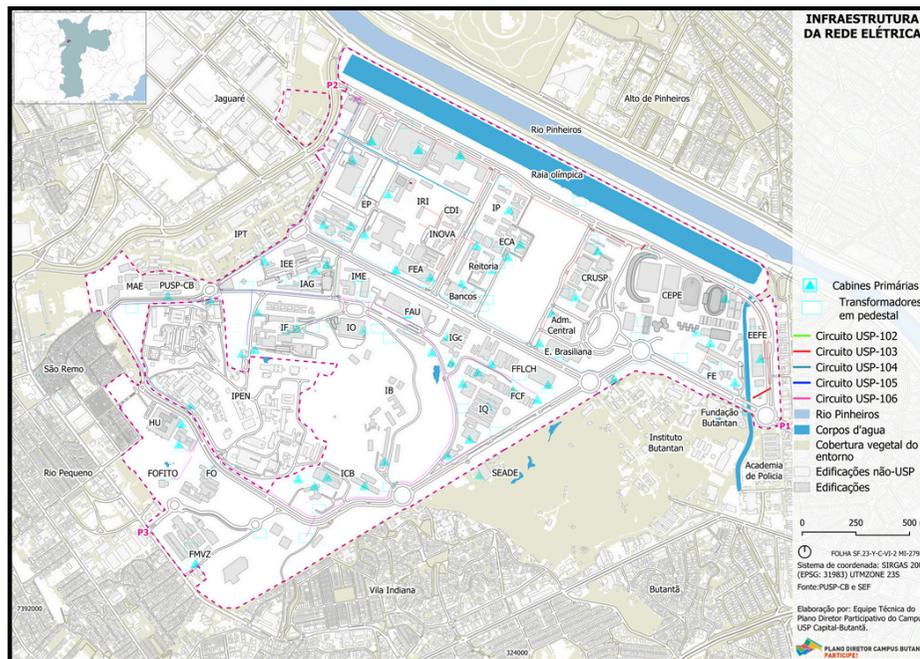


Figura 26. Infraestrutura da rede elétrica da USP

O mapa de circuitos elétricos, ilustrado na Figura 19, apresenta detalhadamente quais prédios estão conectados a cada circuito elétrico da infraestrutura de rede do campus. Na figura, são identificados cinco circuitos principais, representados por diferentes cores:

**Circuito 102 (Verde):** Abrange uma pequena área concentrada em laboratórios específicos, como o Laboratório Tokamak e o LAC. Esse circuito é dedicado a fornecer energia a esses locais de alta demanda técnica.

**Circuito 103 (Vermelho):** Cobre uma parte do campus, incluindo edifícios importantes como a Escola Politécnica (Poli), ECA, IRI, FEA, INOVA, Velódromo, EEFE.

**Circuito 104 (Azul Claro):** Este circuito atende a áreas como a Biênio-Poli, Civil, Elétrica, FEA5, ECA, Reitoria, Bancos, CRUSP, CEPEUSP, Administração Central, Edifício Brasiliana, Cultura Japonesa e FE.

**Circuito 105 (Azul escuro):** Cobre a região do IEE, PUSP, HU, FOFITO, FMVZ, ICB, e IB.

**Circuito 106 (Rosa):** Este circuito alimenta prédios como I, IME, IO, LAT, IAG, FAU, IGc, FFLCH, IQ, FCF e SEADE.

Este mapeamento é essencial para a gestão da infraestrutura energética do campus, permitindo a identificação rápida de áreas específicas em casos de manutenção ou falhas, além de auxiliar no planejamento de futuras expansões ou melhorias na rede elétrica

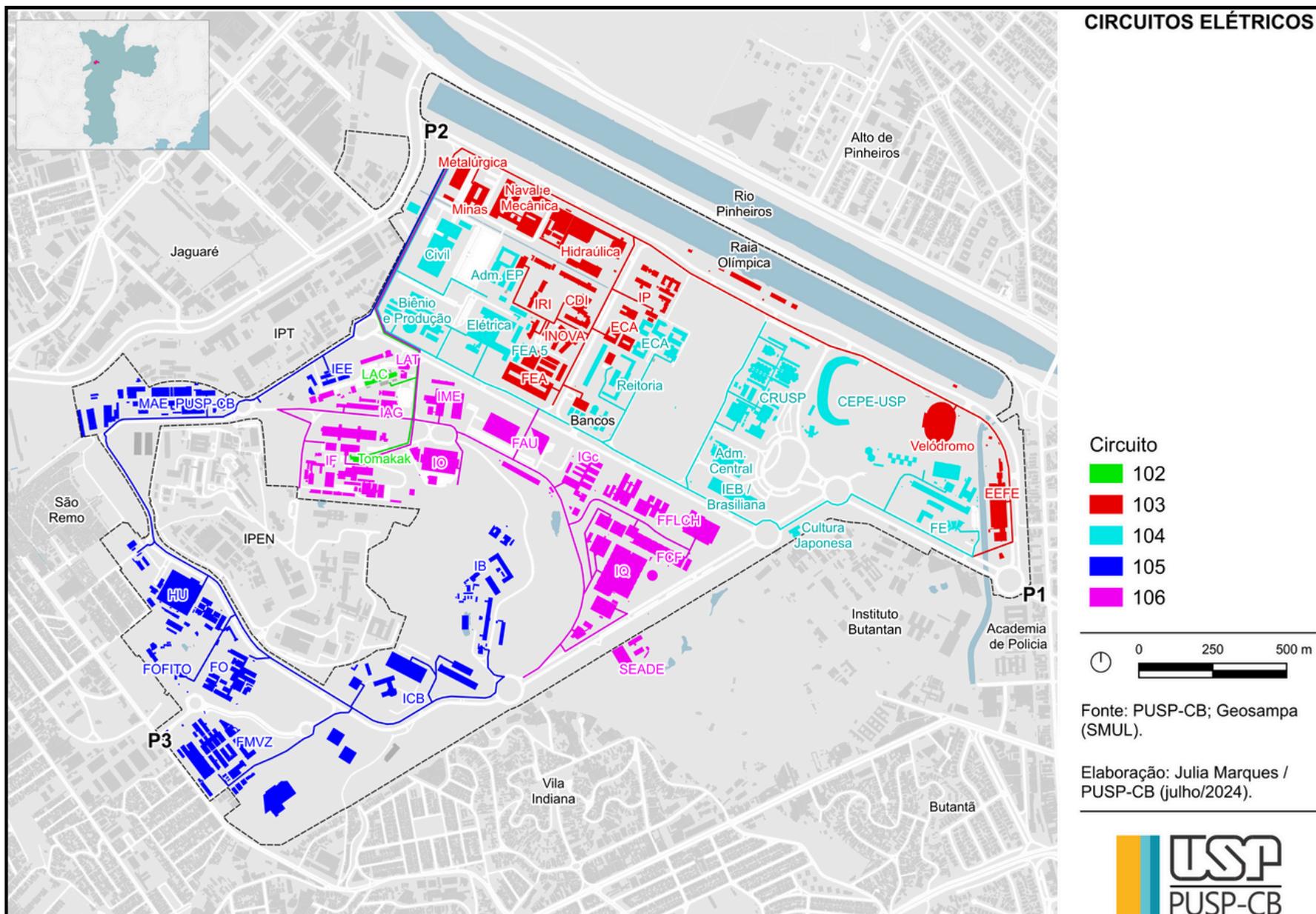


Figura 27. Mapa dos circuitos elétricos do Campus USP-Butantã

## Relação das cabines monitoradas e não monitoradas

As Tabelas 1 e 2 mostram a distribuição de cabines primárias que são ou não são monitoradas. Deve-se ressaltar que várias dessas cabines monitoram vários prédios de uma vez, fazendo com que a análise de consumo acerca de cada prédio fique dificultada, um exemplo principalmente disso é a cabine primária do IB, que faz o monitoramento de todos os prédios.

RELAÇÃO DAS CABINES PRIMÁRIAS MONITORADAS (CUASO e Fora CUASO)				Atualizada em:	09/02/24
ID da Cabine / Campus	Cabine / Local	Cargas que alimenta	Equipamento de Medição	Meio físico de instalação: Anel de fibra óptica (FO), GPON ou Rede interna de Unidades (RI)	Total de Cabines Monitoradas
1	EP Metalurgia	Metalurgia e Minas	Relé de Proteção	FO	1
2	EP Civil	Todos os Prédios	Relé de Proteção	FO	1
3	EP Administração	Todos os Prédios	Relé de Proteção	FO	1
4	EP Biênio	Biênio, Produção e Cirquinho	Relé de Proteção	FO	1
5	STI (antigo CCE)	Todos os Prédios	Relé de Proteção	FO	1
6	EP Elétrica	Todos os Prédios	Relé de Proteção	FO	1
9	FEA	FEA, exceto FEA 5	Relé de Proteção	FO	1
10	Santander	Santander (antigo Banespa)	Relé de Proteção	FO	1
15	EP Mecânica / Naval	Todos os Prédios	Relé de Proteção	FO	1
19	Administração Central	Blocos K e L	Relé de Proteção	RI	1
22	EEFE	Todos os Prédios	Relé de Proteção	RI	1
23	Creche Central	Creche Central	Relé de Proteção	GPON	1
26	FFLCH - Casa de Cultura	Todo o Prédio	Relé de Proteção	FO	1
29	FCF - Bloco 13 a 17 (18)	Restaurante da Química, Bloco 18 e Blocos 13 a 18	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	RI	1
30	FFLCH - Ciências Sociais	FFLCH - Ciências Sociais e Letras	Relé de Proteção	GPON	1
34	IQ - Biotério	Bloco Zero(Química Fina) e Biotério	Relé de Proteção	RI	1
35	Biblioteca da Química	Todo o Prédio	Relé de Proteção	FO	1
37	IB	Todos os Prédios	Relé de Proteção	FO	1
38	ICB-I	Todo o Prédio	Relé de Proteção	FO	1
39	ICB-II	Todo o Prédio	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
40	ICB-IV	Todos os Prédios	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
41	FMVZ	Todos os Prédios	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	GPON	1
42	FO	Todos os Prédios	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
43	ICB-III	Todo o Prédio	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
44	HU	Todos os Prédios	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
45	PUSP-C	Prefeitura do Campus e MAE(Museu de Arqueologia e Etnologia)	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
46	IEE - Energia	Metrologia e Energia	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
47	IF Dosimétrica	Basílio Jafet e Alessandro Volta	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
48	IEE - Aferição	Manutenção e Fazendinha	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
49	IAG	Todos os Prédios	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
51	IF - Plasma	Adm Tokamac -Laboratório	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1
52	IEE - Tio Patinhas	Altas correntes, Laboratório de máquinas, Administração e Tio Patinhas	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	RI	1
54	IO	Todo o Prédio	Relé de Proteção URP 1439 TÚ	RI	1
56	Anfiteatro Romano		Relé de Proteção URP 1439 TÚ	FO	1

Tabela 1a. Cabines primárias monitoradas

ID da Cabine	Cabine / Local	Cargas que alimenta	Equipamento de	Total de	
57	FOFITO	Fin Paramétricas, Galpão da PUSP-C e Guarita do Portão 3	Relé de Proteção URP 1439 TU	FO	1
59	EP - Tanque Numérico	Todo o Prédio	Relé de Proteção URP 1439 TU	FO	1
63	NUCEL	Todos os Prédios	Relé de Proteção URP 1439 TU	GPON	1
64	CDI I	Todos os Prédios	Relé de Proteção URP 1439 TU	FO	1
65	Inova USP	Todos os Prédios	Relé de Proteção URP 1439 TU	FO	1
68	IF (Principal)	Peleton, Blocos Principais inferiores, Centro de Vivência e Restaurante	Relé de Proteção URP 1439 TU	FO	1
Interna	Reitoria (Painel Geral de BT)	Todos os Prédios	Multimedidor CCK 4400 ME	RI	1
Interna	FFLCH Administração (BT)	Administração e Sociedade Brasileira de Geologia	Multimedidor CCK 4400 ME	RI	1
Interna	Biblioteca Brasileira	Biblioteca Brasileira	Multimedidor CCK 4400 ME	RI	1
USP Leste	EACH	Todos os Prédios	URP 1439 TU	GPON	1
São Carlos	PUSP-SC	Prédio administrativo da PUSP-SC, Almoarifado PUSP-SC e C.SC-DRH (Centro de Serviços Compartilhados do DRH)	Multimedidor CCK 4400 ME	RI	1
São Carlos	SHS/E1	SHS-Departamento de Hidráulica e Saneamento, E1-Prédio administrativo da EESC, Anfiteatro Jorge Caron, UBA S (Unidade Básica de Saúde), Lanchonete ESCOBAR, Central de PABX, Prédio da Bio Engenharia, Portaria C (localizada na entrada do IFSC)	Multimedidor CCK 4400 ME	RI	1
<b>TOTAL DE CABINES COM MONITORAMENTO ATIVO NA CUAISO (RELÉ)</b>					<b>34</b>
<b>TOTAL DE CABINES COM MONITORAMENTO ATIVO NA CUAISO (MULTIMEDIDOR)</b>					<b>2</b>
<b>TOTAL DE CABINES COM PROBLEMAS (DEFEITO EM EQUIPAMENTOS OU CONECTIVIDADE)</b>					<b>7</b>
<b>TOTAL DE CABINES MONITORADAS FORA DA CUAISO</b>					<b>3</b>
<b>TOTAL GERAL DE CABINES / INSTALAÇÕES MONITORADAS (EXCETO TERCEIROS A USP)</b>					<b>39</b>

Tabela 1b. Cabines primárias monitoradas

## 8. ILUMINAÇÃO E SEGURANÇA

As Figuras 17 mostram dois mapas de iluminação pública que destacam as áreas e prédios com iluminação deficiente ou inexistente, sendo divididas entre regiões com problemas de iluminação em áreas externas e áreas internas. Este mapeamento é resultado da junção de informações internas e externas, consultas públicas online, dados coletados durante as oficinas participativas, mapa feito pela USP Mulheres e pela equipe técnica do Plano Diretor:

<https://www.google.com/maps/d/viewer?ll=-23.561709675121435%2C-46.728082899999999&z=15&mid=1yAlatQPgc37qf1S399tLJxjheXo>

Principalmente pode-se destacar os seguintes pontos:

RELAÇÃO DAS CABINES PRIMÁRIAS DA CUAISO A SEREM MONITORADAS				Atualizada em:	09/02/24
ID da Cabine	Cabine / Local	Cargas que alimenta	Equipamento de	Total de	
7	FEA 5	FEA 5	URP 1439 TU	1	
11	ECA	Edifício Principal da ECA e Blocos A e B	URP 1439 TU	1	
12	IP	Todos os Prédios	URP 1439 TU	1	
13	EP Hidráulica	Prédio de Ensaios e laboratórios	URP 1439 TU	1	
14	EP Hidráulica	Poli Hidráulica Administração(Raia)	URP 1439 TU	1	
16	CRUSP - Anfiteatro Camargo Guarnieri	CRUSP Blocos A, A1, B, C, Anfiteatro central e IEB(Instituto de Estudos Brasileiros)	URP 1439 TU	1	
17	CRUSP	Blocos D, E, F; Restaurante da SAS; Colmeias - CCInt; Antigo Banco Real; Cinusp)	URP 1439 TU	1	
18	MAC / CRUSP	MAC, Centro de Vivência da Reitoria e CRUSP Bloco G	URP 1439 TU	1	
20	Biblioteca Brasileira	Todos os Prédios	URP 1439 TU	1	
24	FE	Faculdade de Educação e Escola de Aplicação	URP 1439 TU	1	
27	FFLCH - Geografia e	FFLCH - História e Geografia	URP 1439 TU	1	
28	FCF - Bloco 13A e 13B	Farmácia Blocos 13A e 13B	URP 1439 TU	1	
29	FCF - Bloco 13 e 17	Restaurante da Química, Bloco 18 e Blocos 13 a 18	URP 1439 TU	1	
31	EP - Química	Blocos 19 a 22	URP 1439 TU	1	
32	IQ Semi Industrial	Química Semi Industrial	URP 1439 TU	1	
33	IQ - Bloco 04	Blocos 1 a 12	URP 1439 TU	1	
55	FAU	Todo o Prédio	URP 1439 TU	1	
58	ECA-Lab	Bloco C, Teatro, Artes Cênicas, Artes Plásticas e	URP 1439 TU	1	
81	IME	Todos os Prédios	URP 1439 TU	1	
82	Geociências	Instituto de Geociências	URP 1439 TU	1	
85	Centro de Convenções	Todos os Prédios	URP 1439 TU	1	
<b>TOTAL</b>				<b>20</b>	

60 Tabela 2. Cabines não monitoradas

- Áreas com problemas de iluminação: As áreas marcadas em preto e vermelho mostram onde a iluminação é inadequada. Estas áreas necessitam de melhorias na infraestrutura de iluminação e maior manutenção de postes, porque muitas dessas áreas tem um fluxo considerável de pessoal ou são comumente usadas, o que melhoraria o uso da infraestrutura do Campus.
- Áreas Externas: As grandes áreas externas marcadas em preto, especialmente ao redor dos principais edifícios e ao longo das vias internas, indicam que a iluminação nas áreas abertas do Campus é um problema significativo, dificultando a mobilidade de ciclistas e pedestres na parte da noite e comprometendo sua segurança. Algumas dessas regiões, como por exemplo a praça do relógio e a rua do matão, tem problemas de iluminação principalmente pela grande quantidade de áreas verdes, porém alguns caminhos como áreas perto da PUSP-C tem esses problemas devido a falta de iluminação adequada.

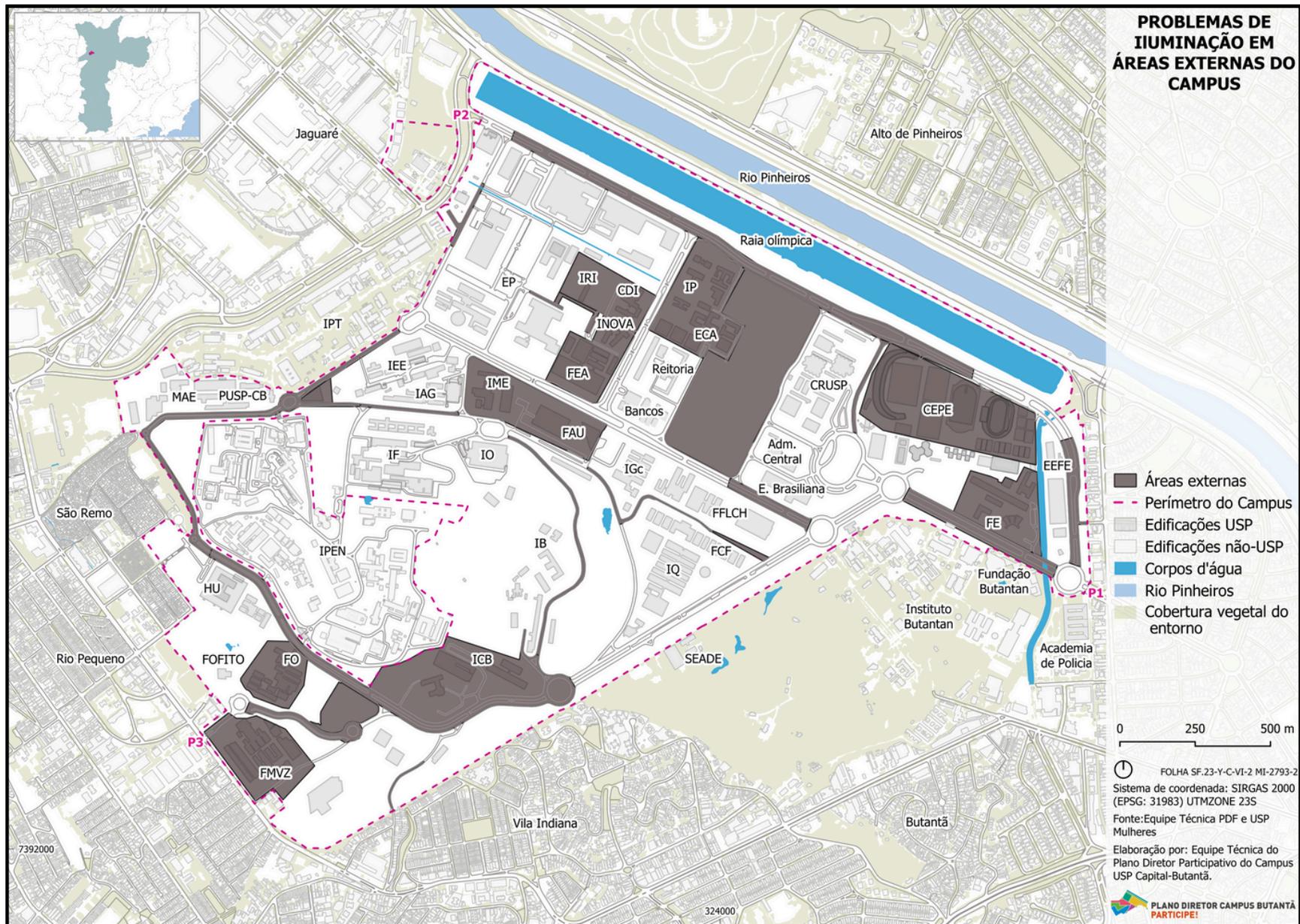


Figura 28: Problemas de iluminação em áreas externas aos prédios

**Áreas Internas:** Às edificações destacadas em vermelho, como FFLCH, IGc, CRUSP, e outras, verifica-se que os problemas de iluminação não se limitam apenas às áreas externas, mas também afetam o interior dos prédios.

### Impacto e necessidades

- **Segurança:** A falta de iluminação adequada pode comprometer a segurança dos estudantes, professores e funcionários, especialmente durante a noite.
- **Eficiência Energética:** Melhorar a iluminação pode também incluir a implementação de tecnologias mais eficientes, reduzindo o consumo de energia, emissões de GEE e custos associados.
- **Planejamento Futuro:** As áreas identificadas precisam ser prioridade nos planos futuros de infraestrutura, garantindo que a iluminação seja suficiente para suportar as atividades do Campus de maneira segura e eficiente.

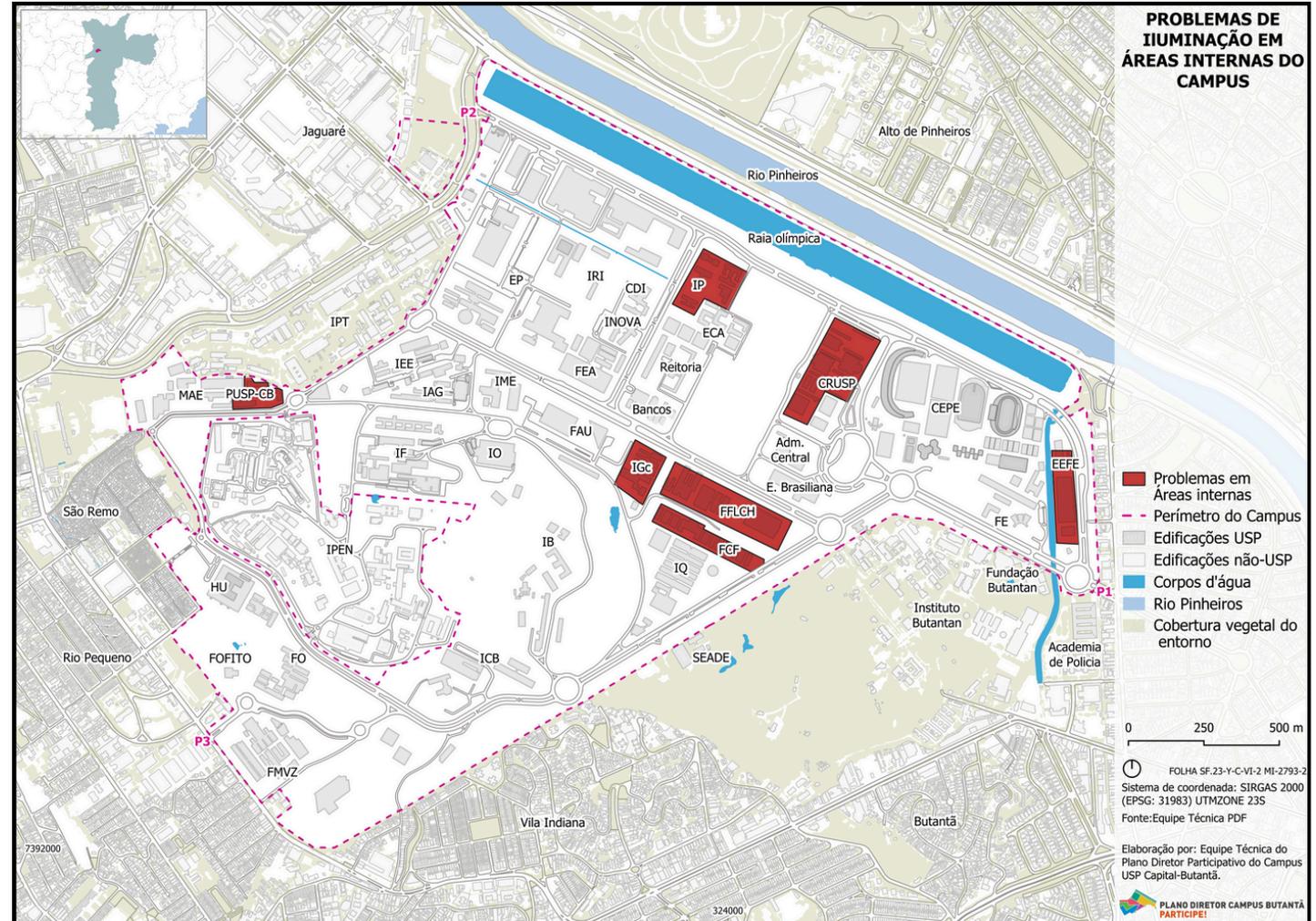


Figura 29: Problemas de iluminação em áreas internas dos prédios

## 9. COBERTURA DA REDE SEM-FIO (WIFI) EDUROAM NO CAMPUS USP BUTANTÃ

No que se refere ao mapa da cobertura da rede Eduroam (uma rede de internet acadêmica) no Campus USP Butantã a Figura 19 ilustra a situação atual da cobertura da rede Eduroam no Campus, mostrando que a maior parte do Campus já está coberta, mas ainda há algumas áreas periféricas que precisam ser contempladas em futuros planos de expansão da infraestrutura de rede sem fio. As áreas em laranja indicam as regiões do Campus que possuem cobertura da rede Eduroam, abrangendo a maior parte do Campus. Áreas em branco aquelas áreas do Campus que ainda não possuem cobertura Eduroam.

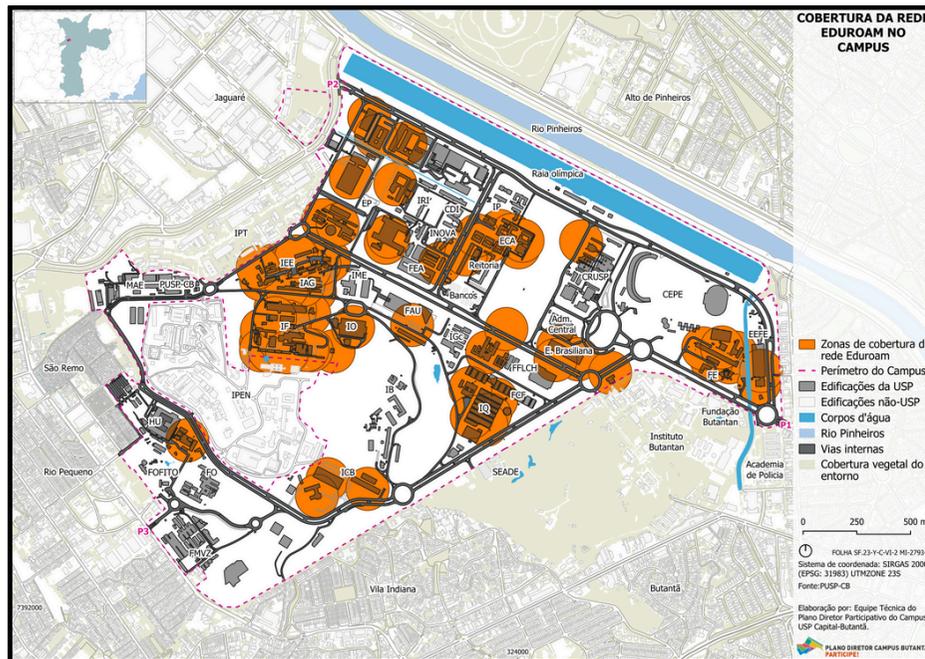


Figura 30. Cobertura da rede Eduroam no Campus USP Butantã

Podemos perceber assim que existem várias áreas que não são contempladas, tendo destaque principalmente o CRUSP, IB e a região perto do P3. Importante evidenciar que nesse aspecto, existe um projeto que visa evitar esse “sombreamento” da rede através do desenvolvimento um novo sistema de antenas para transmissão WIFI no Campus, feito pelo INOVA USP.

### Serviço de Telefonia Celular no Campus Butantã

A partir das oficinas abertas do projeto do Plano Diretor do Campus Butantã foram levantadas reclamações da comunidade da USP sobre o serviço de telefonia celular no Campus. O Campus dispõe de 3 ERBs (Estações Rádio Base de Telefonia Celular) compartilhadas entre as principais operadoras de telefonia celular. As reclamações de membros da comunidade do Campus Butantã mostram que o serviço oferecido não está adequado e necessita de uma ação junto às prestadoras de serviço e se necessário com mediação da ANATEL. A USP está tentando conseguir um mapa de cobertura do sinal de telefonia celular no Campus, para determinar quais as regiões mais críticas, para subsidiar um pedido de melhor adequação da infraestrutura de atendimento, talvez com um aumento de ERBs. E existe uma proposta, de vários órgãos da USP, de criar uma rede 5G+ no Campus, que está descrita no item a seguir.

### USP 5G+ Campus Inteligente Inovador

Nos últimos 20 anos, as tecnologias de comunicação móvel evoluíram rapidamente, desde o 2G até o 5G, transformando profundamente a sociedade moderna. O 2G, introduzido na década de 1990, trouxe a comunicação digital e permitiu a troca de mensagens de texto (SMS), inaugurando uma nova era de conectividade pessoal. Com o 3G, o acesso à internet móvel se tornou possível, abrindo caminho para a popularização de smartphones e a explosão de serviços baseados em dados, como redes sociais, inteligência artificial e streaming de vídeos. O 4G consolidou essa revolução ao oferecer maior velocidade de internet, melhorando a experiência de navegação e permitindo a expansão do comércio eletrônico, da economia de aplicativos e das comunicações empresariais móveis. Atualmente, o 5G representa um salto ainda maior, com velocidades ultra rápidas, baixa latência e capacidade de conectar bilhões de dispositivos simultaneamente. Essa tecnologia está impulsionando a automação industrial, cidades inteligentes, veículos autônomos e a Internet das Coisas (IoT), ampliando o impacto econômico e social. A comunicação móvel, além de facilitar o acesso à informação, tem sido um motor de crescimento econômico, inclusão digital e inovação tecnológica, tornando-se essencial na infraestrutura global moderna. Por lado, a evolução da infraestrutura de comunicações móveis no Campus da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira (CUASO) não avançou na mesma velocidade dos avanços tecnológicos e regulatórios, implicando numa defasagem de infraestrutura onde constata-se visivelmente a baixa qualidade de cobertura de sinal no Campus da USP no Butantã e a consequente exclusão da comunidade acadêmica de serviços de comunicação essenciais para o desenvolvimento pleno de suas atividades no CUASO.

Considerando estes aspectos a Pró-Reitora de Pesquisa e Inovação, conjuntamente com a AUSPIN e Inova USP, no âmbito do Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, conceberam um projeto de pesquisa, desenvolvimento e inovação focado na evolução das tecnologias de comunicação móvel, especificamente nas áreas de 5G e sua progressão para 6G. Este projeto é denominado "USP 5G+ Campus Inteligente Inovador". Esta proposta a ser implantada inicialmente no CUASO pretende abordar tanto aspectos tecnológicos de ponta quanto o impacto social e econômico dessas tecnologias emergentes. Um aspecto distintivo e inovador deste projeto é seu caráter de campo de provas, "sandbox" e "test-bed" público, ou seja um laboratório regulatório e tecnológico algo inédito na América Latina.

A iniciativa visa estabelecer uma rede neutra (ou privada) e ampliar a atual rede pública com as concessionárias detentoras do 5G visando explorar o potencial do 5G em toda sua extensão e sua evolução para o 6G. Este estágio inicial do projeto se concentrará em maximizar o uso das infraestruturas de 5G, aplicando essas tecnologias em áreas como saúde, educação, transporte e segurança pública. A implementação de soluções baseadas em 5G pode melhorar significativamente a eficiência e a qualidade dos serviços nesses setores, beneficiando diretamente a população local e proporcionando um laboratório vivo para a inovação tecnológica.

O caráter de laboratório regulatório ("sandbox") do projeto permitirá a realização de experimentos e testes ("testbed") em um ambiente real, aberto ao público e às entidades públicas e privadas interessadas em desenvolver e validar suas soluções tecnológicas de forma neutra e pública. Este campo de provas proporcionará uma plataforma única na América Latina para a realização de estudos avançados e para a integração de novas tecnologias em um ambiente urbano complexo, promovendo a colaboração entre academia, indústria e governo.

À medida que o projeto avançar, a transição para a tecnologia 6G será um dos focos principais. A 6G promete expandir ainda mais as capacidades do 5G, introduzindo comunicações ultra rápidas, inteligência artificial integrada e conectividade onipresente. Espera-se que essas tecnologias avancem a automação, a internet das coisas (IoT) e a computação em nuvem, criando novas oportunidades para negócios, melhorando a gestão urbana e promovendo a inclusão digital.

O impacto social do projeto é uma das prioridades. As tecnologias desenvolvidas serão usadas para diminuir desigualdades sociais, proporcionando acesso a serviços de alta qualidade para comunidades desfavorecidas. A conectividade avançada facilitará a educação a distância, o teletrabalho e a telemedicina, ampliando o acesso a esses serviços essenciais. Além disso, o projeto visa preparar a força de trabalho local para as novas demandas do mercado, oferecendo programas de capacitação e desenvolvimento profissional em tecnologias avançadas.

Do ponto de vista econômico, o projeto de 10 anos deverá estimular a economia local e regional. A pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias atraem investimentos e parcerias com empresas de alta tecnologia, gerando empregos e promovendo o crescimento de startups e empresas inovadoras. A criação de um ecossistema tecnológico robusto na Cidade Universitária pode transformar a região em um polo de inovação, atraindo talentos e investimentos de todo o mundo.

Este projeto de pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologias 5G e 6G na Universidade de São Paulo representa um compromisso significativo com o avanço tecnológico e o desenvolvimento sustentável. Com um enfoque integrado que abrange tanto a inovação técnica quanto às inovações sociais e regulatórias visando o impacto social e econômico. O projeto promete investigar e transformar a maneira como vivemos e trabalhamos, preparando o caminho para um futuro mais conectado e inclusivo. Ao se estabelecer como o primeiro "test-bed" público para tecnologias 5G e 6G na América Latina, a USP reafirma sua posição de liderança em inovação e seu compromisso com a construção de um futuro tecnológico avançado para a região.

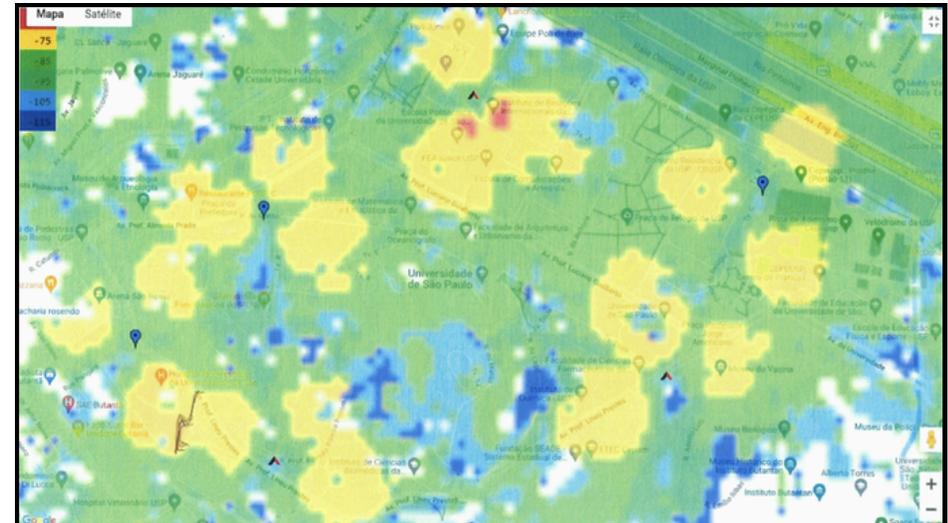


Figura 31. Proposta de Expansão da Rede 5G+ dos atuais 3 Pontos de irradiação para 6 pontos, as manchas em amarelo serão as áreas cobertas por 5G. ^ São os pontos atuais, são pontos de irradiação propostos.

## 10. INVENTÁRIO DE GEE ASSOCIADO A ENERGIA NO CAMPUS BUTANTÃ

Dada a relevância cada vez maior do Inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) como forma de tornar tangível o compromisso das organizações com a pauta ESG e o combate às mudanças climáticas, é fundamental compreender o conceito de perfil das emissões. Dividindo os Escopos entre 1, 2 e 3, essa categorização descreve as emissões de uma empresa ou organização, de acordo com o nível de responsabilidade pela fonte identificada:

Escopo 1: emissões diretas que pertencem ou são controladas pela entidade relatora

Escopo 2: emissões indiretas de GEE associadas à produção de eletricidade, calor ou vapor adquiridos pela entidade relatora

Escopo 3: outras emissões indiretas, i. e., emissões associadas ligadas à extração e produção de materiais adquiridos, combustíveis e serviços, incluindo transporte em veículos que não são próprios ou controlados pela entidade relatora, atividades terceirizadas, deposição de resíduos, etc.

O escopo 3 exige que as organizações procurem instâncias de emissões de carbono fora de sua pegada de carbono direta e as quantifiquem por meio da cadeia de valor fora de seu controle direto.

Em 2012, as emissões totais (considerando apenas os equipamentos móveis e imóveis do Campus, ou seja, desconsiderando o ESCOPO III do IPCC) foram de 32,117.59 tCO<sub>2</sub>e, enquanto em 2022, as emissões totais foram de 18,370.82 tCO<sub>2</sub>e. Isso representa uma redução total de 13,746.77 tCO<sub>2</sub>e, ou aproximadamente 42.8% (Tabela 3).

Note-se que, anteriormente, não havia a preocupação com a elaboração de inventários de gases de efeito estufa na USP como uma rotina administrativa, por isso os dados não estavam disponíveis ou não estavam estruturados nos processos e nos registros, tanto em papel quanto em meio eletrônico. Dentro do programa, estão sendo estudadas as barreiras e discutidas, com as áreas envolvidas, as sugestões sobre como viabilizar as ações que tornem o inventário uma rotina, o que inclui em alguns casos a necessidade de melhorias em procedimentos e processos gerenciais, atribuição de novas responsabilidades e possivelmente automação de processos. As dificuldades de coleta de dados ainda persistem em várias categorias de fontes de escopo 1, como as emissões fugitivas e parte das emissões de combustão fixa e móvel, de escopo 2 principalmente ao nível de algumas unidades, e também quanto ao escopo 3. O estudo do Escopo 3 vem sendo realizado no âmbito do programa USPSusten, iniciando-se pelas emissões relativas a resíduos, efluentes, passagens aéreas e mobilidade urbana.

Fontes	2012		2022 (preliminar)	
	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Porcentagem no escopo	Emissões (tCO <sub>2</sub> e)	Porcentagem no escopo
<b>Escopo 1</b>				
Combustão estacionária	974,32	36,4	606,39	10,2
Combustão móvel	1705,95	63,6	218,6	2,8
Fugitivas – refrigeração e ar-condicionado	Não incluído	-	4.167,80	52,8
Fugitivas – anestésicos	Não incluído	-	2.700,00	34,2
Tratamento de resíduos	Não incluído	-	Em estudo	-
Mudança de uso do solo	Não incluído	-	Em estudo	-
<b>Total Escopo 1</b>	<b>2.680,27</b>	<b>100,00</b>	<b>7.892,79</b>	<b>100,00</b>
<b>Escopo 2</b>				
Eletricidade adquirida - rede	6.163,49	100,00	2.613,18	100,00
Eletricidade adquirida - mercado livre	-	-	-	-
<b>Total Escopo 2</b>	<b>6.163,49</b>	<b>100,00</b>	<b>2.613,18</b>	<b>100,00</b>
<b>Escopo 3</b>				
Tratamento de resíduos	Não incluído	-	1.260,20	-
Tratamento de efluentes	Não incluído	-	381,2	-
Mobilidade urbana	Não incluído	-	Em estudo	-
Passagens aéreas	Não incluído	-	Em estudo	-
Outros	Não incluídos	-	Não incluídos	-
<b>Total Escopo 3</b>			<b>1.641,40</b>	

Tabela 3: estimativas de inventário sobre GEE

Destaca-se que as principais emissões (quando considerados apenas os escopos 1 e 2) são oriundas dos sistemas de refrigeração e ar-condicionado. É importante ressaltar que esta é uma estimativa aproximada devido à falta de dados mais precisos. O método GHG Protocol, utilizado com os melhores dados disponíveis, tende a superestimar as emissões, fornecendo uma visão conservadora do impacto ambiental.

O Campus USP-Butantã como Pólo Atrator de Tráfego (P.A.T.), ou como alguns preferem Polo Gerador de Tráfego (P.G.T.), mais ainda Polo Gerador de Viagens (P.G.V)

Na elaboração dos Inventários de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa das cidades (como a capital paulista), cada grande equipamento urbano que receba diariamente um grande fluxo de pessoas é considerado um “Pólo Gerador de Viagens”, ou Pólo Atrator de Tráfego”. Da mesma forma, a CET, ao elaborar seus planos de mobilidade na cidade de São Paulo, leva em conta os diversos PAT para estabelecer adequadamente o funcionamento das viagens diárias pelos diversos modais de transporte.

A somatória dos efeitos de todos os PAT deve resultar na quase totalidade do consumo de energéticos para mobilidade na cidade, em que parte significativa destes energéticos é de origem fóssil. Utilizando os fatores de emissão de combustíveis fósseis definidos pelo IPCC, é possível elaborar o inventário de GEE do município, oriundos desta mobilidade provocada pelo conjunto de PAT do aglomerado urbano.

Desta forma, o Campus Butantã (que motiva o deslocamento de cerca de 70k pessoas/dia) é considerado um dos grandes PAT da cidade, com seu conjunto de usuários utilizando-se de transporte passivo (trem, metrô, ônibus, automóvel, motocicleta, etc.) e transporte ativo (a pé, bicicleta, skate, etc).

Reconhecendo então que o Campus Butantã é um PAT, decisões sobre que modais de transporte que atendem o Campus influenciam diretamente o consumo de combustíveis e as emissões de GEE. O que torna a administração da Universidade diretamente responsável por seu padrão de emissões de GEE. Por mobilidade de – e para – o Campus.

A necessidade de redução das emissões de GEE na situação de crise climática justifica a importância de a Universidade tirar regularmente a fotografia de suas emissões totais na forma de Inventários de Emissões e Remoções Antrópicas de GEE. No que compete ao GT Energia, conhecer o consumo induzido de combustíveis (principalmente os fósseis) é de vital importância para que o Plano Diretor entenda sua importância, defina INDICADORES e estabeleça PLANO DE METAS para redução de sua pegada ambiental, além de contribuir para o PROCESSO EVOLUTIVO de APRIMORAMENTO de seus Planos Diretores na direção de seu aperfeiçoamento e aumento da EFICIÊNCIA de seus processos.

Por isto, é fundamental que se inclua o ESCOPO 3 do IPCC nos inventários da Universidade (numericamente, a importância será demonstrada abaixo).

A identificação dos tipos de emissão é guiada por normas, sendo a principal delas o GHG Protocol, compatível com a ISO 14.064. De maneira geral, as normas definem os requisitos mínimos de um Inventário de GEE, como o estabelecimento de um ano-base, a definição dos limites operacionais e organizacionais, a exclusão de fontes e sumidouros, entre outros.

Após delimitar as fronteiras organizacionais e operacionais, o GHG Protocol indica os limites de responsabilidade sobre as emissões de GEE, diferenciando quais fontes são de controle direto de uma empresa ou organização e quais são de controle indireto. Assim é possível concluir quais são as emissões de Escopo 3 de um PAT.

## ESTIMATIVAS DE CONSUMO ENERGÉTICO E EMISSÕES ASSOCIADAS

Consumo de energia elétrica mensal (período pré-pandemia 2017 a 2019):  
6.500 MWh/mês

Fator de Emissão (F.E.) do setor elétrico (SIN) em 2023: 0,0385  
tCO<sub>2</sub>eq/MWh

Emissões totais pelo consumo de EE no Campus Butantã: 250  
tCO<sub>2</sub>eq/mês

Na mobilidade, há diversos energéticos utilizados:

Diesel emissões médias: 3,2 kgCO<sub>2</sub>eq/litro (ciclo de vida)  
Etanol : 0,56 kgCO<sub>2</sub>eq/litro (ciclo de vida)  
Gasolina : 2,8 kgCO<sub>2</sub>eq/litro (ciclo de vida)  
F.E. automóveis (mix 47% etanol+53% gasolina): 1,75 kgCO<sub>2</sub>eq/litro  
(ciclo de vida)  
F.E. motocicletas (mix 22% etanol+78% gasolina): 2,3 kgCO<sub>2</sub>eq/litro  
(ciclo de vida)

A pesquisa O.D. dos grandes centros urbanos brasileiros, citada por  
"Emissões IPEA" afirma que nas grandes cidades brasileiras o transporte  
é realizado por:

4% sobre trilhos  
60% em ônibus/micro-ônibus  
32% automóvel  
3% motocicleta  
1% veículo utilitário diesel

Segundo dados da Pesquisa Origem/Destino e de Mobilidade Urbana, e de informações de emissões veiculares fornecidas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o Metrô gera seis gramas de CO<sub>2</sub> para transportar um passageiro por um quilômetro, enquanto a média na RMSP é de 80g em um ônibus e de 120g em um automóvel à gasolina no mesmo percurso. O indicador de emissão de GEE por passageiro/quilômetro é calculado a partir de informações operacionais do Metrô e dos ônibus municipais:

Transporte sobre trilhos - 6g CO<sub>2</sub>eq/passageiro.km  
Ônibus na região metropolitana de SP - .80g CO<sub>2</sub>eq/passageiro.km  
Automóvel na R.M. - 120g CO<sub>2</sub>eq/passageiro.km

Supondo que o perfil atual não seja muito diferente da época da pesquisa O.D., pode-se construir algumas tabelas de emissões de CO<sub>2</sub>eq para alguns casos escolhidos:

Emissão por modal de transporte: trilhos tCO <sub>2</sub> eq							
		comprimento total da viagem (ida e volta) km					
		10	20	30	40	50	60
# passageiros transportados	5.000	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
	10.000	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	3,6
	15.000	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,4
	20.000	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,2
	25.000	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
	30.000	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0	10,8
	35.000	2,1	4,2	6,3	8,4	10,5	12,6
	40.000	2,4	4,8	7,2	9,6	12,0	14,4
	45.000	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2
50.000	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0	

Tabela 4: Emissão de CO<sub>2</sub>eq devido a transporte sobre trilhos

Emissão por modal de transporte: <b>ônibus diesel</b> tCO <sub>2</sub> eq							
		comprimento total da viagem (ida e volta) km					
		10	20	30	40	50	60
# passageiros transportados	5.000	4	8	12	16	20	24
	10.000	8	16	24	32	40	48
	15.000	12	24	36	48	60	72
	20.000	16	32	48	64	80	96
	25.000	20	40	60	80	100	120
	30.000	24	48	72	96	120	144
	35.000	28	56	84	112	140	168
	40.000	32	64	96	128	160	192
	45.000	36	72	108	144	180	216
	50.000	40	80	120	160	200	240

Tabela 5: Emissão de CO<sub>2</sub>eq devido a ônibus a diesel

Emissão por modal de transporte: <b>automóvel</b> tCO <sub>2</sub> eq							
		comprimento total da viagem (ida e volta) km					
		10	20	30	40	50	60
# passageiros transportados	5.000	6	12	18	24	30	36
	10.000	12	24	36	48	60	72
	15.000	18	36	54	72	90	108
	20.000	24	48	72	96	120	144
	25.000	30	60	90	120	150	180
	30.000	36	72	108	144	180	216
	35.000	42	84	126	168	210	252
	40.000	48	96	144	192	240	288
	45.000	54	108	162	216	270	324
	50.000	60	120	180	240	300	360

Tabela 6: Emissão de CO<sub>2</sub>eq devido a automóveis

As tabelas permitem avaliar diferentes quantidades de passageiros (de 5k a 50k) e diferentes distâncias (ida e volta) a serem percorridas ônibus (10km; 20km; 30km; 40km; 50km e 60km) pelos três modais mais importantes.

Supondo que o número de usuários/dia do Campus Butantã USP é da ordem de 80.000/dia e a distribuição de viagens é semelhante à O.D. citada (60% das viagens em ônibus diesel) e viagens médias de 20km (total de ida e volta, ou raio de 10km do Campus), tem-se:

50.000 passageiros/dia no transporte por ônibus, emitem 80 tCO<sub>2</sub>eq/dia, ou 2.400 tCO<sub>2</sub>eq/mês

Se 32% fizerem suas viagens por automóvel (26.000 passageiros/dia), emitirão em cerca de 60 tCO<sub>2</sub>eq/dia, 1.800 tCO<sub>2</sub>eq/mês

Juntos, o transporte de passageiros por automóvel e ônibus para o P.A. "Campus Butantã USP" superam as emissões de GEE do setor de energia elétrica em cerca de 10 vezes.

Uma análise de sensibilidade versus custo de investimento pode mostrar quanto é necessário investir na matriz de consumo elétrico do Campus (e na mobilidade) e comparar os resultados obtidos em economia de recursos financeiros, redução de emissões de GEE e externalidades ainda não citadas (como redução de tempo de deslocamento, melhoria das condições de trabalho, saúde, etc).

A mudança de modal de transporte (por exemplo, do ônibus para o transporte sobre trilhos) também pode ser analisada a partir das tabelas apresentadas. Para isto, é necessário estimar a quantidade de passageiros migrando de um modal a outro.

Os resultados estimados mostram a importância do ESCOPO 3 na avaliação de consumo de energéticos e emissões de GEE da instituição, atuando como ferramenta de planejamento para soluções de redução de consumo energético, custos financeiros e de impacto ambiental pelas atividades do Campus.

Considerações sobre o consumo energético e emissões de GEE pela água e esgoto tratados pela Concessionária de água que atende às demandas do campus Butantã-USP

Segundo dados de empresas de tratamento de água e esgoto nacionais, o consumo de energia elétrica no tratamento de água (entre 2009 e 2015) situam-se em:

Energia Elétrica tratamento de água: 0,65 +- 0,02 kWh/m<sup>3</sup>  
Energia Elétrica tratamento de esgoto: 0,2 +- (não fornecido...mas se seguirmos a incerteza acima, será algo com 3%)

Segundo dados do PUERHE-USP, o Campus consome mensalmente o seguinte volume de água tratada: 70.000m<sup>3</sup> água/mês

Portanto, o consumo de EE para tratamento de água do Campus é, mensalmente:

Energia Elétrica tratamento de água = 45.500 +- 1.400 kWh/mês  
Energia Elétrica tratamento de esgoto = 14.000 +- 420 kWh/mês  
total de consumo de EE de água+ esgoto = 59.500 +- 1.820 kWh/mês ou ~ 60 MWh/mês

Considerando que:

Fator de Emissão (F.E.) de GEE do setor elétrico (SIN) em 2023 (e que não seja muito diferente do atual) = 0,0385 tCO<sub>2</sub>eq/MWh

Tem-se que as emissões acopladas à água e esgoto consumidos pelo Campus Butantã-USP situam-se na ordem de:

Emissões de GEE de água + esgoto no Campus = 2,3 tCO<sub>2</sub>eq/mês

### Considerações sobre uso dos rios que cortam a cidade de São Paulo como uma "Anel Viário" para transporte de passageiros, em especial aos usuários do campus Butantã-USP

O governo de São Paulo, por meio da Secretaria do Meio Ambiente, declarou em 7 de agosto de 2024 a expectativa de que os rios da capital estejam despoluídos em até 5 anos (em 2029).

Levando-se em conta que o horizonte de proposição do Plano Diretor do Campus Butantã é de uma década, a expectativa de despoluição dos rios levanta a possibilidade de se incluir o transporte fluvial pelo futuro "anel hidroviário metropolitano" com potencial significativo de redução de consumo de energéticos e emissões de GEE no transporte de usuários do campus.

Segundo análise do European Environmental Agency, o perfil de emissões por modal de transporte na comunidade europeia é dada pelo gráfico a seguir:

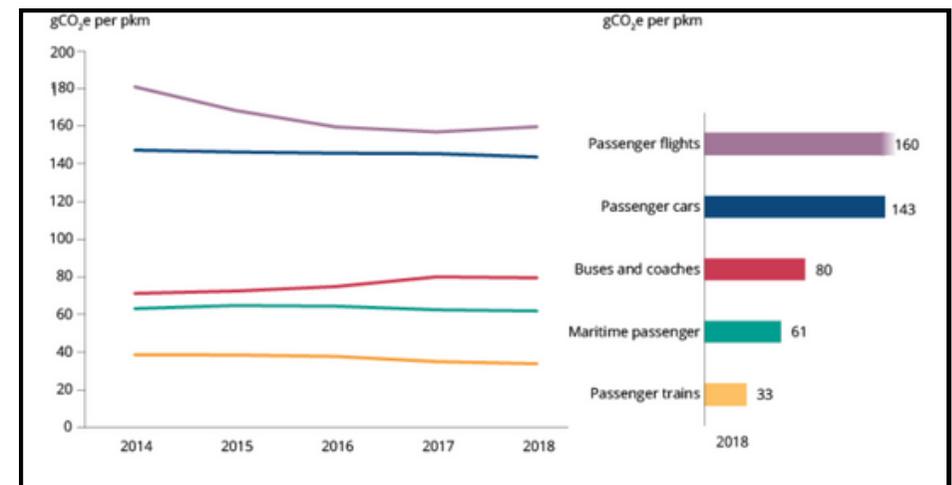


Figure 32: Emissões médias de GEE por modo motorizado de transporte de passageiros, EU-27, 2014-2018 - Fonte: Fraunhofer ISI and CE Delft, 2020

**Observações:** pkm =passageiro.km; Implícita taxa de ocupação de carros: 1.6 O valor aqui apresentado representa principalmente as emissões de “roll-on/roll-off” de balsas projetadas para transportar veículos e passageiros (RoPax).

Como se pode ver, o transporte fluvial está entre os com menor emissão de GEE por passageiro.km, muito embora os dados apresentados pela Agência Europeia tratam do transporte de passageiros em “ferryboat”, onde passageiros e veículos são transportados juntos.

Deve-se considerar também que o combustível utilizado nos “ferryboats” é o óleos combustíveis marítimos, que recebem a denominação de OCM, MF (marine fuel), VLSFO (Very Low Sulfur Fuel Oil) ou bunker e tem teor mais alto de enxofre que o diesel automotivo, não sendo adequado ao transporte urbano. Para transporte fluvial apenas de passageiros e cargas menores no meio urbano, o uso de óleo diesel automotivo, etanol e/ou elétrico pode ser uma opção viável para a redução de emissões de dióxido de carbono pelos usuários do Campus Butantã-USP.

### **Serviço de Telefonia Celular no Campus Butantã**

A partir das oficinas abertas do projeto do Plano Diretor do Campus Butantã foram levantadas reclamações da comunidade da USP sobre o serviço de telefonia celular no Campus. O Campus dispõe de 3 ERBs (Estações Rádio Base de Telefonia Celular) compartilhadas entre as principais operadoras de telefonia celular. As reclamações de membros da comunidade do Campus Butantã mostram que o serviço oferecido não está adequado e necessita de uma ação junto às prestadoras de serviço e se necessário com mediação da ANATEL. A USP está tentando conseguir um mapa de cobertura do sinal de telefonia celular no Campus, para determinar quais as regiões mais críticas, para subsidiar um pedido de melhor adequação da infraestrutura de atendimento, talvez com um aumento de ERBs. E existe uma proposta, de vários órgãos da USP, de criar uma rede 5G+ no Campus, que está descrita no item a seguir.

### **Conclusões**

Foram observadas várias demandas da comunidade que se utiliza do campus Butantã USP (comunidade USP e comunidade em seu entorno), notadamente na relação consumo de energéticos e comunicação; iluminação e conforto ambiental e suas implicações na segurança e adequação do espaço do campus aos usuários.

As tomadas de decisão sobre os rumos de O&M do campus dependem estritamente do levantamento de dados sobre o comportamento das variáveis consumidoras de energéticos (como comunicação; iluminação, condicionamento térmico, água&esgoto; mobilidade e modais de transporte, etc). Para atender esta demanda (geração de informações vitais à conservação, uso racional e eficiente de recursos naturais), notou-se a necessidade de criação de um órgão centralizador de dados (ou o fortalecimento do PUERHE).

Como as emissões de Gases de Efeito Estufa são hoje o principal driver na elaboração de políticas públicas, ela deve ser colocada como “Condição de Contorno” ou de “Fator Limitante” na tomada de decisão sobre rumos a serem tomados pelos Planos Diretores de qualquer grupo social - independente de seu tamanho...

Por este motivo, a avaliação de emissões de GEE, necessidade de melhores ferramentas de gestão, monitoramento especializado para energéticos no geral e a discussão sobre energia renovável foi destacada neste relatório: como forma de apresentar os resultados, de cada cenário a ser considerado no futuro funcionamento do campus Butantã-USP.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Autonomia automóveis (apud INMETRO)

<https://g1.globo.com/carros/noticia/2015/01/inmetro-divulga-ranking-de-consumo-de-combustivel-de-carros-ano-2015.html>

Autonomia motos <https://mobilidade.estadao.com.br/meios-de-transporte/5-itens-para-chechar-e-economizar-combustivel/>

Autonomia utilitário diesel

<https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/confira-quais-sao-as-picapes-mais-economicas-do-brasil>

Autonomia ônibus Diesel COPPETEC-UFRJ <http://200.98.64.76/wp-content/uploads/2018/08/5-Estudo-consumo-diesel.pdf>

Despoluição dos rios de São Paulo <https://exame.com/brasil/rios-tiete-e-pinheiros-recebem-investimento-de-r-233-milhoes-para-nova-etapa-de-despoluicao/>

Emissões IPEA Emissões relativas de poluentes do transporte

motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros

[https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1606.pdf](https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1606.pdf)

IPCC ANNEXES

[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_annex-i.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-i.pdf)

IPCC GUIDELINES Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National

Greenhouse Gas Inventories <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

Scope 3 Calculation Guidance <https://ghgprotocol.org/scope-3-calculation-guidance-2>

Metro SP emissões e pesquisa OD

[https://www.metro.sp.gov.br/pt\\_BR/2020/09/22/funcionamento-do-metro-evita-a-emissao-de-842-mil-toneladas-de-co2-em-apenas-um-ano/](https://www.metro.sp.gov.br/pt_BR/2020/09/22/funcionamento-do-metro-evita-a-emissao-de-842-mil-toneladas-de-co2-em-apenas-um-ano/)

Mobilidade CET <https://www.cetsp.com.br/media/1113490/relatorio-msvp-2019-revisao-2-junho-22.pdf>

Mobilidade Estadão <https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/5-fatos-que-mostram-a-magnitude-do-transporte-em-sao-paulo/>

MORALES, Clayton. Indicadores de consumo de energia elétrica como

ferramentas de apoio à gestão: classificação por prioridades de atuação na

Universidade de São Paulo. 21 Outubro de 2015. Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-10012008-101817/pt-br.php>

PUERHE-USP dados de consumo de água 2024 [SAIDEL, M.; FAVATO, L.; MORALES, C. INDICADORES ENERGÉTICOS E AMBIENTAIS: FERRAMENTA IMPORTANTE NA GESTÃO DA ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <<https://fmrp.usp.br/wp-content/uploads/sites/52/2015/09/Indicadores-Energ%C3%A9ticos-e-Ambientais-Ferramenta-Importante-na-Gest%C3%A3o-da-Energia-EI%C3%A9trica-PURE-GEPEA-USP-I-CBEE-2005.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2024.](https://mail-attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=352f75aa4b&attid=0.1&permmsgid=msg-f:1809912801440361337&th=191e1a1a8448eb79&view=att&disp=safe&realattid=f_m0xszscc0&sadbat=ANGjdJ_2SixPq3mJSjAKSHRruUcEh_7ko1Gn0HEHaFJ_mPbMv5eaVJzSszqfM5Crh61L2Gd8kWxoF7PFGIGpNTwzww-4eA4NACXYr2aCHPA7sXfvObj-a305Gt7sjDY7kTMxRspcnaYIV_4CfVECRd28FAP9qVMITYY5oasd0f55NDGTeBzF0_qG5nUNEXnhHBFEE65CVioM5wL4Vn7UNHo2Nu6JNCUpK91HV1e86buoTtx0fAXocr8E_j60ZwgTuDalQwVvuApJ01KyvLgINDicuFTmu02H42KT9-iYJCPhvZ_oXeduU3UghAkUV0Fh_0FivgWrVoi9g8aVblxHNZ5FEEJ9FtB84IL2q0WWqZQvLYrkqXaAg5j99KIVpucdvRIFDJI78BITxsYnNpH7M6uUZJzmVbf_Z5N0xuwlaKVrb7Mgxf8-rVsEdH7vUwpF74BwSarw4V0joVntPcZwPEEI6e9J_07QwsX2n3CpD3pSGZbyVx2LRMoxXXprmhbx42GBJWWWiwpxgJWIF_OoHe2W1YW74HcLEwF1SKbpgqc4iN9xGWzsiTsLdnMVPpR0fG0NB0L4QzpKkqAhTkL1ApBH1ifOX5oLD5CUBjmxGyBdzhwsSWJmZV1pfONnJ2bLr2sN7HRyxJkqkFzz0mdmqyuq70tw8pMjv0pourtJCKb0HDBQ0VpxnrpU63G2bHbXutF4PGPkT4k6p-PHd9GouVSi_Vgna4hFmQPQPa6elaXRVTNfu03W7PZwHWLe6e5b0hSLWp6brx1JpJ0XqFEW_CiPzrsTFWAX1DPO0CcL1mUkSgJ1Sy8R8PRtGyPwjcoi0X5dmp0_4TYch_aoa61zwP4yhiHmbBVxNj972h_9F5tsmpSj7zyCZ7YL3ZKI CeoTuRdG123cn6uKfVG8V3_d7m6hLMuforORfNKw9ZaTdlx0k8Jhz0w85vztgoMkcysmgf9Ud9Q07ew7AzkaLDqlq47G2gCa8nRoV4l62hZcG4dqj-tYSf5uBSSrA0cPhVcWL9F0KwSE_f6kNh8-</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

SCADA. Controle supervisorio e aquisição de dados. <https://www.sef.usp.br/puerhe/energia/puerhe-energia-sistema-de-monitoramento-line-das-instalacoes/>

Tratamento de água <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/consumo-energia-sistema-abastecimento/>

Tratamento de Esgoto <https://allevanteducacao.com.br/wp-content/uploads/Cursos/Curso%20-%20Eficiencia%20Energ%C3%A9tica%20CAERD/Cap%C3%ADtulo%201%20-%20Energia%20no%20saneamento.pdf>

<https://www.aesabesp.org.br/arquivos/saneas/saneas31.pdf>

USP. 2024. Consumo de energia 2016 até Maio de 2024. Disponível em: <https://puspc.usp.br/consumo-de-energia-unidades>.

USP Mulheres.

<https://www.google.com/maps/d/viewer?ll=-23.561709675121435%2C-46.72808289999999&z=15&mid=1yAlatQPgc37qf1S399tLJxjheXo>

Way Carbon A importância das emissões de Escopo 3 para o inventário de GEE <https://blog.waycarbon.com/2022/07/a-importancia-das-emissoes-de-escopo-3-para-o-inventario-de-gee-e-como-contempla-las/>

# GT2 - ENERGIA

RELATÓRIO TÉCNICO

## Energia

### EQUIPE TÉCNICA

Alberto Hernandez Neto  
Alison Vitor Santos Ramalho de Sousa  
Alexandre Aguiar  
Andre Gimenes  
José Aquiles Baesso Grimoni  
Leonardo Brian Favato  
Lira Luz Benites Lazaro  
Marcio Maia Vilela



**Carlos Gilberto Carlotti Junior**  
Reitor

**Maria Arminda do Nascimento Arruda**  
Vice-reitora

## PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO DO CAMPUS CAPITAL - BUTANTÃ

### COMITÊ COORDENADOR

**Ricardo Ivan Ferreira da Trindade**  
Presidente do Conselho Gestor

**Miguel Antonio Buzzar**  
Superintendente da SEF

**Raquel Rolnik**  
Prefeita do Campus USP Butantã

**Eugenio Fernandes Queiroga**  
Docente indicado pelo Conselho Gestor

**Daniel Lustosa Gomes de Sá Barreto**  
Discente indicado pelo Conselho Gestor

**Bárbara Camila Toaliar**  
Servidor indicado pelo Conselho Gestor

**Pierluigi Benevieri**  
Docente eleito pela comunidade

**Lucas Bogéa de Mello Franco**  
Discente eleito pela comunidade

**Daniella Vilela Lima**  
Servidor eleito pela comunidade

### EQUIPE ADMINISTRATIVA

Bárbara Camila Toaliar  
Celina Junko Hironaka  
Cicero Rossi da Silva  
Clara Marisa Zorigian  
José Clóvis de Medeiros Lima  
Juliana Oliveira da Silva  
Luciano de Souza  
Marino Pereira Benetti  
Mirtes Regina Martins Fabiano Staduto  
Rosana Simone  
Sandra de Albuquerque Cunha  
Yara Maria Mardegan

### EQUIPE COMUNICAÇÃO

Brenda Kapp de Paula  
Chico Homem de Melo  
George Campos  
Marcia Blasques  
Marina Capusso  
Marina Fernandes Ferreira Santos  
Olivia Rueda Bastos  
Rodrigo Gonçalves Winther