



**Plano de Gerenciamento de
Energia da Cidade Universitária:
Universidade Federal do Rio de Janeiro
2019 - 2024**



Ficha Técnica

Reitoria – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Denise Pires de Carvalho – Reitora
Carlos Frederico Leão Rocha – Vice-reitor

Coordenação Fundo Verde – UFRJ

Suzana Kahn – Coordenadora Executiva – PET/COPPE
Andréa Santos – Vice-coordenadora - PET/COPPE

Coordenação Prefeitura – UFRJ

Eduardo Cezar - Engenheiro de Tráfego
Marcos Bade - Engenheiro de Tráfego

Coordenação de Infraestrutura Urbana

Sérgio Siqueira – Coordenador de Infraestrutura Urbana/PU

Coordenação Escritório Técnico da Universidade – UFRJ

Divisão de Engenharia Eletromecânica

Felipe Siqueira – Chefe da Seção de Elétrica/DIEM/ETU/UFRJ

Coordenação EPLAN/Superintendência - UFRJ

CT – Centro de Tecnologia

Nelson Santos – Superintendente/CT
Douglas Côrtes – EPLAN/CT

CCS – Centro de Ciências da Saúde

Luiz Eurico Nasciutti – Decano/CCS

CCMN – Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza

Mônica Oliveira – Superintendência/CCMN

EEFD – Escola de Educação Física e Desportos

Katya Souza Gualter – Diretora/EEFD
Angela Bretas Gomes dos Santos – Vice-diretora/EEFD

HU/HUCFF – Hospital Universitário/ Hospital Universitário Clementino Fraga Filho

João Roberto Nunes – Diretor de Engenharia/HUCFF
Renan Lombardo Ferreira Garrido –Chefe do Serviço de Engenharia Biomédica/DEG/HUCFF

CLA – Centro de Letras e Artes

Oswaldo Silva – Vice-decano/CLA

Sonia Cristina Reis – Diretora/Faculdade de Letras

Humberto Soares da Silva- Vice-diretor/Faculdade de Letras

Apoio:

PR3 – Pró-Reitoria de Planejamento, Desenvolvimento e Finanças

PR6 – Pró-Reitoria de Gestão e Governança

PR7 – Pró-Reitoria de Políticas Estudantis

Equipe Técnica

Laís Crispino Proença – Fundo Verde/UFRJ – Aluna de doutorado PEE/COPPE

Bruno Allevato – Fundo Verde/UFRJ

Thiago Henrique Cordeiro – Fundo Verde/UFRJ

Matheus Moraes – Fundo Verde/UFRJ – Aluno de graduação – POLI/UFRJ

Citação recomendada: Fundo Verde UFRJ (2019). Plano de Gerenciamento de Energia: Universidade Federal do Rio de Janeiro (2019-2024). Relatório Técnico. Escritório de Projetos – Fundo Verde UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Sumário

1	Introdução.....	8
2	Diagnóstico do consumo de energia.....	11
2.1	Demanda	13
2.1.1.	Sugestões de Ação	20
2.2	Pontos críticos.....	21
2.2.1	Média Tensão – Subestações	21
2.2.1.1	CCS.....	22
2.2.1.2	COPPEAD	22
2.2.1.3	CT, CT2, COPPE, COPPETEC e demais laboratórios	22
2.2.1.4	EEFD	24
2.2.1.5	HU	25
2.2.1.6	CCMN	25
2.2.1.7	Prefeitura Universitária.....	26
2.2.1.8	Reitoria e CLA	26
2.2.1.9	DIPRO	27
2.2.1.10	Zona Industrial.....	27
2.2.1.11	Transformadores a Ascarel.....	28
2.2.2	Baixa Tensão.....	29
2.2.2.1	CT, CT2, COPPE, COPPETEC e demais laboratório do CT.....	29
2.2.2.2	CCS.....	29
2.2.2.3	HUCFF	31
2.2.2.4	CCMN	31
2.2.2.5	EEFD	32
2.2.2.6	Reitoria e CLA	33

2.3	Ações do Fundo Verde	34
2.3.1	Sistemas de Geração de Energia	34
2.3.1.1	Estacionamento Fotovoltaico anexo ao LNDC	34
2.3.1.2	Sistema Fotovoltaico do MagLev	36
2.3.1.3	Sistema Fotovoltaico na cobertura do Bloco M do CT	37
2.3.1.4	Sistema Fotovoltaico na Zona Industrial	39
2.3.1.5	Sistema Fotovoltaico - Estação de Integração da UFRJ - Fase 1	41
2.3.1.6	Sistema Fotovoltaico na cobertura do CPMR	44
2.3.1.7	Sistema Fotovoltaico Flutuante	46
2.3.1.8	Sistema Fotovoltaico aplicado à fachada do HU	48
2.3.2	Ações de Eficiência Energética	49
2.3.2.1	Troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED no CT	50
2.3.2.2	Troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED no LADETEC....	51
2.3.2.3	Troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED na Odontologia..	51
2.3.2.4	Troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED no CCMN	51
2.3.2.5	Troca das luminárias das vias principais e secundárias da UFRJ por luminárias LED + Sistema de telegestão	52
2.3.2.6	Modernização das subestações do CT	53
2.3.2.7	Levantamento da rede elétrica do CT	54
2.3.2.8	Instalação de telhas translúcidas nos corredores do segundo andar do CT 56	
2.3.3	Resumo e andamento dos projetos.....	57
2.3.4	Ações socioeducativas	57
3	Previsão de aumento do consumo de energia e ações previstas pelo Plano Diretor UFRJ 2020	59
3.1	Previsão de consumo de energia da Cidade Universitária até 2024	59
3.2	Ações na área de energia previstas pelo Plano Diretor UFRJ 2020	65

4	Ações propostas a fim de suprir a demanda esperada para os próximos 5 anos	67
4.1	Ações de eficiência energética – Média Tensão	67
4.2	Ações de eficiência energética – Baixa Tensão	71
4.3	Geração de energia elétrica renovável	74
4.4	Resumo das ações	77
5	Plano estratégico.....	79
	Referências	80
	Anexo I.....	81

1 Introdução

O Fundo Verde de Desenvolvimento e Energia para a Cidade Universitária da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Fundo Verde UFRJ) foi instituído pelo Decreto Estadual nº 43.903 de outubro de 2012, e tem por objetivo a elaboração de projetos de infraestrutura sustentável que atuem nos setores: (i) geração e efficientização do consumo de energia; (ii) redução do consumo de água; (iii) gestão de resíduos; (iv) mobilidade urbana; e (v) monitoramento de indicadores no campus. Esses projetos são gerenciados pelo escritório de projetos do Fundo Verde e pela Fundação de Apoio da UFRJ – COPPETEC, e contam com o auxílio de diversos setores da UFRJ em sua implementação. A execução dos recursos oriundos do fundo deve ser autorizada por um conselho, o qual é formado por representantes das iniciativas pública e privada, da universidade, e profissionais de notório saber nas áreas de atuação do Fundo Verde.

A Cidade Universitária é o principal campus da UFRJ, com números expressivos de área, de pessoas e veículos circulando por ele, os quais são equivalentes aos de uma cidade de pequeno/médio porte, sendo eles: uma área de 5.2 km²; população estimada de 60.000 pessoas, com uma média de 100.000 pessoas circulando pelo campus por dia; e 25.000 veículos passando diariamente pelo campus. Sendo assim, a Cidade Universitária da UFRJ, pode ser considerada um laboratório urbano, no qual diferentes projetos e iniciativas vêm sendo implementados, visando torná-la um modelo de cidade sustentável.

Desde a criação do Fundo Verde já foram implementados projetos de diferentes naturezas, em diferentes centros, com objetivo de atender as necessidades da Cidade Universitária como um todo, sendo eles:

- desenvolvimento do Sistema de Informação e Monitoramento do Fundo Verde, o qual pode ser acessado pelo site do Fundo Verde;
- desenvolvimento de estudo de viabilidade técnica e econômica visando identificar ações a serem tomadas no Centro de Tecnologia (CT) para certificação pelo selo PROCEL/INMETRO;
- estudo identificando a capacidade de geração instalada de energia fotovoltaica na UFRJ;
- estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação de uma linha de veículo leve sobre trilhos (VLT) para o trajeto Ilha do Fundão – Porto Maravilha,

e para uma linha de transporte aquaviário ligando também o centro e a zona sul da cidade do Rio de Janeiro à Ilha do Fundão [1];

- troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED;
- mapeamento da rede elétrica do CT, a fim de possibilitar fazer um diagnóstico da situação atual de cada subestação;
- instalação de sistemas de geração solar fotovoltaica;
- disponibilização de veículos de apoio à mobilidade intracampus, principalmente, não motorizados [2];
- apoio ao desenvolvimento de aplicativo de caronas solidárias, visando reduzir a circulação de carros na UFRJ e, conseqüentemente, a emissão de poluentes e CO₂;
- projeto Integra UFRJ, o qual disponibiliza bicicletas e carros elétricos para compartilhamento, visando também a mobilidade intracampus [3];
- projeto de aquecimento de água por energia solar;
- instalação de redutores de fluxo de água e reutilização da água de destiladores do CCS, bem como, instalação de medidores individuais de água no CT, a fim de melhorar a gestão de uso desse recurso.

O atual cenário de elevado consumo de energia e, conseqüentemente, o alto custo das contas de fornecimento de energia elétrica para a UFRJ, resultam em uma demanda para que as ações prioritárias do Fundo Verde sejam na área de energia.

Desta forma, o escritório de Projetos do Fundo Verde UFRJ elaborou o Plano de Gerenciamento de Energia da Cidade Universitária: Universidade Federal do Rio de Janeiro 2019-2024, em que são apresentados os objetivos e metas sustentáveis nas áreas de geração renovável de energia e eficiência energética, a serem implementados para os próximos cinco anos.

Este documento está estruturado da seguinte forma: na Seção 2 é apresentado o panorama atual do consumo de energia da Cidade Universitária da UFRJ, com informações sobre os centros que necessitam de um maior investimento, e quais ações são necessárias. São indicados, também, os pontos críticos na rede elétrica de Média Tensão (MT) e Baixa Tensão (BT) para os diferentes centros da UFRJ. Por fim, são descritas as ações já implementadas pelo Fundo Verde. A Seção 3 apresenta uma previsão para o aumento do consumo de energia para o período de vigência deste plano. Por fim, na Seção 4 são indicadas as ações propostas para suprir total, ou parcialmente, a demanda

de energia atual e a esperada até 2024, bem como, quais ações de eficiência energética e adequações precisam ser feitas nas redes de MT e BT.

2 Diagnóstico do consumo de energia

Nesta seção é apresentado um diagnóstico da situação atual do consumo de energia elétrica dos diferentes centros da UFRJ, bem como, os principais problemas identificados na rede elétrica de MT e BT indicados por cada centro, pelo Escritório Técnico da UFRJ e pela Prefeitura Universitária. Ao final, são apresentadas as ações de geração e eficiência energética já implementadas pelo Fundo Verde, bem como o impacto de cada uma delas para o consumo de energia.

Uma ferramenta importante para a análise do consumo de energia é o Sistema de Informação e Monitoramento do Fundo Verde, o qual se baseia em um banco de dados relacional associado a uma base de dados geográficos estruturada com tecnologia de geoprocessamento ArcGIS. A partir desse sistema é possível: importar registros fotográficos, processamento, armazenamento e visualização de dados georreferenciados na *web*, acesso à base de imagens de alta resolução e cobertura de planos de consumo de água, energia, mobilidade, controle de resíduos e edificações [4].

O sistema pode ser acessado na página do Fundo Verde (<http://www.fundoverde.ufrj.br/index.php/pt/sistema-de-informacao-ufrj>), vide Figura 1. E, acessando o *link* ‘Mapa Etapa II’, obtém-se os dados de consumo de energia georreferenciados, vide Figura 2.



Figura 1: Sistema de Informação e Monitoramento – página do Fundo Verde na internet.

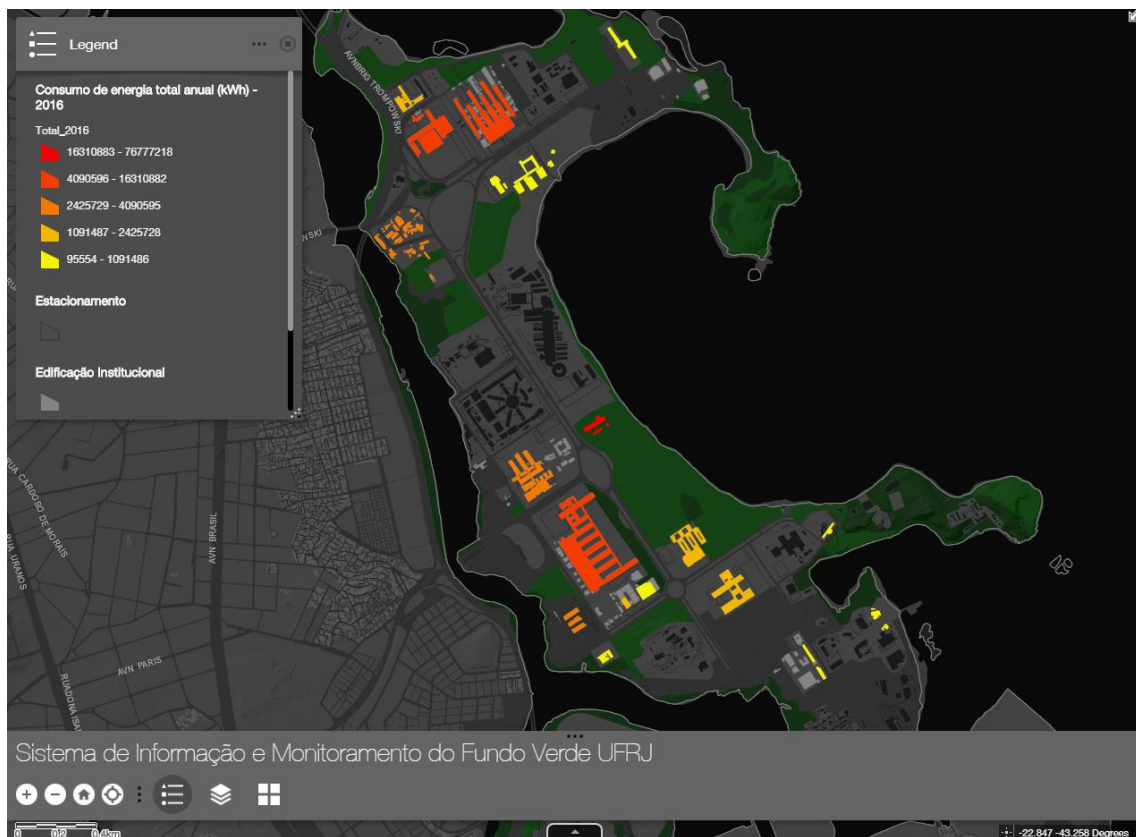


Figura 2: Mapa georreferenciado da Cidade Universitária com dados de consumo de energia.

2.1 Demanda

Para o planejamento das ações que devem ser implementadas na Cidade Universitária é necessário entender, primeiramente, o cenário atual do consumo de energia elétrica, para identificar qual o perfil de demanda de cada centro, e qual a melhor estratégia a ser adotada em cada um deles. Nesse estudo preliminar, apresentado a seguir, foi analisado o período de um ano e seis meses, do mês de julho de 2017 ao mês de dezembro de 2018.

Nas Figura 3 e Figura 4 é possível verificar o consumo de energia no período analisado, e o consumo de energia mensal médio, respectivamente, para cada centro. A partir delas é possível identificar que os centros que apresentam maior consumo de energia são o CT e o CCS, com consumo médio em torno de 1,15 GWh/mês. Eles são seguidos pelos centros: Hospital Universitário, Laboratório de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (LADETEC), Prefeitura Universitária, CCMN, COPPE, IPPMG, Faculdade de Letras, e demais, conforme Figura 3 e Figura 4.

Na maior parte dos centros e unidades esse consumo ocorre no horário em que a tarifa é denominada fora da ponta¹ (até 17h30 e a partir das 20h30), e fica em torno de 90 % do consumo total. No caso do Centro Olímpico, o consumo também maior no horário da tarifa fora de ponta, mas representa em torno de 70 % do seu consumo total mensal. Conhecer o perfil de consumo é importante para a escolha de qual(ais) fonte(s) para geração de energia dará(ão) suporte a essas cargas.

¹ **Horário de ponta**, ou “**horário de pico**”, é o período definido e composto por três horas diárias consecutivas, durante o qual o consumo de energia elétrica tende a ser maior.

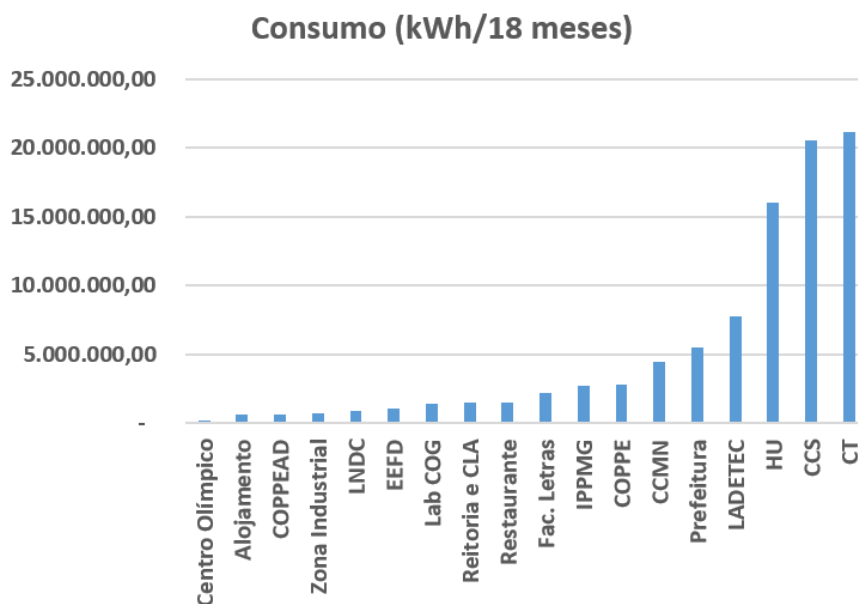


Figura 3: Consumo de energia por centro.

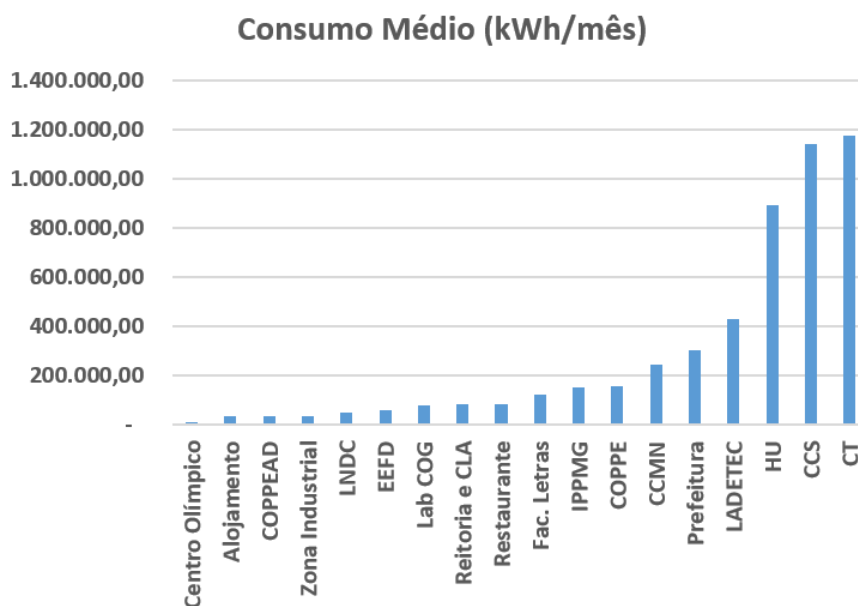


Figura 4: Consumo de energia mensal médio, por centro.

Vale ressaltar também que o subgrupo² da UFRJ é o THS Verde A4 e, portanto, a tarifa é constituída por preços aplicáveis não só ao consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia, mas também à demanda faturável. Sendo assim, é

² Os consumidores são classificados em dois grandes grupos no Brasil: o Grupo A (consumidores em alta tensão), em que o subgrupo A4 corresponde ao atendimento em tensão de 2,3 a 25 kV; e o Grupo B (consumidores em baixa tensão). Para consumidores do tipo A existem três possíveis modalidades tarifárias: verde, azul e convencional binômia. A tarifa verde é composta por valores diferenciados para a cobrança do consumo de energia no horário de ponta e fora de ponta, e por um valor fixo de cobrança de demanda da potência contratada.

necessário também analisar a demanda faturada de cada centro, e verificar se há ultrapassagem da respectiva demanda contratada.

Nas Figura 5 e Figura 6 é possível verificar a comparação entre demanda contratada e demanda faturada mensal média, e em quantos por cento a demanda faturada mensal média ultrapassa a contratada, respectivamente.

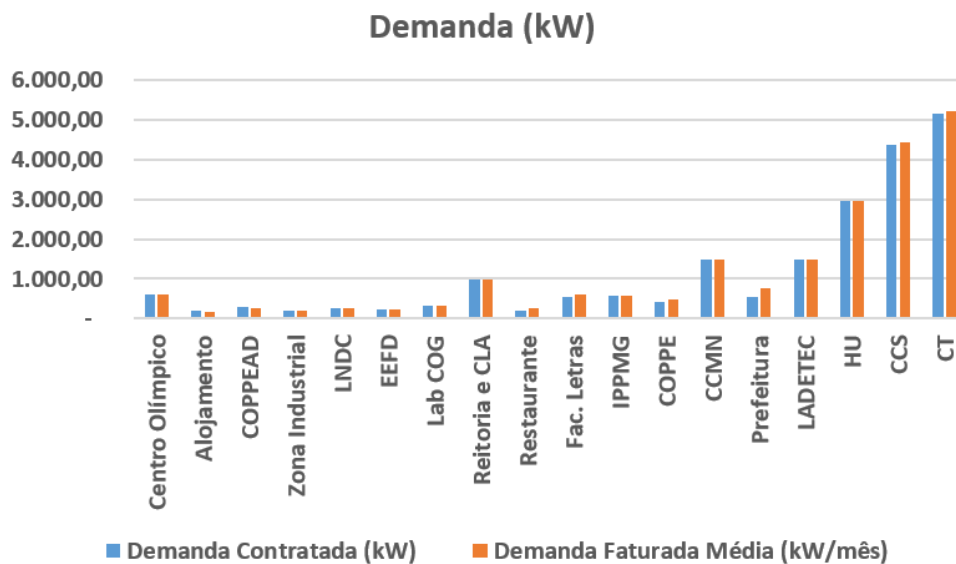


Figura 5: Demanda faturada mensal média, em comparação com a respectiva contratada.

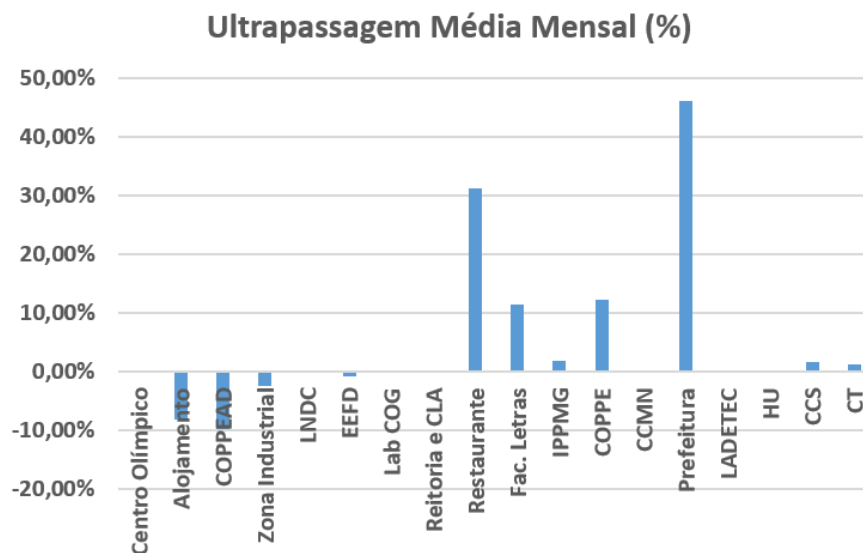


Figura 6: Porcentual de ultrapassagem da demanda faturada mensal média com relação à contratada.

Na demanda faturada média os centros que mais ultrapassam a demanda contratada são: Prefeitura, Restaurante Universitário (RU), COPPE e Faculdade de Letras, com ultrapassagem maior que 10 % do valor contratado. Os percentuais negativos da Figura 6 indicam que os centros obtiveram, na média, uma demanda registrada inferior à contratada, o que poderia ser um indicativo de diminuição da demanda contratada do Alojamento e da COPPEAD.

Para avaliar esse cenário de redução da demanda contratada, é mostrada na Figura 7 a demanda registrada mensal média em comparação com a contratada para os centros que não apresentaram ultrapassagem positiva na Figura 6.

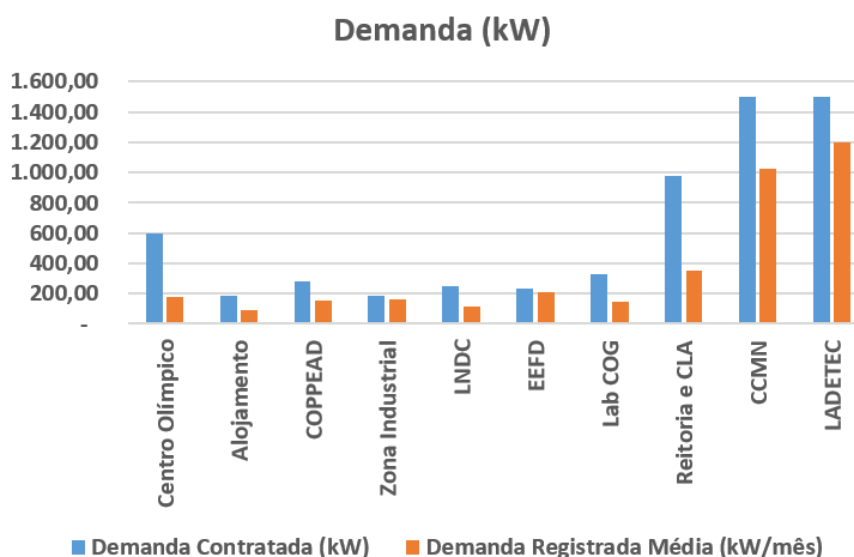


Figura 7: Demanda registrada mensal média, em comparação com a respectiva contratada.

A partir da Figura 7 e da análise das contas de energia, verificou-se que os centros com maior perspectiva de redução da demanda contratada são: Reitoria (35 % da relação entre demanda registrada mensal média e contratada), Lab COG (45 %), LNDC (46 %), Alojamento (50 %), Centro Olímpico (42 %). Para os demais, a demanda registrada de pelo menos um dos meses fica próxima à contratada, o que também não descarta a possibilidade de redução da demanda contratada para esses centros, principalmente se não houver ultrapassagem em nenhum dos meses.

Além desses dois fatores importantes no valor da conta de energia, muitos centros da UFRJ apresentam significativo “consumo” de energia reativa³. A Figura 8 mostra o “consumo” de energia reativa mensal média para cada um dos centros, enquanto a Figura 9 apresenta o custo dessa energia mensal médio, e a porcentagem do valor da conta que ele representa.

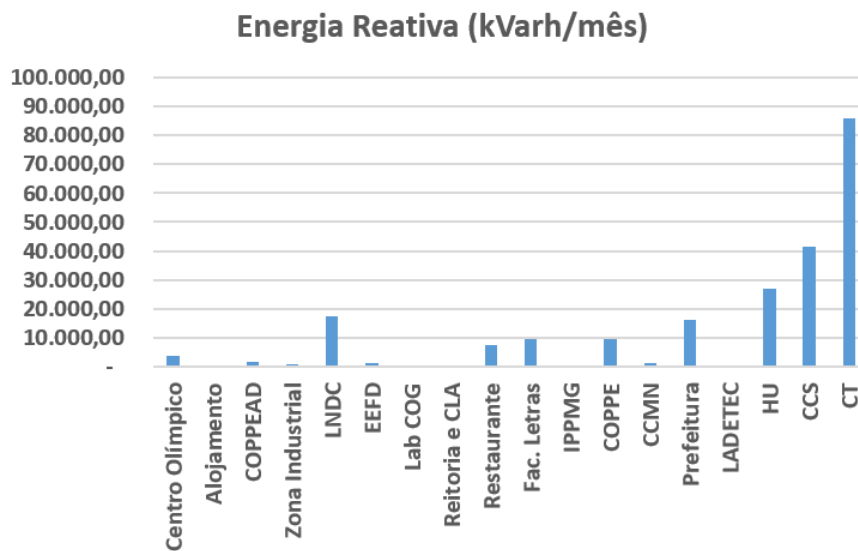


Figura 8: Energia reativa mensal média.

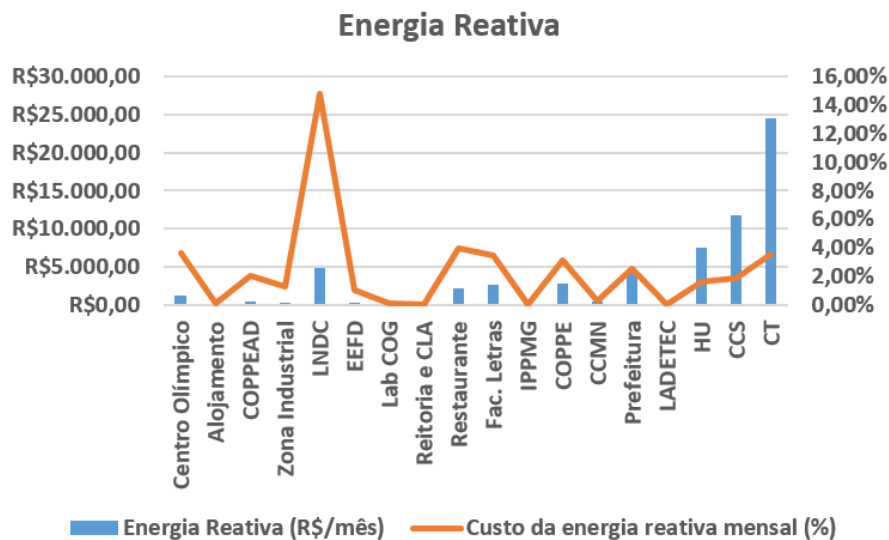


Figura 9: Custo da energia reativa mensal médio, e porcentual com relação ao valor total da conta.

³ **Energia Reativa** é a quantidade de energia trocada entre as fases do sistema, mas que não transporta energia entre sistemas e cargas. A potência **reativa** é sintetizada pela maioria dos equipamentos magnéticos, como motores e transformadores.

A partir da Figura 8 é possível perceber que os centros com maior consumo de reativo são: CT, CCS, HU; seguidos de: LNDC, Prefeitura, subestação COPPE, Faculdade de Letras e Restaurante Universitário. Já a partir da Figura 9, identifica-se a participação dessa energia reativa no valor total da conta. Sendo assim, o centro em que o percentual de reativo na conta é mais significativo é o LNDC, seguido de: Restaurante Universitário, Centro Olímpico, CT, Faculdade de Letras, COPPE, Prefeitura, COPPEAD, CCS e HU. Vale ressaltar que, o custo médio mensal total da UFRJ com energia reativa é em torno de R\$ 63.000,00/mês (considerando os centros em análise), o que representa 2 % do valor médio total da conta mensal da UFRJ.

Por fim, nas Figura 10 e Figura 11 são mostrados os valores da conta de energia para o período analisado e o mensal médio, para cada um dos centros.

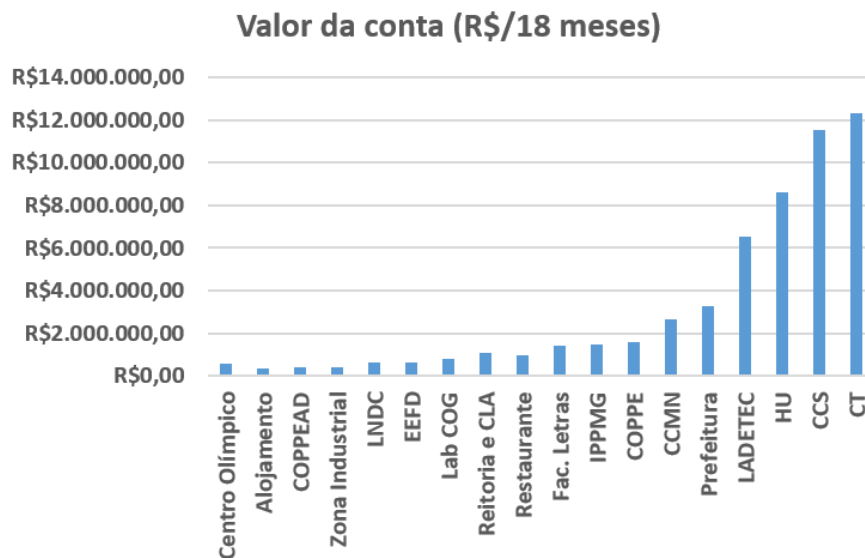


Figura 10: Valor total da conta de todos os meses do período analisado, para cada centro.

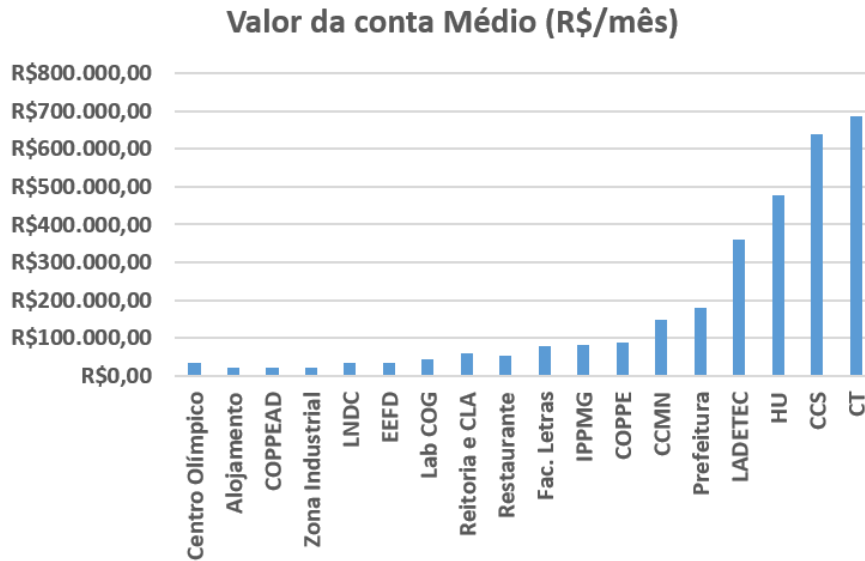


Figura 11: Valor mensal médio das contas de cada centro.

A partir da avaliação das Figura 10 e Figura 11 é possível perceber que o valor da conta de energia mantém o mesmo padrão da curva de consumo, exceto pelo Restaurante, cujo valor da conta é menor que o da Reitoria, e pelo Centro Olímpico, em que o valor é maior que o da conta da Zona Industrial. No caso do Restaurante, apesar de apresentar maior consumo de energia elétrica em relação à Reitoria, sua demanda contratada é comparativamente menor, o que reflete no valor final da conta. Já o caso do Centro Olímpico se justifica pela sua demanda contratada ser maior que a da COPPEAD, do Alojamento e da Zona Industrial, o que reflete no valor da conta final.

De forma geral, a partir das análises acima, os três centros que apresentam maior consumo de energia ativa e reativa são o CT, o CCS e o HU. Por outro lado, os três centros que apresentam maior ultrapassagem da demanda contratada são a Prefeitura, o Restaurante Universitário e a COPPE. Os que apresentam maior perspectiva de redução da demanda contratada são a Reitoria, o Lab COG, o LNDC, o Alojamento e o Centro Olímpico. É importante destacar que nem todo cenário de ultrapassagem é problemático. Ao longo do ano, uma demanda contratada adequadamente provavelmente terá ultrapassagens por dois motivos: há tolerância quanto à ultrapassagem de 5 % e é economicamente viável, de forma a compensar a demanda não utilizada nos meses de mais baixo consumo. Da mesma forma, nem todo centro que possui demanda média registrada abaixo da contratada, indica que esta precisa ser reajustada. Para verificar se a demanda contratada está desajustada (para mais ou para menos) é necessário analisar o padrão de consumo de cada mês para o centro, e fazer o balanço entre o valor pago devido

à ultrapassagem versus o valor pago pela demanda mensal contratada não utilizada. E, com isso, estabelecer um valor ótimo de demanda para o centro em questão.

Nesse sentido, foi feita uma análise para cada um dos centros, identificando os dois fatores relacionados à demanda que impactam na conta: as multas por ultrapassagem, e a contratação de um valor de demanda demasiadamente alto. Com base nesses dois fatores foi montada uma função de custo, a ser avaliada para cada um dos centros. Os resultados obtidos mostraram que o Lab COG, o LNDC, a COPPEAD e o Restaurante apresentam as demandas contratadas com maior desajuste, acima de 30 %, podendo ser significativamente reduzidas. Ainda, os resultados mostram que, não necessariamente centros com reajuste de demanda contratada percentualmente maior, apresentam maior economia porcentual e/ou em reais, no valor da conta, pois esse valor também depende do consumo do centro. Nesse sentido, considerando o valor em reais a ser economizado: o CCS, o CCMN, o CT, o Lab COG, o Restaurante, o HU e o LNDC, são os que apresentaram, em ordem decrescente, maior economia em reais, todos acima de R\$ 20.000,00/ano, e entre R\$ 1.500,00/mês - R\$ 5.000,00/mês. Se considerada a economia proveniente do reajuste dessas sete subestações, o impacto total na conta anual da UFRJ fica em torno de 0,6 %. Maiores detalhes sobre os procedimentos realizados nesses cálculos são apresentados no Anexo I. Nessa análise, apesar da Reitoria, da Prefeitura e do Alojamento terem apresentado porcentual de desajuste da demanda contratada acima de 30 %, e economia anual acima de R\$ 16.000,00, elas não foram consideradas, pois estes prédios estão com consumo significativamente diferente do esperado, por tempo determinado, devido a incêndios (Reitoria e Alojamento) ou a cargas que serão desconectadas (Prefeitura).

Vale ressaltar que não foram considerados nessa análise os seguintes centros, pelo consumo de energia não expressivo quando comparado ao demais apresentados: CENPES, Centro Comunitário, Complexo Estudantil, Conjunto residencial, COPPETEC, CRM, Estacionamento da COPPEAD, Núcleo de Estruturas Oceânicas, Ponte do Saber, Rio Trilhos, Terminal Rodoviário e Xistoquímica.

2.1.1. Sugestões de Ação

Para a redução do consumo de energia, é interessante atuar em três frentes diferentes e complementares:

- Conscientização, como é o caso da campanha ‘Essa Conta é de Todos’, a qual incentiva servidores e alunos, por meio de cartazes educativos, a consumir energia com consciência e, conseqüentemente, reduzir o consumo de energia;
- Medidas estruturais como, por exemplo, modernização das subestações e da rede elétrica de baixa tensão, motivadas pela precariedade e inadequação às normas das subestações da UFRJ, resultando em altas potências reativas e perdas por efeito Joule. Essas medidas revertem no aumento da eficiência energética;
- Instalação de sistemas de geração de energia renovável, como é o caso da energia fotovoltaica, a qual é adequada às condições climáticas e de irradiação da UFRJ.

No que diz respeito à redução da demanda registrada na conta de luz, em especial quando a demanda contratada é ultrapassada, devem ser tomadas as mesmas ações propostas para redução do consumo. Entretanto, caso as mesmas não sejam suficientes, é possível solicitar o aumento da demanda contratada junto à concessionária. Vale ressaltar novamente que: ao longo do ano, uma demanda contratada de maneira adequada provavelmente terá ultrapassagens, havendo tolerância de 5 %; e que a mesma pode ser economicamente viável, compensando a demanda não utilizada nos meses de mais baixo consumo, caso haja.

Por fim, para redução da energia reativa, a principal solução é a utilização de bancos de capacitores para compensação do fator de potência.

2.2 Pontos críticos

Nesta seção são apresentados os pontos críticos da rede elétrica de média e baixa tensão, levantados pelas equipes técnicas responsáveis de cada centro da UFRJ.

2.2.1 Média Tensão – Subestações

A rede de média tensão é composta pelas subestações em que são feitas medições de consumo de energia por parte da Light, e subestações secundárias quando necessário ou mais viável devido a distâncias versus cargas alimentadas. A seguir é apresentado o panorama atual das mesmas, apresentando as que precisam ser reformadas e/ou modernizadas, ressaltando as respectivas demandas.

2.2.1.1 CCS

O CCS atualmente é composto por 7 subestações de medição. O Escritório Técnico da Universidade acompanhou o projeto e a obra de construção de uma nova subestação de entrada blindada, na qual será feita a medição, e da qual saem alimentações para as demais subestações existentes.

Este projeto está em fase final de execução, tal que a obra já foi finalizada e está em fase de análise de documentação na concessionária Light.

Responsável pelas informações:

- SEEL/DIEM/ETU/UFRJ

2.2.1.2 COPPEAD

Nesta subestação é necessário fazer o *retrofit* do padrão de entrada em média tensão, readequação dos gradis de proteção e aterramentos. Seu sistema de proteção está inoperante, e o disjuntor geral de média tensão apresenta vestígios de curto-circuito, não garantindo a confiabilidade no fornecimento de energia. Além disso, é necessário enquadrá-la na norma NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE.

Responsável pelas informações:

- DIEL/ Coordenação de Infraestrutura Urbana /PU/UFRJ

2.2.1.3 CT, CT2, COPPE, COPPETEC e demais laboratórios

O CT é composto por uma subestação principal, da qual saem derivações para três unidades de medição (UE1, UE2, UE3) e 8 cabines de transferência (A, B, C, D, E, F, G e H), que derivam para as 26 subestações de atendimento ao centro.

Essas subestações do CT atualmente estão em condições críticas alcançando o tempo de vida útil de muitos equipamentos como, por exemplo: disjuntores de média tensão; transformadores, muitos a óleo ascarel, necessitando serem substituídos com urgência; e os painéis de distribuição da baixa tensão, muitos em situação crítica, corroídos e sobrecarregados; e as chaves seccionadoras.

Vistorias são realizadas nas subestações e cabines de transferências do CT pela equipe técnica do centro, com o intuito de avaliar a atual situação das mesmas e,

posteriormente, estudar a necessidade de reformas, visando melhorar a qualidade do sistema elétrico do centro e enquadrá-lo às normas vigentes. Durante estas vistorias foram identificados diversos problemas, dentre eles: a existência de vazamentos; a obstrução dos acessos; a dificuldade destes acessos (barreiras burocráticas); ventilação, iluminação e limpeza; estado de conservação dos equipamentos; a existência de equipamentos inutilizados que podem ser removidos; sinalização, dentre outros.

Para a modernização das subestações do Centro de Tecnologia foi realizada uma coletânea dos principais serviços necessários:

- *retrofit* do padrão de entrada em média tensão;
- *retrofit* nos painéis de baixa tensão;
- substituição dos transformadores a óleo ascarel por transformadores do tipo a seco;
- instalação de plaquetas com as informações e identificações dos transformadores nas grades;
- substituição dos disjuntores de média tensão do tipo Pequeno Volume de Óleo (PVO), por disjuntores carregados eletricamente com saídas para rede industrial que possibilitem medição;
- instalação de placas de sinalização fotoluminescentes, as quais contenham: nome da subestação, alerta de choque elétrico, dentre outros;
- adequação à norma NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE, com a instalação do Prontuário de Instalação Elétrica para cada subestação do CT (plantas, esquemas, diagramas unifilares, detalhes de montagem, memorial descritivo, especificação de componentes, projeto "como construído", dentre outros);
- relés de monitoramento de energia;
- readequação dos gradis de proteção e aterramentos;
- instalação de iluminação de emergência;
- substituição dos exaustores de todas as subestações;
- remoção de transformadores e equipamentos inutilizados;
- impermeabilização total das subestações subterrâneas.

Além dessas subestações, desde a concepção do Complexo CT2 está prevista a construção de uma subestação dedicada a ele. O projeto civil desta subestação já foi executado, faltando concluir o projeto elétrico como, por exemplo, dimensionamento dos equipamentos, aquisição e passagem dos cabos de média tensão, aquisição e instalação de painéis blindados e adequações nas subestações dos prédios deste complexo.

Este projeto é de grande importância para a regularização da alimentação do CT2. E o Fundo Verde auxiliou a equipe do EPLAN/CT a finalizar o projeto elétrico, através

da disponibilização de bolsista de apoio, bem como irá auxiliar na execução das obras, para finalização da construção desta subestação.

Ainda, na subestação denominada COPPE, a qual futuramente alimentará também a subestação do BIOETANOL /IVIG, se encontra instalado pelo Fundo Verde o sistema fotovoltaico (SFV) da cobertura do Bloco M do CT. Em consequência deste projeto, e para aprovação de conexão da geração fotovoltaica por parte da Light, o Fundo Verde está financiando a modernização e readequação da mesma. Além disso, a subestação Bioetanol, cujo anteprojeto e o estudo de viabilidade técnica já foi finalizado, será responsável por alimentar eletricamente o bloco P do CT e, com isso, reduzir a carga conectada atualmente em subestação do CT.

Por fim, na subestação do Núcleo de Estruturas Oceânicas é necessário fazer o *retrofit* do padrão de entrada em média tensão, readequação dos gradis de proteção e aterramentos. Seu sistema de proteção é inadequado (proteção primária), e está fora dos padrões da concessionária. Além disso, é necessário enquadrá-la na NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE.

Responsáveis pelas informações:

- DIEL/ Coordenação de Infraestrutura Urbana /PU/UFRJ
- EPLAN/CT/UFRJ

2.2.1.4 EEFD

Na subestação principal da EEFD é necessário fazer o *retrofit* do padrão de entrada em média tensão, e readequação dos aterramentos. Além disso, essa subestação possui sistema de proteção inadequado (proteção primária), fora dos padrões da concessionária, e precisa ser adequada conforme a NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE.

Já a subestação parcial A (sala de dança) da EEFD, além de também necessitar de *retrofit* do padrão de entrada em média tensão e readequação dos aterramentos, não possui conjunto de proteção geral (relé de proteção, transformadores de corrente e disjuntor geral) e, portanto, está fora dos padrões de segurança operacional. Ainda, esta subestação será a responsável pelo suprimento de energia da futura instalação da Sala de Dança que, segundo o ETU, demandará a instalação de um outro transformador devido ao acréscimo estimado de potência de 150 kVA (dado preliminar fornecido pela EEFD).

Responsáveis pelas informações:

- DIEL/ Coordenação de Infraestrutura Urbana /PU/UFRJ
- SEEL/DIEM/ETU/UFRJ

2.2.1.5 HU

O sistema de proteção da subestação principal do HU é inadequado (proteção primária), e está fora dos padrões da concessionária, sendo necessária a substituição da proteção geral de entrada primária, pela secundária digital. Além disso, a chave seccionadora à montante do disjuntor da linha reserva está danificada; os isoladores encontram-se com baixo isolamento; e ambas as subestações principal e do 13º andar apresentam indícios de infiltração de água, devido a problemas no teto.

O Fundo Verde já se disponibilizou a atuar junto ao HU para sanar esses problemas apresentados pela concessionária, visando a modernização e reparação da subestação, para garantir maior confiabilidade, segurança operacional e possibilitar a conexão futura do sistema fotovoltaico na fachada do HU.

Responsável pelas informações:

- DEG/HUCFF/UFRJ

2.2.1.6 CCMN

O centro é atendido por três subestações, sendo uma subestação principal, localizada no estacionamento próximo à entrada principal do prédio; e duas subestações secundárias alimentadas pela principal, uma localizada na Biblioteca e outra no subsolo do Bloco H.

A subestação do Bloco H foi parcialmente modernizada com a transferência da entrada para uma nova área ao lado da antiga. Porém a transferência ainda não foi concluída. Para isso foi desenvolvido um projeto que contempla a transferência das cargas para a nova subestação substituindo os alimentadores até os quadros nos blocos e desativando a subestação antiga.

Responsável pelas informações:

- SEEL/DIEM/ETU/UFRJ

2.2.1.7 Prefeitura Universitária

No caso da Prefeitura Universitária é necessário desenvolver um projeto executivo para implantação de uma nova subestação de entrada em média tensão, considerando tanto a parte de estruturas elétricas, quanto as estruturas civis, com dupla alimentação de entrada e medição compartilhada de energia para atendimento ao complexo da Prefeitura Universitária e sistema de iluminação pública.

Além do suprimento de energia para o complexo da Praça da Prefeitura, esta subestação é responsável pelo suprimento, em média tensão, de toda a iluminação pública da Cidade Universitária. Sua principal demanda hoje é iniciar o processo de solicitação de tarifa específica para iluminação pública, a qual possui custo reduzido, através da instalação de uma subestação compartilhada. Portanto, também é uma das prioridades com relação à adequação às normas. Vale mencionar que o Fundo Verde está atuando na iluminação pública, através do projeto citado na subseção 2.3.2.5, o qual prevê a troca de todas as luminárias atuais, por novas e do tipo LED, a fim de melhorar a qualidade da iluminação do Campus e, conseqüentemente, a segurança.

Responsável pelas informações:

- DIEL/ Coordenação de Infraestrutura Urbana /PU/UFRJ

2.2.1.8 Reitoria e CLA

Para a Reitoria e o CLA é necessário desenvolver um projeto executivo para implantação de uma nova subestação de entrada em média tensão, considerando tanto a parte de estruturas elétricas, quanto as estruturas civis.

A atual subestação principal da Reitoria fica no subsolo, e sofre com inundações em época de chuvas fortes, pois seu sistema de bombeamento é defasado, e não garante total estanqueidade. Além disso, a subestação do 9º andar está desativada para reforma pós incêndio, o que torna ainda mais crítica a situação energética deste prédio.

Entretanto, mesmo após a recuperação da subestação do 9º andar, o sistema elétrico desse prédio ainda terá baixa confiabilidade, visto que a mesma é suprida pela subestação principal. Sendo assim, a construção de uma nova subestação principal no térreo do prédio, é fundamental para garantir confiabilidade e segurança operacional.

Na subestação denominada Faculdade de Letras é necessário fazer o *retrofit* do padrão de entrada em média tensão, readequação dos gradis de proteção e aterramentos. Ela se encontra na relação de subestações com deficiência técnica pela Light e, portanto, é uma das mais críticas e de prioridade com relação à adequação às normas. Esta subestação possui dois ramais, porém, funciona apenas um deles. O sistema de proteção geral do segundo cabo alimentador (reserva) não está operando. Dessa forma, na ocorrência de falta de energia no cabo alimentador principal, a Faculdade de Letras fica sem energia até o restabelecimento da mesma pelo cabo principal. Além disso, é necessário enquadrar esta subestação na NR 10 - SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE.

Responsável pelas informações:

- DIEL/ Coordenação de Infraestrutura Urbana /PU/UFRJ

2.2.1.9 DIPRO

Assim como a subestação da Faculdade de Letras, a DIPRO (Divisão de Produção) possui dupla alimentação, porém somente um cabo de entrada está funcionando, o que impossibilita qualquer manobra em caso de falta de energia, reduzindo sua confiabilidade. Além disso, o sistema de proteção é inadequado (proteção primária), e está fora dos padrões da concessionária.

O Fundo Verde irá atuar junta à Prefeitura e ao ETU nesta subestação, uma vez que o sistema fotovoltaico flutuante será conectado a ela e, portanto, a mesma deve ser regularizada junto à concessionária.

Responsável pelas informações:

- DIEL/ Coordenação de Infraestrutura Urbana /PU/UFRJ

2.2.1.10 Zona Industrial

Conectado a essa subestação se encontra o sistema fotovoltaico da Zona Industrial instalado pelo Fundo Verde. Em consequência deste projeto, e para aprovação de conexão da geração fotovoltaica por parte da Light, o Fundo Verde está financiando a modernização e readequação da mesma.

Responsável pelas informações:

- DIEL/ Coordenação de Infraestrutura Urbana /PU/UFRJ

2.2.1.11 Transformadores à base de Ascarel

Além dos problemas já apresentados acima, em virtude da maioria das subestações da UFRJ serem antigas e estarem obsoletas, em muitas delas ainda é possível encontrar transformadores a óleo ascarel instalados e em operação. Esse óleo é tóxico, apresentando riscos tanto à vida humana, quanto ao meio ambiente. Portanto, sua utilização já foi vetada no estado do Rio de Janeiro pela Lei nº 3373 aprovada pela ALERJ em 24 de março de 1999. No âmbito nacional, o Projeto de Lei nº 1.075-B, de 2011, ainda em tramitação, também discursa sobre esse tópico, propondo a obrigação da eliminação controlada da substância Bifenilas Policloradas (PCBs), a qual está presente na composição do ascarel.

Nesse sentido, a substituição e o descarte desses transformadores, os quais devem ser feitos de forma cautelosa para evitar qualquer tipo de contaminação da mão-de-obra e do meio ambiente, é uma medida de fundamental importância e que deve ser feita com certa urgência na UFRJ.

Na Figura 12 encontra-se a relação de todos os transformadores a ascarel, ou com suspeita de conter esse óleo, ainda presentes na UFRJ.

Locais	Transformadores a Ascarel
CCMN	12
COPPEAD	2
EEFD	1
CCS	47
CT	44
PU	7
Zona Industrial	3
Letras	7
Xistoquímica	1
Metrô	2
LOBO CARNEIRO/CMD 17	1
TOTAL	127

Figura 12: Relação de transformadores a ascarel, ou com suspeita, na UFRJ.

Vale ressaltar que nem todos esses transformadores estão no andar térreo dos prédios, alguns se encontram localizados no subsolo, ou em andares mais elevados, o que dificulta a retirada dos mesmos.

Responsável pelas informações:

- DIEL/ Coordenação de Infraestrutura Urbana /PU/UFRJ

2.2.2 Baixa Tensão

As necessidades da rede de baixa tensão são particulares de cada prédio da Cidade Universitária, mas, em sua maioria, são similares entre si. A seguir são apresentadas essas necessidades atuais, apresentadas por cada um deles.

2.2.2.1 CT, CT2, COPPE, COPPETEC e demais laboratório do CT

Após vistorias realizadas pela equipe técnica do CT, as seguintes necessidades foram apresentadas, inclusive algumas delas foram pontuadas para a média tensão, e que também podem ser replicadas em outros prédios da Cidade Universitária:

- instalação de iluminação de emergência;
- reforma dos quadros elétricos das áreas comuns;
- melhoria dos sistemas de iluminação pública dos estacionamentos;
- levantamento e representação gráfica das instalações de baixa tensão dos blocos;
- substituição das lâmpadas atuais por lâmpadas a LED nos postes dos estacionamentos do CT;
- elevação do telhado central dos blocos e instalação de placas solares para geração de energia;
- substituição dos aparelhos de ar condicionado por modelos mais eficientes.

Responsável pelas informações:

- EPLAN/CT/UFRJ

2.2.2.2 CCS

O CCS possui duas demandas de fundamental importância para as atividades do centro, tanto na área de eficiência energética, quanto de segurança da rede elétrica, as quais são apresentadas a seguir:

- **Instalação de lâmpadas LED**

O CCS possui cerca de 45.000 unidades de lâmpadas LED, recebidas da Receita Federal, para efetuar a troca das lâmpadas fluorescente atualmente instaladas no prédio.

Entretanto, a reduzida quantidade de profissionais existentes e capacitados para a realização dessa troca, torna esse processo lento e ineficiente. Nesse sentido, o centro necessita de apoio financeiro para a contratação de mão-de-obra especializada e qualificada para realização dessa tarefa, a qual deve ser realizada com concomitante apoio e acompanhamento da equipe local existente.

Essa troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas a LED representa não somente uma redução no consumo de energia mensal, mas também: a redução com manutenção, permitindo que a equipe do centro atenda a outras demandas locais; redução com custos de descarte específico, devido ao mercúrio presente nas mesmas; e o aumento do fator de potência do sistema, devido ao descarte dos reatores das lâmpadas fluorescentes. Atualmente, o CCS apresenta elevado “consumo” de reativo, sendo o segundo maior consumidor da Cidade Universitária vide Figura 8, e com fator de potência abaixo do permitido pela ANEEL. Com a instalação das lâmpadas a LED, os reatores usados junto às lâmpadas fluorescentes são descartados, aumentando seu fator de potência e, conseqüentemente, reduzindo as multas que o centro recebe da concessionária por estar fora do limite padrão.

- **Mapeamento e adequação das instalações dos equipamentos de ar condicionado**

Essa demanda foi motivada pelos frequentes princípios de incêndio e incêndios que ocorrem no prédio, os quais, em sua maioria, se iniciam nos aparelhos de ar condicionado.

Sendo assim, por questão de segurança das pessoas que circulam pelo CCS, e das pesquisas e demais atividades nele realizadas, é necessário mapear todos os aparelhos de ar condicionado, de forma a dimensionar os disjuntores e contadores adequadamente para cada equipamento. Além disso, deve ser feita a revisão da instalação elétrica de todos os aparelhos do CCS.

Entretanto, como já mencionado acima, a reduzida quantidade de profissionais existentes e capacitados para a realização desse projeto, torna-o inviável. Dessa forma, o centro precisa de apoio financeiro para a contratação de mão-de-obra especializada e qualificada para realização do mapeamento, bem como, para aquisição e instalação dos disjuntores e contadores.

Responsável pelas informações:

- Decania CCS/UFRJ

2.2.2.3 HUCFF

As necessidades para a rede elétrica de baixa tensão do HUCFF seguem de forma semelhantes às necessidades da rede de média tensão. Isto é, necessita de uma revisão geral em toda a sua estrutura, com atualizações para padrões mais modernos de tecnologias, envolvendo proteção, redimensionamento de circuitos, *retrofit* dos QGBTs (Quadro Geral de Baixa Tensão) de todos os andares, inclusive centros de distribuição, isto é, modernização de equipamentos elétricos em geral, que, em sua maioria, ainda datam da construção do prédio (anos 1970/80).

É necessário também rever e projetar as instalações dos novos grupos geradores (3x 760 kVA), bem como sua dinâmica de funcionamento e definição precisa das áreas a serem atendidas pela geração de emergência. O prédio do HUCFF também está carente de um novo projeto de SPDA e melhoria da qualidade de aterramento em geral.

No quesito segurança elétrica, alguns pontos devem ser também pauta nesta revisão, estes são: instalação de DR e DPS em alguns pontos específicos e também a adequação das instalações elétricas do centro cirúrgico, CTIs e sala de hemodinâmica ao padrão IT-Médico, necessário ao atendimento da norma NBR 13.534 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO - REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA INSTALAÇÃO EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE.

Responsável pelas informações:

- DEG/HUCFF/UFRJ

2.2.2.4 CCMN

As necessidades relacionadas pelos responsáveis do CCMN são similares àquelas apresentadas pela equipe técnica do CT, e são apresentadas a seguir:

- instalação de iluminação de emergência em todos os corredores, salas de aula, auditórios, subestações, setores administrativos e vias de acesso do CCMN;
- reforma e dimensionamento dos quadros de energia dos corredores e demais áreas comuns;
- levantamento e elaboração da representação gráfica da rede de distribuição de energia elétrica dos blocos A ao J;

- substituição dos aparelhos de ar condicionado antigos por outros mais modernos e, conseqüentemente, mais eficientes do ponto de vista energético, nas salas de aula, no auditório Roxinho, biblioteca e áreas administrativas;
- instalação de painéis de geração de energia fotovoltaica para diminuição do consumo da energia fornecida pela concessionária;
- instalação de lâmpadas LED nas áreas de acesso e estacionamento do CCMN;
- instalação de lâmpadas LED em todas as salas de aula, corredores, áreas administrativas e demais dependências do CCMN;
- remoção do passivo de lâmpadas fluorescentes para descarte em local seguro, associada ao processo de substituição dessas lâmpadas pelas de tecnologia LED;
- implementação da sinalização de segurança dos sistemas elétricos, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto nas NRs e NBRs em vigor.

Responsável pelas informações:

- Superintendência/CCMN/UFRJ

2.2.2.5 EEFD

A EEFD possui duas demandas principais de fundamental importância para as atividades do centro, tanto na área de eficiência energética, quanto de segurança da rede elétrica, as quais são apresentadas a seguir:

- **Instalação de lâmpadas LED**

Assim como no caso do CCS, a EEFD recebeu um carregamento de lâmpadas LED, da Receita Federal, para efetuar a troca das lâmpadas fluorescente atualmente instaladas no prédio, mas não possui profissionais suficientes para a realização dessa troca. Sendo assim, o centro necessita de apoio financeiro para a contratação de mão-de-obra especializada e qualificada para realização dessa tarefa.

A troca das lâmpadas representa: redução no consumo de energia mensal; redução com custos de descarte específico das lâmpadas fluorescentes, devido ao mercúrio presente nas mesmas; e o aumento do fator de potência do sistema, devido ao descarte dos reatores das lâmpadas fluorescentes.

- **Plano de incêndio e readequação da estrutura elétrica de baixa tensão**

Essa demanda foi motivada pelos riscos de incêndio no prédio, os quais, em sua maioria, são provenientes de sua infraestrutura elétrica precária e defasada. Sendo assim,

por questão de segurança das pessoas que circulam pela EEFD, é necessário desenvolver um plano de incêndio, que mapeie todos os circuitos elétricos do prédio, de forma a identificar quais equipamentos estão subdimensionados, e quais circuitos precisam ser reajustados e suas cargas redistribuídas.

Responsável pelas informações:

- Direção/Escola de Educação Física e Desportos/UFRJ

2.2.2.6 Reitoria e CLA

Dentre os prédios da Reitoria e do CLA, o da Faculdade de Letras possui três demandas principais, tanto na área de eficiência energética, quanto de geração de energia, as quais são apresentadas a seguir:

- **Instalação de postes de LED no estacionamento**

Essa é uma necessidade emergencial do prédio, pois o estacionamento está sem iluminação, afetando a segurança dos alunos e servidores, inclusive do período noturno. Há apenas três postes, mal fixados e insuficientes para garantir iluminação adequada e segurança dos que frequentam o estacionamento e seus arredores.

- **Adequação do sistema elétrico de baixa tensão**

O sistema elétrico de baixa tensão do prédio de Letras está defasado e inapropriado para a quantidade de salas do prédio e, conseqüentemente, para o volume atividades que nele ocorrem. Há salas sem interruptores próprios, estando algumas agrupadas e conectadas a um único interruptor. Dessa forma, mesmo que haja aula em uma única sala, outras vazias, e ligadas ao mesmo interruptor, também são acesas, o que deve aumentar de forma significativa o consumo do prédio; além de sobrecarregar o sistema, o qual começou a apresentar sinais de possíveis focos de incêndio.

Dessa forma, é necessária a adequação desse sistema tal que os interruptores sejam independentes por sala, reduzindo o consumo de energia e tornando-o mais eficiente.

Responsável pelas informações:

- Direção/Faculdade de Letras/UFRJ

2.3 Ações do Fundo Verde

Conforme destacado na Introdução, o Fundo Verde já implementou projetos de diferentes naturezas, em diferentes centros, com objetivo de atender às necessidades da Cidade Universitária como um todo, atuando nos setores: de geração e efficientização do consumo de energia, redução do consumo de água, gestão de resíduos, mobilidade urbana, e monitoramento de indicadores no campus.

Nesta seção são apresentados os projetos do Fundo Verde na área de geração de energia e eficiência energética já concluídos, e os que estão em desenvolvimento ou em andamento, com previsão de conclusão até 2024. Esses projetos consistem, em sua maioria, em sistemas de geração fotovoltaica e em ações de troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED. E têm impacto direto no consumo de energia por parte da Cidade Universitária e, portanto, devem ser considerados neste Plano de Energia 2019-2024 da UFRJ.

2.3.1 Sistemas de Geração de Energia

Conforme mostrado nas seções anteriores, muitas das subestações da UFRJ se encontram em desacordo com as normas da Light e, portanto, precisam ser devidamente adequadas. Dessa forma, os projetos do Fundo Verde de instalação de sistema de geração fotovoltaica costumam incluir o *retrofit* das subestações às quais esses sistemas são conectados. Essa adequação é exigida pela Light para que a conexão da geração possa ser realizada. Por outro lado, a Universidade é beneficiada com a modernização de suas instalações, melhorando a eficiência das mesmas, através da redução de perdas elétricas, bem como, melhorando a confiabilidade e a segurança das pessoas que realizam a manutenção dessas instalações.

A seguir são listados os sistemas de geração de energia já instalados, ou ainda em fase de desenvolvimento ou instalação, bem como as adequações necessárias nas respectivas subestações.

2.3.1.1 Estacionamento Fotovoltaico anexo ao LNDC

Esse sistema de geração fotovoltaica é conhecido como BIPV (*Building Integrated PhotoVoltaics*), ou seja, ele é integrado à construção, pois substitui a utilização de outros materiais para a cobertura em que ficam os carros, usando para este fim os próprios painéis. Esse tipo de solução é interessante do ponto de vista da área ocupada,

pois o sistema não se utiliza de uma área dedicada somente a ele, mas sim integra o ambiente no qual é instalado. Para as cidades de médio e grande porte, com elevada densidade populacional, este tipo de solução se apresenta ainda mais adequado, uma vez que utiliza para geração um espaço com outra destinação final principal, previamente definida.

A capacidade instalada deste sistema é de 99 kWp, o qual se encontra no estacionamento anexo ao Laboratório de Ensaios Não Destrutivos, Corrosão e Soldagem (LNDC), vide Figura 13. Ele é composto por 396 módulos de Silício policristalino (p-Si) de 250 Wp cada, os quais estão distribuídos em arranjos e conectados em 6 inversores de 17 kVA. Os 6 inversores possuem 2 MPPTs (*Maximum Power point Tracking*) cada, sendo:

- 5 inversores com 2 arranjos de 18 módulos em série conectados a cada um dos MPPTs, totalizando 4 arranjos de 18 módulos para cada inversor;
- 1 inversor conectado a 2 arranjos de 18 módulos, e em uma única entrada de MPPT.



Figura 13: Sistema Fotovoltaico no estacionamento anexo ao LNDC.

Junto a esse sistema foi instalada uma estação meteorológica, a qual possui um medidor de energia e qualidade da rede, um piranômetro (sensor que mede irradiação solar), uma célula de referência, e sensores de temperatura ambiente e do módulo, e um Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD), para coleta e tratamento dos dados

obtidos a partir da estação meteorológica. É importante ressaltar que esses dados são disponibilizados para a comunidade acadêmica, sempre que solicitado, para serem utilizados em dissertações de mestrado, teses de doutorado e projetos de iniciação científica. Ainda, os dados de geração atual (no instante em que o dado é mostrado no painel), geração acumulada e emissão de CO₂ evitada são apresentados no painel de LED instalado neste estacionamento.

Além disso, o projeto previu o comissionamento do sistema fotovoltaico, operação assistida por um período de doze meses, manutenção corretiva por um período de quarenta e oito meses, a partir da conclusão e aprovação do comissionamento, e do treinamento e capacitação do pessoal da universidade responsável pela sua operação e manutenção. Atualmente, a manutenção é realizada pela equipe de manutenção da COPPE/UFRJ.

O balanço anual deste sistema consiste em:

- Geração em torno de 138,7 MWh/ano;
- Economia em torno de R\$ 54.000,00/ano;
- Emissão de CO₂ evitada em torno de 12,8 tCO₂/ano.

2.3.1.2 Sistema Fotovoltaico do MagLev

Esse sistema é de baixa potência, 1,8 kWp, e foi instalado sob o leito de trilhos do MagLev (trem de levitação magnética), vide Figura 14, o qual faz a ligação entre o CT e o CT2, a fim de auxiliar na operação do mesmo, e já está em operação.



Figura 14: Sistema Fotovoltaico do MagLev.

2.3.1.3 Sistema Fotovoltaico na cobertura do Bloco M do CT

Esse sistema de geração fotovoltaica é conhecido como BAPV (*Building Applied PhotoVoltaics*), ou seja, ele é aplicado à construção já existente. Esse tipo de solução é a mais utilizada atualmente, principalmente devido aos sistemas de geração fotovoltaicos serem instalados em prédio já existentes. Entretanto, é importante ressaltar que, a tendência mundial é de que as novas construções sejam concebidas como unidades não só consumidoras, mas também geradoras, através do BIPV mencionado na subseção anterior.

A capacidade instalada deste sistema é de 100,1 kWp, o qual foi instalado na cobertura da edificação do Bloco M do CT/UFRJ, vide Figura 15, localizada na interseção da Av. Pedro Calmon com a Rua Muniz de Aragão, na Cidade Universitária, na Ilha do Fundão. Ele é composto por 308 módulos (p-Si) de 325 Wp cada, distribuídos em quatro subsistemas utilizando quatro inversores de 27,6 kVA. Os 4 inversores possuem 2 MPPTs cada, sendo:

- 2 inversores com 2 arranjos de 18 módulos em série conectados a um dos MPPTs, e 2 arranjos de 17 módulos em série conectados ao segundo MPPT, totalizando 70 módulos por inversor;

- 1 inversor com 3 arranjos de 18 módulos em série conectados a um dos MPPTs, e 2 arranjos de 17 módulos em série conectados ao segundo MPPT, totalizando 88 módulos por inversor;
- 1 inversor com 4 arranjos de 20 módulos em série, totalizando 80 módulos.

Esse sistema contempla uma estação meteorológica, a qual possui um medidor de energia e qualidade da rede, um piranômetro (sensor que mede irradiação solar), uma célula de referência, e sensores de temperatura ambiente e do módulo, e um Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD), para coleta e tratamento dos dados obtidos a partir da estação meteorológica. É importante ressaltar que, assim como para o estacionamento fotovoltaico, os dados referentes ao sistema de geração do Bloco M/CT serão disponibilizados para a comunidade acadêmica, sempre que solicitado, para serem utilizados em dissertações de mestrado, teses de doutorado e projetos de iniciação científica. Ainda, os dados de geração atual, acumulada e emissão de CO₂ evitada serão apresentados, juntos aos dados do estacionamento fotovoltaico, no painel de LED instalado no estacionamento do LNDC.

Além disso, o projeto prevê o comissionamento do sistema fotovoltaico, operação assistida por um período de doze meses, e treinamento e capacitação do pessoal da universidade que será responsável pela sua operação e manutenção.

A previsão anual para esse sistema consiste em:

- Geração em torno de 138,7 MWh/ano;
- Economia em torno de R\$ 54.000,00/ano;
- Emissão de CO₂ evitada em torno de 12,8 tCO₂/ano.



Figura 15: Sistema Fotovoltaico na cobertura do Bloco M do CT.

Por fim, é importante ressaltar que a esse projeto foi associado o de modernização da subestação denominada COPPE, a qual esse sistema fotovoltaico será conectado, e que se encontra fora dos padrões exigidos pela Light.

2.3.1.4 Sistema Fotovoltaico na Zona Industrial

Esse sistema possui capacidade instalada de 198 kWp, e foi instalado em área adjacente ao estacionamento da Incubadora de Empresas COPPE/UFRJ, localizada na interseção das ruas Hélio de Almeida com Maurício Joppert da Silva na Cidade Universitária, na Ilha do Fundão, vide Figura 16. Ele se conecta à rede por meio da subestação elétrica da Zona Industrial, a qual está sendo modernizada pelo Fundo Verde, devido à solicitação por parte da Light, uma vez que ela estava fora dos padrões exigidos de segurança e operação.

Ele é composto por 720 módulos fotovoltaicos (p-Si) de 275 Wp cada, distribuídos em 9 subsistemas de 21,2 kWp, cada um conectado a um inversor de 20 kVA. Os 9 inversores possuem 2 MPPTs cada, sendo:

- Todos os inversores com 2 arranjos de 20 módulos em série conectados a cada um dos 2 MPPTs, totalizando 80 módulos por inversor.



Figura 16: Sistema Fotovoltaico da Zona Industrial.

Esse sistema também contempla uma estação meteorológica, a qual possui um medidor de energia e qualidade da rede, um piranômetro (sensor que mede irradiação solar), uma célula de referência, e sensores de temperatura ambiente e do módulo, e um Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD), para coleta e tratamento dos dados obtidos a partir da estação meteorológica. Assim como nos sistemas de geração fotovoltaico apresentados anteriormente, os dados referentes ao sistema de geração da Zona Industrial serão disponibilizados para a comunidade acadêmica, sempre que solicitado, para serem utilizados em dissertações de mestrado, teses de doutorado e projetos de iniciação científica. E os dados de geração atual, acumulada e emissão de CO₂ evitada serão apresentados, juntos aos dados dos demais sistemas de geração, no painel de LED instalado no estacionamento do LNDC.

Além disso, o projeto prevê o comissionamento do sistema fotovoltaico, operação assistida por um período de doze meses, manutenção corretiva por um período de quarenta e oito meses, a partir da conclusão e aprovação do comissionamento, e treinamento e capacitação do pessoal da universidade que será responsável pela sua operação e manutenção.

A previsão anual para esse sistema consiste em:

- Geração em torno de 270 MWh/ano;
- Economia em torno de R\$ 105.000,00/ano;
- Emissão de CO₂ evitada em torno de 25 tCO₂/ano.

Por fim, é importante ressaltar que a esse projeto foi associado o de modernização da subestação denominada Zona Industrial, a qual esse sistema fotovoltaico será conectado, e que se encontra fora dos padrões exigidos pela Light.

2.3.1.5 Sistema Fotovoltaico - Estação de Integração da UFRJ - Fase 1

Este projeto consiste de 2 etapas: a Fase 1, cujo projeto já está finalizado, e a Fase 2, em que é prevista a construção de novos quiosques por parte da Prefeitura Universitária e, portanto, uma expansão do sistema de geração de energia.

A Fase 1, vide Figura 17, contempla:

- Instalação de painéis fotovoltaicos nas coberturas dos cinco pontos de ônibus já existentes;
- Instalação de uma cobertura fotovoltaica para a guarita de segurança blindada já existente;
- Instalação cobertura para um caminho que liga a Estação de Integração da UFRJ ao Terminal Aroldo Melodia (BRT).

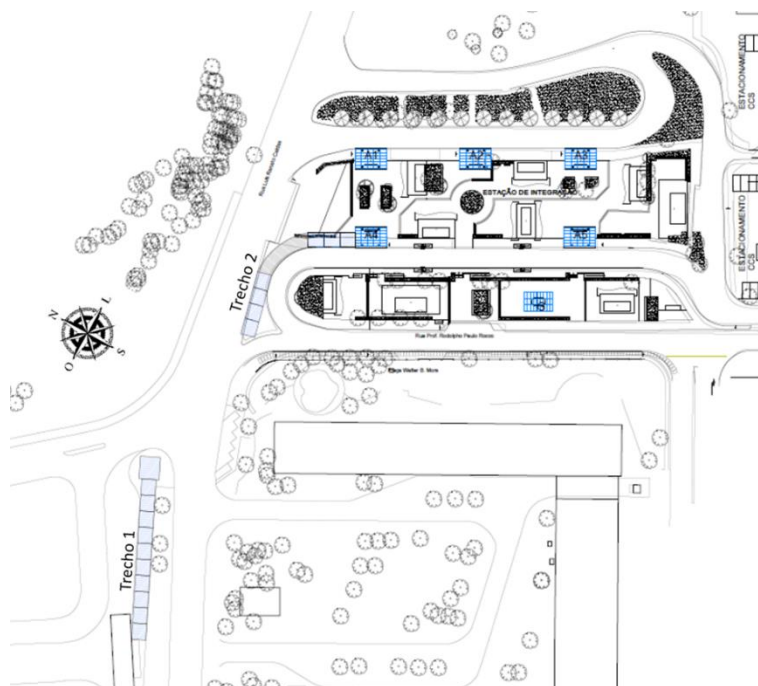


Figura 17: Projeto para o sistema fotovoltaico da Estação de Integração da UFRJ.

Nesta primeira etapa o sistema fotovoltaico foi projetado para ter uma potência instalada total de 77,66 kWp, distribuída da seguinte forma:

- 5 pontos de ônibus: 9,3 kWp cada;
- Guarita: 8,06 kWp;
- Trecho 1 do caminho coberto: 14,7 kWp;
- Trecho 2 do caminho coberto: 8,4 kWp.

Esses subsistemas são distribuídos em 9 inversores de 8,5 kW, tal que:

- 1 inversor (dedicado à guarita) com 2 arranjos de 13 módulos de 310 Wp em série, totalizando 26 módulos (p-Si);
- 5 inversores (cada um dedicado a um ponto de ônibus) com 2 arranjos de 15 módulos de 310 Wp em série, totalizando 30 módulos (p-Si);
- 1 inversor (dedicado a uma parte do Trecho 1) com 4 arranjos de 37 módulos de 50 Wp em série, totalizando 148 módulos de disseleneto de cobre, gálio e índio (CIGS);
- 1 inversor (dedicado ao restante do Trecho 1) com 4 arranjos de 36 módulos de 50 Wp em série, totalizando 144 módulos (CIGS);
- 1 inversor (dedicado ao restante do Trecho 2) com 4 arranjos de 42 módulos de 50 Wp em série, totalizando 168 módulos (CIGS).

O projeto conceitual da cobertura dos abrigos de ônibus foi desenvolvido de forma a seguir a inclinação e orientação da cobertura já existente, uma vez que ambas são adequadas para a geração de energia fotovoltaica, e os módulos fotovoltaicos serão fixados em estrutura metálica por cima da telha de fibrocimento. Além da geração fotovoltaica, também foi proposta a instalação de um *display* para demonstração dos dados de geração do sistema, totens para carregamento de celulares e um abrigo para o inversor, vide Figura 18. Já no caso da guarita, foi necessário considerar uma cobertura nova, com estrutura de sustentação totalmente independente da edificação original, vide Figura 19.

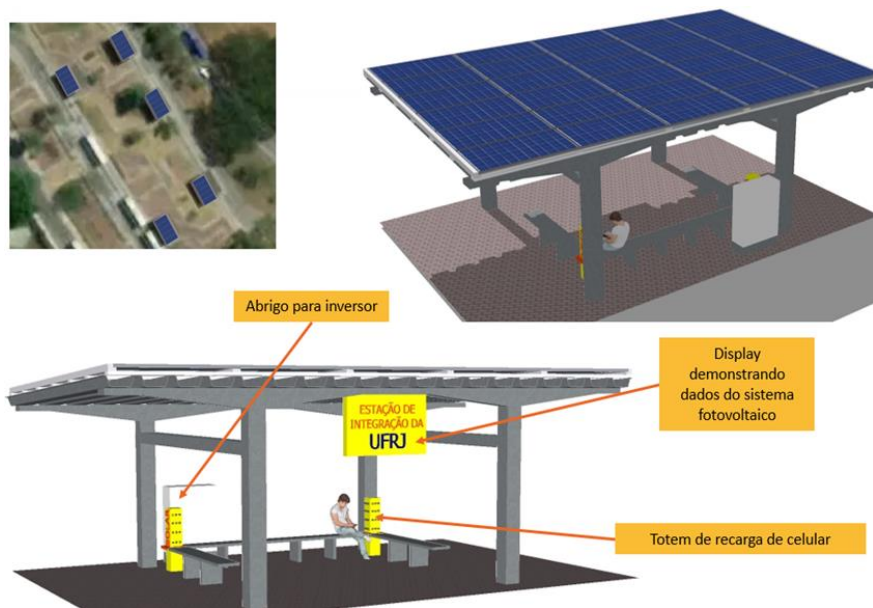


Figura 18: Projeto conceitual dos pontos de ônibus da Estação de Integração da UFRJ.



Figura 19: Projeto conceitual da cobertura da guarita.

O projeto conceitual da cobertura que liga a Estação de Integração da UFRJ ao Terminal Aroldo Melodia (BRT) foi feito considerando uma tecnologia de módulos flexíveis, os quais se adaptam à curvatura proposta para a cobertura, mostrando a versatilidade da tecnologia fotovoltaica, que permite fácil integração do sistema de geração com a arquitetura do ambiente em que a mesma é instalada. Na Figura 20 é possível ver um desenho deste projeto conceitual.



Figura 20: Projeto conceitual da cobertura fotovoltaica do caminho que liga a Estação de Integração da UFRJ ao Terminal BRT.

Esse sistema também contempla uma estação meteorológica, a qual possui um medidor de energia e qualidade da rede, um piranômetro (sensor que mede irradiação solar), uma célula de referência, e sensores de temperatura ambiente e do módulo, e um Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD), para coleta e tratamento dos dados obtidos a partir da estação meteorológica. Assim como nos sistemas de geração fotovoltaico apresentados anteriormente, os dados referentes ao sistema de geração da Estação de Integração da UFRJ serão disponibilizados para a comunidade acadêmica. E os dados de geração atual, acumulada e emissão de CO₂ evitada serão apresentados, juntos aos dados dos demais sistemas de geração, no painel de LED instalado no estacionamento do LNDC. Para esse sistema, há ainda *displays* nos pontos de ônibus já existentes, os quais também irão mostrar dados do sistema.

Além disso, o projeto prevê o comissionamento do sistema fotovoltaico, operação assistida por um período de doze meses, aprovação do comissionamento, e treinamento e capacitação do pessoal da universidade que será responsável pela sua operação e manutenção.

Por fim, é importante ressaltar que a esse projeto foi associado a construção de uma nova subestação simplificada, a qual esse sistema fotovoltaico será conectado.

2.3.1.6 Sistema Fotovoltaico na cobertura do CPMR

Esse projeto já foi finalizado. Ele consiste em implantar um sistema fotovoltaico na cobertura do prédio CPMR (Centro de Pesquisa em Medicina Regenerativa), do CCS, Figura 21. O projeto elétrico contempla um sistema de 91 kWp, composto por 260

módulos (p-Si) de 350 Wp cada, distribuídos em quatro subsistemas utilizando quatro inversores, os quais possuem 2 MPPTs cada, sendo:

- 1 subsistema com: 1 inversor de 12,5 kW com 1 arranjo de 16 módulos em série conectado a cada um dos MPPTs, totalizando 32 módulos;
- 2 subsistemas, cada um com: 1 inversor de 17,5 kW com 2 arranjos de 12 módulos em série conectados a cada um dos MPPTs, totalizando 48 módulos;
- 1 subsistema com: 3 inversores de 15 kW com 2 arranjos de 11 módulos em série conectados a cada um dos MPPTs, totalizando 44 módulos por inversor.

Esse sistema contempla uma estação meteorológica, a qual possui um medidor de energia e qualidade da rede, um piranômetro (sensor que mede irradiação solar), uma célula de referência, e sensores de temperatura ambiente e do módulo, e um Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD), para coleta e tratamento dos dados obtidos a partir da estação meteorológica. É importante ressaltar que, esses dados também serão disponibilizados para a comunidade acadêmica, sempre que solicitado. Ainda, os dados de geração atual, acumulada e emissão de CO₂ evitada serão apresentados, juntos aos dados do estacionamento fotovoltaico, no painel de LED instalado no estacionamento do LNDC.

Além disso, o projeto prevê o comissionamento do sistema fotovoltaico, operação assistida por um período de doze meses, e treinamento e capacitação do pessoal da universidade que será responsável pela sua operação e manutenção.

A previsão anual para esse sistema consiste em:

- Geração em torno de 127 MWh/ano;
- Economia em torno de R\$ 50.000,00/ano;
- Emissão de CO₂ evitada em torno de 11 tCO₂/ano.

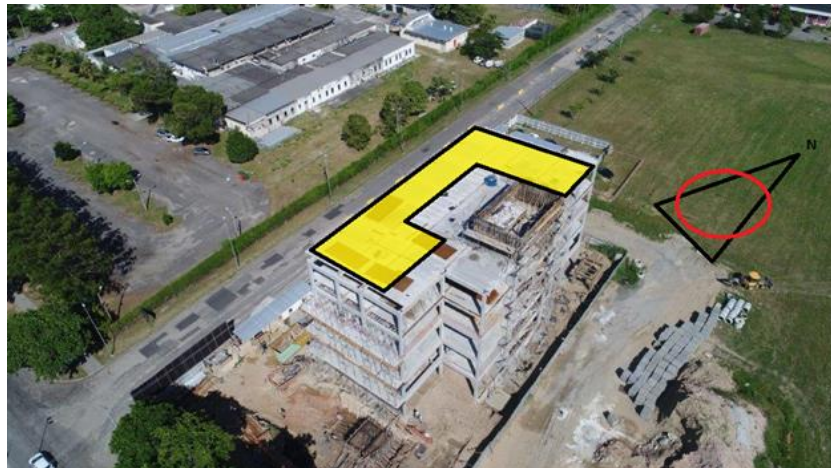


Figura 21: Projeto referente ao sistema fotovoltaico na cobertura do CPMR (em fase final de construção).

2.3.1.7 Sistema Fotovoltaico Flutuante

Este projeto está em fase final de desenvolvimento. Ele consiste em implantar um sistema fotovoltaico flutuando na superfície da água da baía de Guanabara, próximo ao Hangar, vide Figura 22. Sistemas fotovoltaicos flutuantes são interessantes do ponto de vista de eficiência, uma vez que, por estarem próximos à água, o sistema sofre resfriamento constante, reduzindo suas perdas por calor, e aumentando sua eficiência. Existem poucos sistemas com essa tecnologia no Brasil, o que faz esse projeto ser ainda mais interessante do ponto de vista da pesquisa para a UFRJ.

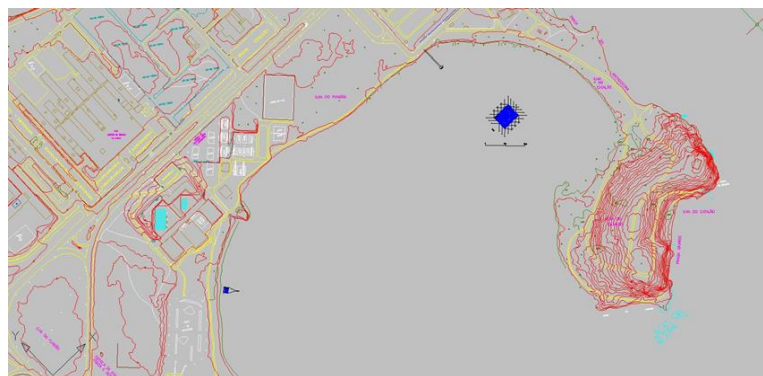


Figura 22: Localização do sistema fotovoltaico flutuante.

O projeto elétrico contempla um sistema de microgeração fotovoltaica de 74,52 kWp, composto de 216 módulos fotovoltaicos de 345 Wp, distribuídos em 6 inversores de 15 kVA, tal que:

- 6 inversores com 2 arranjos de 18 módulos cada, conectados cada um a um dos MPPTs.

Já a estrutura flutuante foi projetada de forma a permitir a rotação nos pontos de apoio, e de possibilitar a expansão futura de sua estrutura através da agregação de novos módulos, a fim de aumentar a capacidade instalada de geração, vide Figura 23. Além disso, entre os módulos deve haver rampas para permitir a instalação e a manutenção dos equipamentos sobre os flutuantes, e uma pequena plataforma para embarque e desembarque de pessoas.



Figura 23: Projeto conceitual da estrutura flutuante.

Foi considerando, também, um sistema de segurança composto de boias de plástico para evitar que embarcações de pesca se aproximem do sistema fotovoltaico flutuante, além de placas informando que a pesca está proibida na região. Além disso, serão considerados um sistema de monitoramento através de câmeras, bem como um sistema de alarme sonoro, com sensores de aproximação instalados no flutuante.

Esse sistema também contempla, assim como os demais, uma estação meteorológica, a qual possui um medidor de energia e qualidade da rede, um piranômetro (sensor que mede irradiação solar), uma célula de referência, e sensores de temperatura ambiente e do módulo, e um Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD), para coleta e tratamento dos dados obtidos a partir da estação meteorológica. Ambos para fins acadêmicos e para diagnóstico de operação do sistema. Assim como nos sistemas de geração fotovoltaico apresentados anteriormente, os dados referentes ao sistema flutuante de geração fotovoltaica serão disponibilizados para a comunidade acadêmica; e os dados de geração atual, acumulada e emissão de CO₂ evitada serão apresentados, juntos aos

dados dos demais sistemas de geração, no painel de LED instalado no estacionamento do LNDC.

Além disso, o projeto prevê o comissionamento do sistema fotovoltaico, operação assistida por um período de doze meses, aprovação do comissionamento, e treinamento e capacitação do pessoal da universidade que será responsável pela sua operação e manutenção.

Por fim, é importante ressaltar que a esse projeto é associado o de modernização da subestação denominada DIPRO (ou Rio Trilhos), a qual esse sistema fotovoltaico será conectado, e que se encontra fora dos padrões exigidos pela Light.

2.3.1.8 Sistema Fotovoltaico aplicado à fachada do HU

Este projeto está em fase final de desenvolvimento, e configura um sistema BAPV, em que os módulos fotovoltaicos serão aplicados a uma das fachadas do HU da UFRJ. Este projeto ainda é inovador no contexto do Brasil, mas é uma tendência cada vez mais forte nos projetos atuais feitos pelo mundo, tanto BAPV, quanto BIPV. A instalação de sistemas de geração em construções culmina no maior aproveitamento do espaço, bem como, reforça o conceito de *Net-Zero Energy Building* (NZEB) - ou edifício de energia líquida zero - ou seja, edifícios que são capazes de produzir toda a energia que consomem, sendo autossuficientes do ponto de vista energético, e reduzindo a emissão de carbono na atmosfera.

Esse sistema de geração fotovoltaica ainda está em fase final de desenvolvimento de projeto, cujo conceito é mostrado na Figura 24.

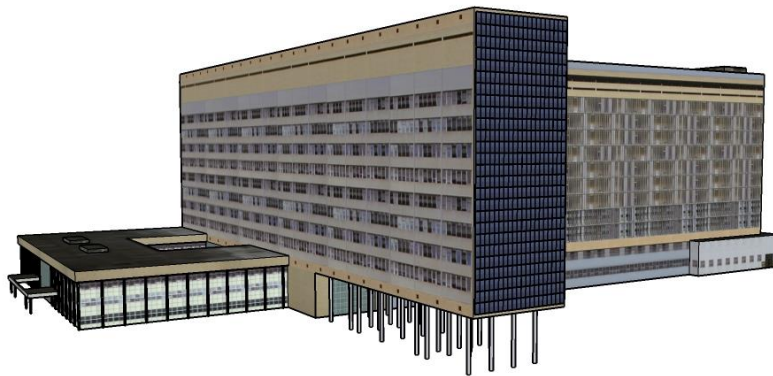


Figura 24: Projeto conceitual do sistema fotovoltaico na fachada do HU.

O projeto elétrico contempla um sistema de 171,6 kWp, composto de 520 módulos fotovoltaicos de 330 Wp, distribuídos em 4 inversores de 27,6 kW, tal que:

- 2 inversores, cada um com: 3 arranjos de 20 módulos em série conectados a um dos MPPTs, e 4 arranjos de 20 módulos em série conectados ao outro MPPT;
- 2 inversores, cada um com: 3 arranjos de 20 módulos em série conectados a cada um dos MPPTs.

Assim como nos sistemas de geração fotovoltaico apresentados anteriormente, esse sistema possuirá uma estação meteorológica e SAAD. Seus dados serão disponibilizados para a comunidade acadêmica; e os dados de geração atual, acumulada e emissão de CO₂ evitada serão apresentados, juntos aos dados dos demais sistemas de geração, no painel de LED instalado no estacionamento do LNDC.

2.3.2 Ações de Eficiência Energética

Nesta subseção são apresentados os projetos de eficiência energética já realizados, em andamento, ou em fase de desenvolvimento, por parte do Fundo Verde. Esses projetos são fundamentais para garantir maior eficiência energética, maior confiabilidade e segurança ao sistema, redução das perdas elétricas e dos custos com manutenção, uma vez que atuam na modernização/atualização do sistema.

2.3.2.1 Troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED no CT

Este projeto, realizado pelo engenheiro eletricista Douglas Machado Côrtes, servidor do EPLAN/CT, foi o vencedor da área de energia do concurso ‘Soluções Sustentáveis’, promovido pelo Fundo Verde em 2014. O objetivo principal deste projeto foi reduzir o consumo de energia elétrica no CT da UFRJ, bem como reduzir os gastos com manutenção e com troca das lâmpadas, com base na maior eficiência das lâmpadas LED, quando comparadas às fluorescentes.

Durante a execução do projeto foi realizada a substituição das lâmpadas tubulares fluorescentes por lâmpadas LED em todas as áreas de acesso comum do CT como, por exemplo, banheiros, corredores, biblioteca central, e demais áreas de livre acesso. Essa substituição foi realizada de forma gradual, e foi executada pela própria equipe técnica do CT. A área total considerada no projeto corresponde a cerca de 18% da área total do edifício, o que representou uma substituição de 2600 lâmpadas fluorescentes do tipo tubular e 287 lâmpadas fluorescentes do tipo compacta.

Os resultados preliminares observados nesse projeto indicaram que foi obtida uma redução de aproximadamente 59 % da potência instalada, em torno de 19 MWh/mês, resultando em uma economia mensal de aproximadamente R\$ 11.000,00. Portanto, os objetivos principais de redução de custo e de energia consumida foram atingidos.

O tempo de retorno do projeto foi de 15 meses, significativamente inferior à vida útil das lâmpadas LED, que é de 60 meses, tornando o projeto economicamente viável. Além disso, devido à maior eficiência das lâmpadas LED, houve significativa redução no acionamento da equipe de manutenção do CT, permitindo-a atender outras demandas do prédio.

Na Figura 25 é possível ver essas lâmpadas em corredores e Hall do CT.

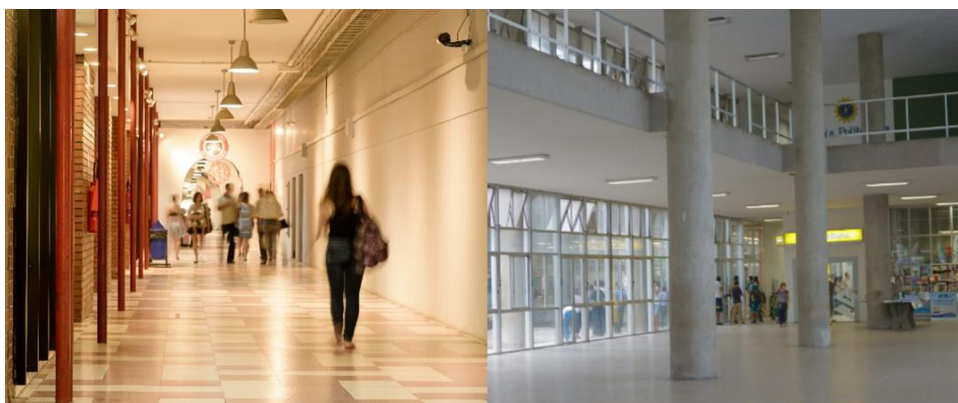


Figura 25: Lâmpadas LED instaladas nos corredores e Hall do CT.

2.3.2.2 Troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED no LADETEC

Esse projeto já foi finalizado, e tem o mesmo objetivo do anterior: reduzir o consumo de energia elétrica no LADETEC (o 4º maior consumidor da UFRJ no cenário atual, vide Figura 3 e Figura 4), bem como reduzir os gastos com manutenção e com troca das lâmpadas, com base na maior eficiência das lâmpadas LED, quando comparadas às fluorescentes.

Neste projeto foram trocadas um total de 9.354 lâmpadas fluorescentes, por lâmpadas LED, e espera-se uma economia mensal em torno de R\$ 33.000,00, tomando como base os resultados obtidos com a substituição das lâmpadas do CT. A substituição foi realizada de forma gradual, e executada pela própria equipe técnica do prédio.

2.3.2.3 Troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED na Odontologia

Esse projeto está em andamento, e tem o mesmo objetivo dos anteriores: reduzir o consumo de energia elétrica no prédio da Odontologia, bem como reduzir os gastos com manutenção e com troca das lâmpadas, com base na maior eficiência das lâmpadas LED, quando comparadas às fluorescentes.

Neste projeto estão sendo trocadas um total de 1.961 lâmpadas fluorescentes, por lâmpadas LED, e espera-se uma economia mensal em torno de R\$ 7.500,00, tomando como base os resultados obtidos com a substituição das lâmpadas do CT. A substituição deve ser realizada de forma gradual, e executada pela própria equipe técnica do prédio.

2.3.2.4 Troca de lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED no CCMN

Esse projeto já foi finalizado, e também tem como objetivo: reduzir o consumo de energia elétrica no CCMN (o 6º maior consumidor da UFRJ no cenário atual, vide Figura 3 e Figura 4), bem como reduzir os gastos com manutenção e com troca das lâmpadas, com base na maior eficiência das lâmpadas LED, quando comparadas às fluorescentes.

Neste projeto foram trocadas um total de 11.509 lâmpadas fluorescentes, por lâmpadas LED, e espera-se uma economia mensal em torno de R\$ 43.000,00, tomando

como base os resultados obtidos com a substituição das lâmpadas do CT. A substituição foi realizada de forma gradual, e executada pela própria equipe técnica do prédio.

2.3.2.5 Troca das luminárias das vias principais e secundárias da UFRJ por luminárias LED + Sistema de telegestão

Este projeto prevê a troca das luminárias atuais existentes da Iluminação Pública – Vias Principais e Secundárias – do Campus da Cidade Universitária da UFRJ, por luminárias LED, bem como, a implantação de um sistema de telegestão.

Atualmente, a Cidade Universitária conta com 657 postes de iluminação pública (12 m de altura, com espaçamento médio entre postes de 32 m), compreendendo pontos com 1, 2 ou 4 luminárias, totalizando 1140 luminárias de vapor de sódio. Nas vias principais, são 337 postes com um total de 674 luminárias, ao passo que nas vias secundárias são 320 postes com um total de 466 luminárias, vide Figura 26.

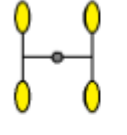



Tipo de suporte	Quantidade de luminárias por suporte	Quantidade total de luminárias
	4	156
	2	674
	2	58
	1	252
Total		1140

Figura 26: Quantidade de luminárias por suporte.

As luminárias de vapor de sódio possuem eficiência luminosa inferior, maiores perdas elétricas, necessidade de manutenção, e seu desenvolvimento e fabricação foram descontinuados. As luminárias LED, por sua vez, apresentam melhora expressiva na uniformidade da iluminação, evitando sombras acentuadas; e um elevado nível do Índice

de Reprodução de Cores (ICR), equivalente a uma melhor percepção de cores reais dos objetos e, conseqüentemente, melhor qualidade de iluminação da Cidade Universitária. Dessa forma, esse projeto resulta em melhoria da segurança do tráfego de pedestres e veículos.

As luminárias LED permitem a inserção de um sistema de telegestão capaz de gerenciá-las e monitorá-las remotamente. O sistema de telegestão permite: realizar o desligamento, religamento e a dimerização (controle do nível de iluminação por luminária) de luminárias específicas ou em conjunto, reduzindo o consumo de energia por parte da iluminação pública; e a identificação, de forma remota e em tempo real, de luminárias apagadas. Ainda, esse sistema deve ler e armazenar as principais grandezas elétricas, por exemplo: tensão, corrente, potência, fator de potência e energia consumida. Ainda, ele deve se automonitorar e, a partir de alarmes, indicar eventos ocorridos como, por exemplo, o funcionamento das luminárias e dos dispositivos da telegestão. Por fim, esse sistema de telegestão prevê possibilidade futura de integração dos sistemas de monitoramento por câmeras, sistema *wi-fi* e sensores diversos.

Para esse projeto espera-se uma economia mensal de, pelo menos, R\$ 4.300,00, tomando como base os resultados obtidos com a substituição das lâmpadas do CT. No entanto, espera-se que a economia oriunda desse projeto seja maior, pois, não somente as lâmpadas serão trocadas, mas também as luminárias, aumentando a eficiência energética da iluminação pública, com relação às demais.

2.3.2.6 Modernização das subestações do CT

A maioria das instalações elétricas da UFRJ são antigas, e necessitam de reformas e modernizações para garantir: confiabilidade, segurança operacional, fornecimento de energia, funcionamento correto e eficiente das suas instalações, redução da incidência de desligamentos não programados, e melhoria da gestão energética.

Nesse contexto, esse estudo para elaborar um projeto de modernização das subestações do CT propõe a instalação de medidores inteligentes de energia elétrica, e dispositivos de controle e automação, com capacidade de integração com uma rede de telecomunicações, visando a melhoria nos processos de eficiência energética e respostas mais rápidas de sua manutenção. Além disso, torna-se possível o monitoramento primário das cargas no CT visando a geração de alertas para os responsáveis pela operação da rede, além de tornar o sistema elétrico capaz de atuar de forma preventiva e preditiva na

ocorrência de sobrecarga. Ainda, este projeto poderá servir de base para pesquisas na área de telecomunicações e inteligência computacional, visto que poderão ser adicionadas competências aos medidores inteligentes na área de *software* e *hardware* com pesquisas correlatas em curso nos laboratórios do CT, principalmente na área de redes elétricas inteligentes e critérios matemáticos para otimização e redução do custo de desligamento de cargas não prioritárias, além de técnicas para desagregação de cargas de forma não intrusiva. Por fim, após a implantação e adequação do projeto às necessidades do CT, sua replicabilidade e escalabilidade são altas, podendo vir a ser utilizado em outros prédios da universidade.

Entretanto, para realizar qualquer modificação no sistema, ou para a implantação de programas que viabilizem sua modernização, é de fundamental importância o conhecimento e documentação do mesmo. Nesse sentido, antes da realização deste projeto, foi necessário fazer um levantamento e registro do sistema elétrico do CT da UFRJ, vide a subseção a seguir 2.3.2.7.

2.3.2.7 Levantamento da rede elétrica do CT

Conforme mencionado na subseção anterior, o projeto de levantamento e registro do sistema elétrico do CT da UFRJ, mostrado na Figura 27, é de fundamental importância para que seja possível propor e realizar melhorias futuras na rede elétrica do prédio. Por se tratar de um sistema grande e complexo, o levantamento contempla cada uma das suas subestações até os primeiros quadros elétricos a jusante delas.

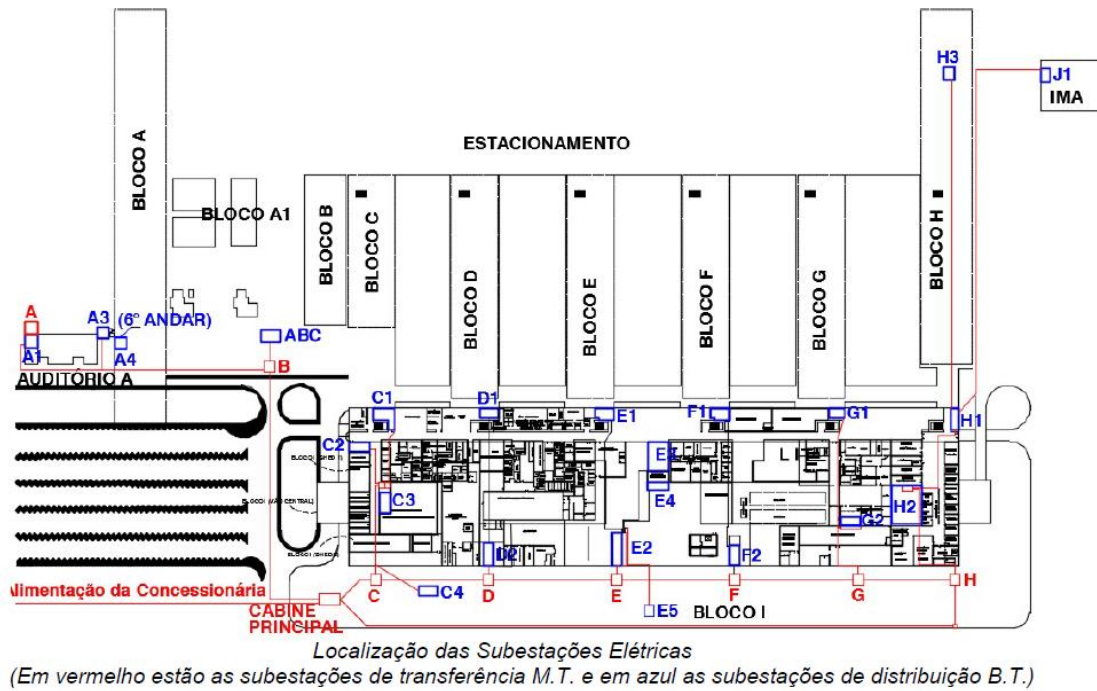


Figura 27: Mapeamento das subestações de BT e MT do CT.

A alimentação de energia do CT, vide Figura 28, é feita por um único ramal de alimentação da Light de 13,8 kV, o qual alimenta uma subestação “principal”, e da qual saem derivações para três unidades de medições (UE1, UE2, UE3), 8 cabines de transferência (A, B, C, D, E, F, G e H), que derivam para as 26 subestações de atendimento ao CT, as quais formam o escopo de atuação do projeto. Dessas 26 subestações, 16 estão localizadas no subsolo, enquanto 9 no andar térreo, e 1 no sexto andar (A4).

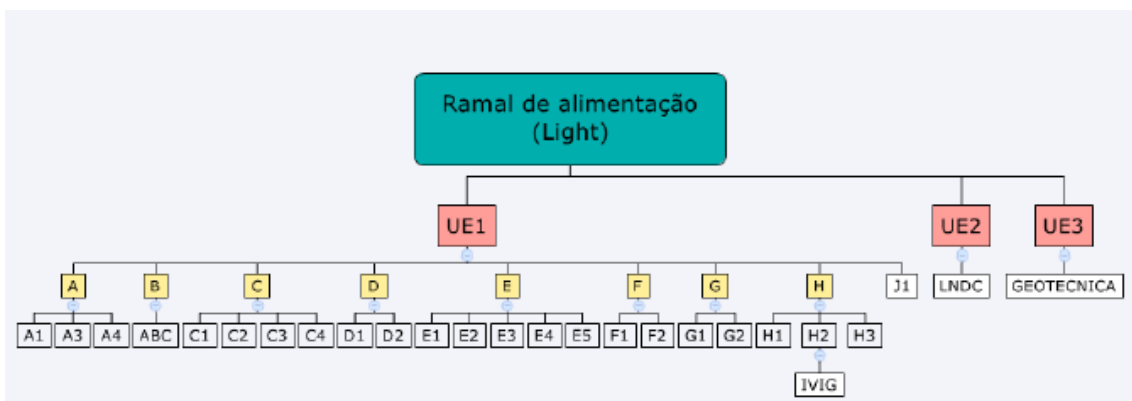


Figura 28: Esquema de alimentação das subestações do CT.

Os documentos entregues pela empresa que realizou o mapeamento contemplam:

- diagramas unifilares:
 - geral;
 - de cada subestação detalhado;
 - de cada subestação com seus quadros elétricos;
 - de cada quadro elétrico;
- plantas de localização de todo o sistema foco deste projeto;
- planta baixa e cortes com detalhes do centro de medição, do trajeto de linhas, dutos e circuitos de energia;
- detalhes construtivos e configuração elétrica interna de caixas e painéis especiais;
- planta baixa e corte em detalhes da infraestrutura destinada à instalação de transformadores, chaves e outros;
- características técnicas dos equipamentos e materiais, por subestação.

É importante ressaltar que este projeto foi realizado com o apoio e suporte técnico, no planejamento e na execução do projeto, pelos setores da Decania do CT, Manutenção SMT6 e o EPLAN/CT.

2.3.2.8 Instalação de telhas translúcidas nos corredores do segundo andar do CT

Este projeto foi o vencedor da área de energia do concurso ‘Sustentabilidade no Campus – Fundo Verde & I Simpósio de Energia da UFRJ’, promovido pelo Fundo Verde em 2018. O objetivo principal deste projeto é reduzir o consumo de energia elétrica no Centro de Tecnologia (CT) da UFRJ, através da troca das telhas de fibrocimento existentes, muitas delas já significativamente desgastadas, por telhas translúcidas, nos corredores do segundo andar dos blocos ou, no caso do bloco H, o terceiro andar. Dessa forma, a iluminação artificial é substituída pela iluminação natural, proveniente das claraboias existentes nesses corredores, durante o período diurno, e/ou enquanto a iluminação natural estiver com intensidade adequada.

Os blocos do CT contemplados no escopo deste projeto são: C, D, E, F, G, H e I, que somam um total de 101 claraboias por corredor, e as telhas opacas que atualmente cobrem as claraboias, serão substituídas por um conjunto de 6 telhas translúcidas. Além disso, o projeto prevê a instalação de relés fotossensíveis nos corredores, tal que em dias de baixa incidência solar, ou a noite, a iluminação artificial já existente possa ser acionada.

Esse projeto estima uma redução de consumo de energia elétrica respectivo à utilização de luz artificial dos corredores do segundo (ou terceiro) andar do CT de 47 %.

2.3.3 Resumo e andamento dos projetos

Nesta subseção é apresentado um resumo dos projetos descritos nas subseções anteriores, bem como a etapa em que cada um deles se encontra, e a previsão de conclusão dos que estão em fase de implementação, ou em desenvolvimento de projeto, vide Figura 29.

Sistema de Geração de Energia		
Projeto	Etapa	Previsão conclusão
Sistema Fotovoltaico LNDC	Concluído	-
Sistema Fotovoltaico MagLev	Concluído	-
Sistema Fotovoltaico Bloco M/CT	Instalação	2019/2
Sistema Fotovoltaico Zona Industrial	Instalação	2019/2
Sistema Fotovoltaico cobertura do CPMR	Pesquisa de Mercado	2020/1
Sistema Fotovoltaico Fachada do HU	Revisão do Projeto Básico	2020/2
Sistema Fotovoltaico Estação de Integração UFRJ	Revisão do Projeto Básico	2021/1
Sistema Fotovoltaico Flutuante	Revisão do Projeto Básico	2021/2
Ações de Eficiência Energética		
Projeto	Etapa	Previsão conclusão
Lâmpadas LED CT	Concluído	-
Mapeamento da Rede Elétrica do CT	Entrega das plantas - revisão final	2019/2
Lâmpadas LED LADETEC	Concluído	2019/2
Lâmpadas LED ODONTO	Instalação	2019/2
Lâmpadas LED CCMN	Concluído	2019/2
Iluminação Pública UFRJ + telegestão	Licitação	2020/2
Telhas translúcidas 2º andar do CT	Desenvolvimento do Projeto Básico	2021/1

Figura 29: Status dos projetos de energia do Fundo Verde.

2.3.4 Ações socioeducativas

As ações do Fundo Verde têm como objetivo não somente a realização de projetos que revertam em redução do consumo de energia para a UFRJ, mas também, apoiar a comunidade acadêmica no sentido da transparência dos dados de cada projeto e seus resultados. O Fundo Verde atua no incentivo às atividades acadêmicas e disseminação do conhecimento através de bolsas, as quais permitem a participação dos alunos e servidores em seus projetos, vide Figura 30. Além disso, o Fundo Verde apoia e participa de eventos realizados na UFRJ como, por exemplo, palestras e simpósios. Dentre esses eventos, três contaram com apoio financeiro do Fundo Verde, sendo eles:

- I Simpósio de Energia da UFRJ (2018);
- 7ª Semana da Árvore (2018);
- Fórum Ambiental da UFRJ (2018).

Área	Projeto	Modalidade						STATUS
		Graduação	Mestrado	Doutorado	Pós-Doc	Servidor	Total	
Mobilidade	Caronaê	6	-	-	-	-	6	Finalizado
	Outros Projetos	-	1	-	-	2	3	Finalizado
Água	Reuso de água no CCS	2	-	-	-	3	5	Finalizado
	Outros Projetos	-	-	-	-	2	2	Finalizado
Energia	LED CT	1	-	-	-	1	2	Finalizado
	Geração de Energia	1	2	2	-		5	Ativo
	Outros Projetos	1	-	1			2	Ativo
Outros	COORDENAÇÃO	-	-	-	-	1	1	Ativo
	PROJETO NUMATS	2	1	2	-	-	5	Finalizado
	PROJETO EVTE AQUAVIÁRIO	1	1	1	-	1	4	Finalizado
	PROJETO GRILO VERDE	-	-	-	-	2	2	Finalizado
	PROJETO MONITORAMENTO	3	7	2	1	-	13	Finalizado

Figura 30: Bolsistas vinculados a projetos do Fundo Verde, finalizados ou em andamento.

3 Previsão de aumento do consumo de energia e ações previstas pelo Plano Diretor UFRJ 2020

Nesta seção é apresentada uma estimativa de aumento do consumo de energia da UFRJ, decorrente do aumento populacional e de infraestrutura da Cidade Universitária. Além disso, são abordadas as ações previstas pelo Plano Diretor 2020 no que diz respeito à geração de energia e eficiência energética.

3.1 Previsão de consumo de energia da Cidade Universitária até 2024

Nesta análise foram considerados dados de consumo de energia desde janeiro de 2014 até dezembro de 2018, totalizando um ciclo referente aos últimos 5 anos. Os gráficos de consumo de toda a Cidade Universitária, bem como de cada uma das subestações em que há medição e faturamento por parte da Light, são apresentados a seguir.

Vale ressaltar que, assim como na seção 2, alguns centros e unidades não foram considerados nessa análise, devido ao baixo consumo de energia quando comparado com os demais: CENPES, Centro Comunitário, Complexo Estudantil, Conjunto residencial, COPPETEC, CRM, Estacionamento da COPPEAD, Núcleo de Estruturas Oceânicas, Ponte do Saber, Rio Trilhos, Terminal Rodoviário e Xistoquímica.

Na Figura 31 é apresentado o consumo total da Cidade Universitária da UFRJ durante os últimos cinco anos. E, a partir dos dados mostrados nela, é possível verificar uma redução do consumo total desde 2014 até 2018, exceto no ano de 2016, em que o consumo foi maior que o dos demais anos. Esse padrão de redução pode ser associado não somente as ações de conscientização realizadas na UFRJ, mas, principalmente, com o cenário atual de crise financeira no Brasil. Com a redução de recursos financeiros aplicados na infraestrutura da UFRJ, bem como, com a redução de projetos e pesquisas realizados, o impacto no consumo de energia é significativo. Comparando os anos de 2016 e 2017, a redução do consumo total foi em torno de 5,8 GWh. Enquanto do ano de 2017 para o de 2018, foi em torno de 3,3 GWh.

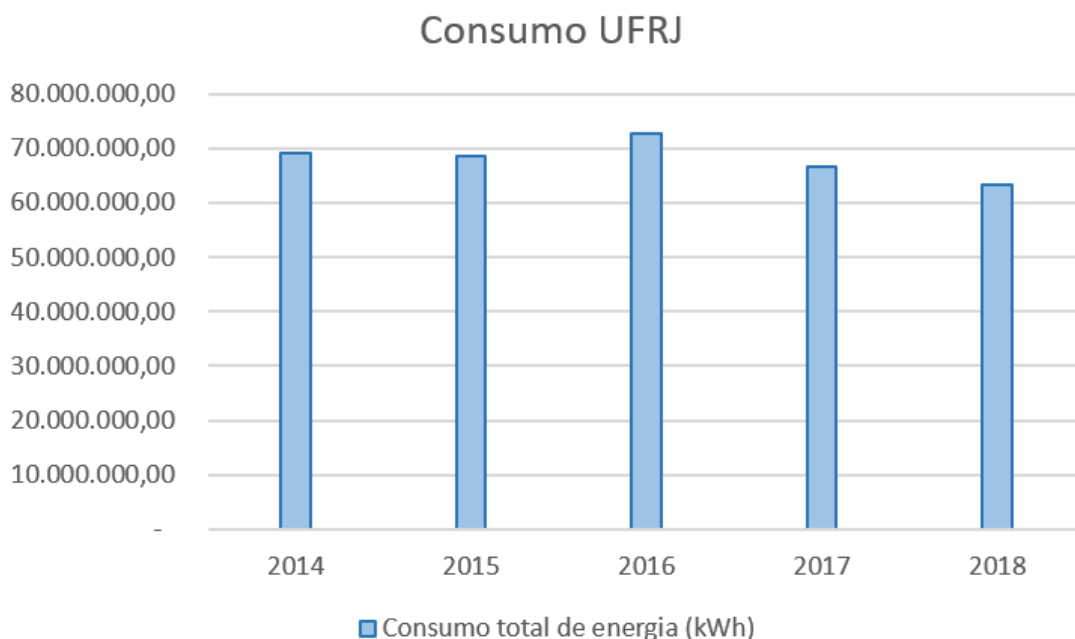
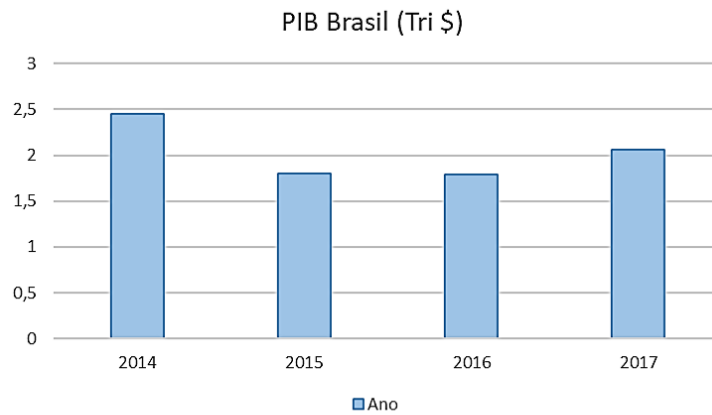


Figura 31: Consumo de Energia total na Cidade Universitária da UFRJ.

Vale ressaltar que, desde 2014 novos prédios entraram em funcionamento, como é o caso do LADETEC, o qual iniciou suas atividades de pesquisa em dezembro de 2015, e apresenta um consumo expressivo de energia no cenário da Cidade Universitária da UFRJ, uma vez que é o quarto maior centro consumidor, vide Figura 3 e Figura 4. Sendo assim, era esperado que o consumo de energia total da Cidade Universitária aumentasse.

Se considerarmos apenas o padrão de redução do consumo de energia da UFRJ, a qual ficou em torno de 5,8 GWh para o período dos últimos cinco anos, então a previsão seria de um consumo de energia decrescente em torno de 1,1 GWh/ano, até chegar em 62,2 GWh para o ano de 2024.

Entretanto, essa análise não leva em consideração que a redução do consumo de energia tem como um dos principais fatores a crise econômica do país, e a consequente redução de investimentos em pesquisa. A partir dos dados do PIB do Brasil disponibilizados pelo site do Banco Mundial, verifica-se que o mesmo apresentou uma queda significativa no ano de 2015, quando comparado ao ano anterior, e se manteve em baixa no ano de 2016, retomando seu crescimento somente no ano de 2017. Cenário que corrobora a recessão econômica do Brasil, e consequente redução de investimentos em pesquisa na UFRJ.



Fonte: Banco Mundial (<https://data.worldbank.org/indicador>).

Figura 32: PIB do Brasil, via site do Banco Mundial [5].

Sendo assim, é necessário considerar o comportamento da economia nacional, para a qual a previsão atual é de alta do PIB para os próximos anos de 2019, 2020 e 2021, em torno de 2,5 % ao ano, segundo Boletim Focus, divulgado pelo Banco Central em 11 de janeiro de 2019 [6]. Sendo assim, é possível que os investimentos na UFRJ aumentem, ou pelo menos se mantenham, e o consumo de energia continue em torno de 65 GWh.

A seguir é apresentado o comportamento do consumo de energia de diversos centros da UFRJ, mostrando como o padrão de consumo de cada um deles refletiu nessa redução no consumo de energia total na UFRJ.

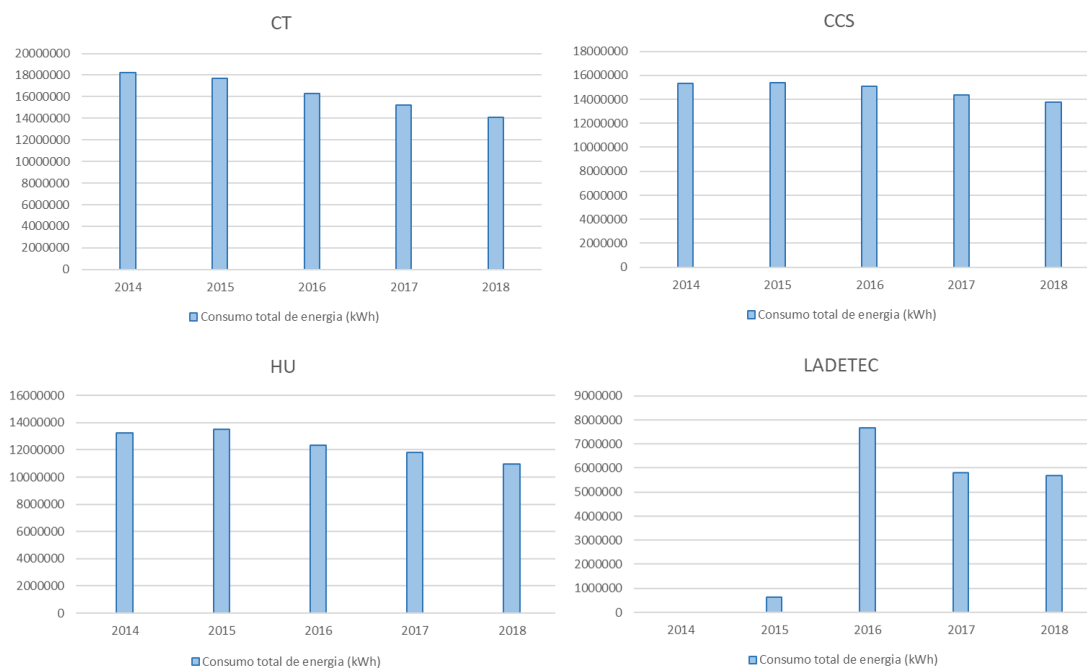


Figura 33: Consumo de energia em: CT, CCS, HU e LADETEC.

A partir dos dados da Figura 33, verifica-se o mesmo padrão de redução do consumo de energia desde 2014 para o CT, o CCS, o HU e o LADETEC. Vale ressaltar que, no caso do HU, o consumo no ano de 2015 foi maior que o dos demais anos, e que o LADETEC não estava em funcionamento no ano de 2014, e até dezembro de 2015.

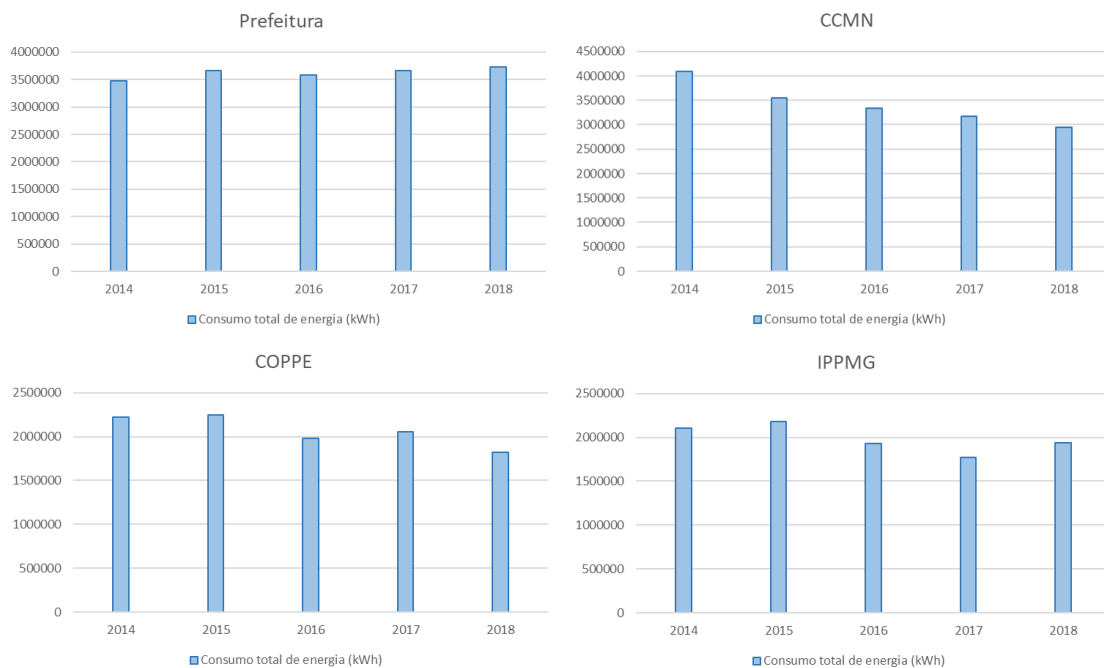


Figura 34: Consumo de energia em: Prefeitura, CCMN, COPPE e IPPMG.

Analisando os gráficos apresentados na Figura 34, verifica-se que o CCMN também apresentou redução do consumo de energia ao longo dos cinco anos avaliados. No caso da Prefeitura Universitária, o consumo varia em torno do valor 3,5 GWh/ano, sem comportamento decrescente. Já as cargas ligadas às subestações COPPE e IPPMG, apresentaram uma redução global do consumo, mas sem uma tendência de decaimento anual.

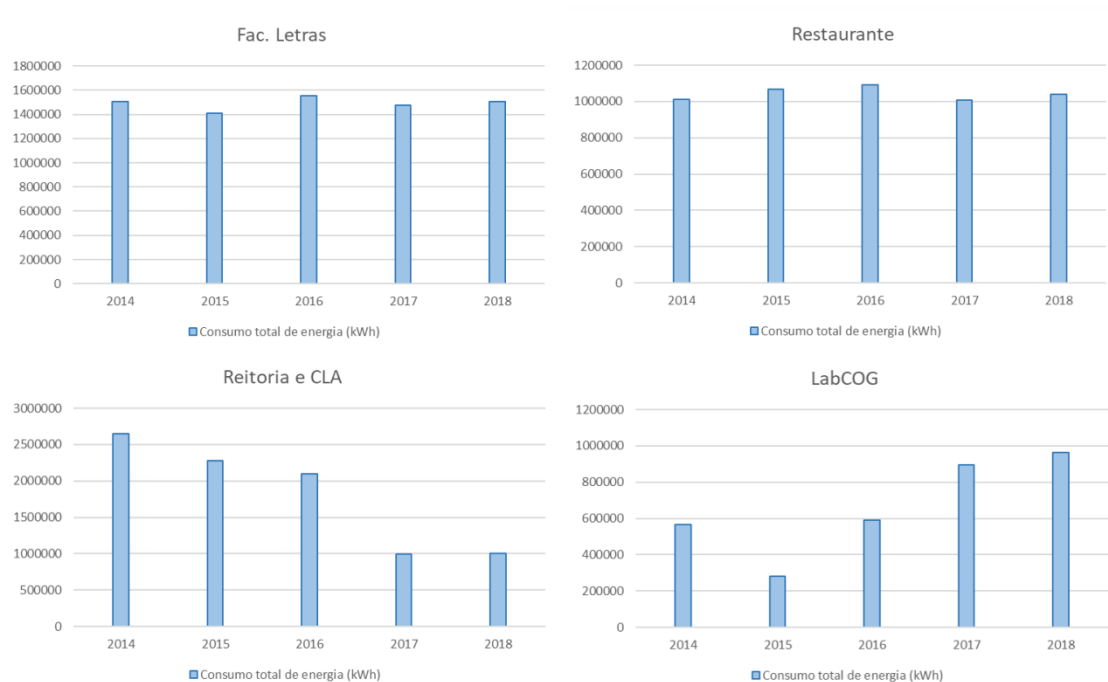


Figura 35: Consumo de energia em: Faculdade de Letras, Restaurante Universitário, Reitoria e CLA e Lab COG.

Analisando os gráficos apresentados na Figura 35, verifica-se que para a Faculdade de Letras e o Restaurante o consumo varia em torno do valor 1,5 GWh/ano e 1 GWh/ano, respectivamente, sem comportamento decrescente. Já no caso da Reitoria o consumo apresenta padrão de decaimento, porém com uma queda no ano de 2017, devido ao incêndio que ocorreu no prédio da Reitoria, e consequente realocação de pessoal em outros prédios. Por fim, a subestação denominada Laboratório COG foi a única que apresentou um padrão de aumento crescente de consumo desde 2015.

A partir dos dados da Figura 36, verifica-se o mesmo padrão de redução do consumo de energia desde 2014 para a EEFD, o LNDC, a Zona Industrial e a COPPEAD. Vale ressaltar que, para a EEFD, o consumo no ano de 2016 foi maior que o de 2015, e para a Zona Industrial, o consumo no ano de 2015 foi maior que o dos demais anos. Além disso, no LDNC foi feito um movimento de conscientização do consumo de energia, após a instalação do sistema fotovoltaico em seu estacionamento anexo, vide projeto do Fundo Verde apresentado na subseção 2.3.1.1.

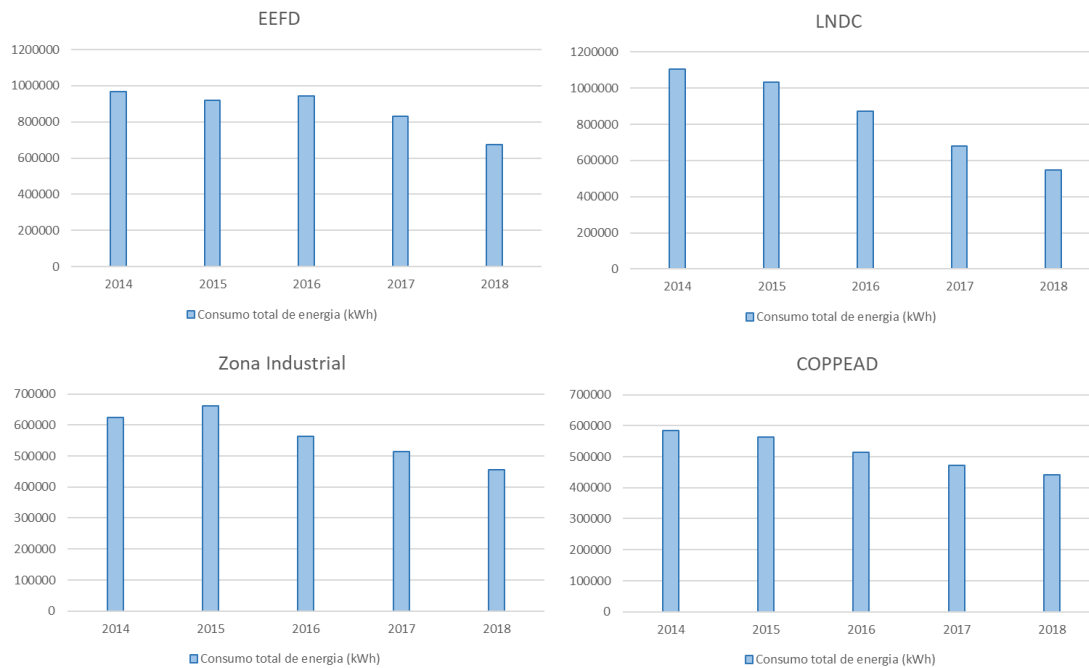


Figura 36: Consumo de energia em: EEFD, LNDC, Zona Industrial e COPPEAD.

Por fim, na Figura 37 são apresentados os dados de consumo de energia no alojamento estudantil. A partir deles verifica-se que o consumo aumentou de 2014 a 2017, o que configura um aumento do número de alunos da UFRJ que fazem uso desse recurso. Entretanto, em 2017 houve um incêndio no alojamento, resultando na interdição parcial do prédio, e refletindo na redução do consumo no ano de 2018, uma vez que as obras ainda não foram concluídas e, portanto, a ala em que ocorreu o incêndio continua interdita.

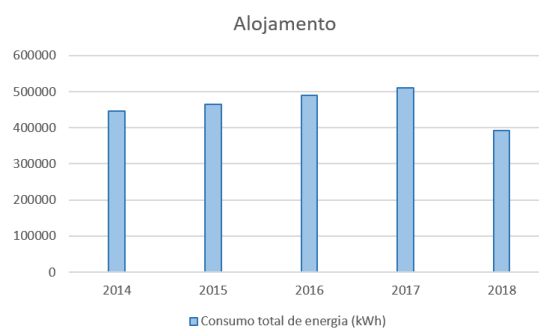


Figura 37: Consumo de energia no Alojamento.

3.2 Ações na área de energia previstas pelo Plano Diretor UFRJ 2020

O Plano Diretor UFRJ 2020 foi aprovado pelo Conselho Universitário em 5 de novembro de 2009 [7], com o objetivo de expandir e adequar sua infraestrutura de forma

planejada, de acordo com a expectativa de aumento das vagas e cursos a serem oferecidos na UFRJ, no período de vigência do Plano de Energia 2019-2024, transformando a UFRJ em um laboratório vivo, e em um exemplo de cidade inovadora e criativa.

Esse aumento de pessoas no Campus e o surgimento de novas instalações, impactam diretamente no aumento do consumo de energia da Cidade Universitária. Nesse sentido, o Plano Diretor UFRJ 2020 sugere o uso de fontes alternativas de energia para suprir total ou parcialmente o consumo de energia de suas instalações, a fim de reduzir a despesa com energia elétrica, e construir uma cidade ambientalmente e energeticamente responsável, a qual sirva de modelo para outras cidades. Dentre as fontes alternativas citadas estão: (i) energia fotovoltaica, a qual apresenta bom desempenho dadas as condições climáticas da Cidade Universitária; (ii) geração de energia e produção de biocombustíveis, a partir da biomassa. Ainda, o Plano Diretor UFRJ 2020 cita o uso de energia fotovoltaica para alimentar o MagLev (veículo de Levitação Magnética), projeto o qual o Fundo Verde apoiou através da instalação de um sistema de geração fotovoltaica de baixa potência, vide subseção 2.3.1.2; (iii) e o projeto de Usina de Lixo, o qual consiste na construção de uma usina de incineração de resíduo sólido urbano, a partir de uma tecnologia patenteada por pesquisador da UFRJ, a qual garante o atendimento às exigências ambientais, alta eficiência térmica e viabilidade econômica para a geração acoplada de energia elétrica.

Com relação à eficiência energética, o Plano Diretor UFRJ 2020 cita: (i) a necessidade de garantir iluminação pública de qualidade, a qual também impacta positivamente na segurança pública; (ii) e instalações prediais adequadas e ambientalmente adaptadas, as quais utilizem equipamentos eficientes.

Ainda, é sugerida a construção de uma subestação elétrica própria, a qual permitirá que a UFRJ se beneficie de uma tarifa mais econômica, correspondente ao fornecimento de energia elétrica em alta tensão. Entretanto, esse projeto não faz mais parte do escopo de planejamento energético da UFRJ, uma vez que, a prioridade no atual cenário de consumo de energia elevado é de instalação de sistemas de geração de energia, gestão do consumo e ações de eficiência energética.

Por fim, o Plano Diretor UFRJ 2020 enfatiza a importância de adotar ações que resultem na redução de emissão de gases do efeito estufa na atmosfera como, por exemplo, através do uso de fontes de energia limpa e da priorização do transporte coletivo e do transporte ativo.

4 Ações propostas a fim de suprir a demanda esperada para os próximos 5 anos

A partir da análise das ações sugeridas pelo Plano Diretor UFRJ 2020 é possível verificar que os projetos do Fundo Verde vão ao encontro dessas ações, buscando a geração própria de energia, ações de eficiência energética e redução de emissão de poluentes na atmosfera.

A seguir são apresentadas novas propostas de projetos do Fundo Verde, a fim de suprir as demandas na área de energia apresentadas nas seções anteriores deste Plano de Energia da UFRJ 2019-2024.

4.1 Ações de eficiência energética – Média Tensão

As ações de eficiência energética associadas aos sistemas elétricos de média tensão, estão diretamente ligadas às subestações da UFRJ.

Conforme apresentado na subseção 2.2.1, a maioria das subestações de média tensão da UFRJ são antigas, e se encontram fora dos padrões atuais exigidos pela concessionária. Sendo assim, é de fundamental importância que essas subestações sejam modernizadas e readequadas aos padrões atuais, de forma a garantir: confiabilidade, segurança operacional, fornecimento de energia, e funcionamento correto e eficiente das suas instalações. Evitando, com isso, perdas de energia e desligamentos não programados, configurando uma melhor gestão energética. Analisando o levantamento das subestações apresentadas em 2.2.1, verifica-se que a modernização para a maioria das subestações da UFRJ devem contemplar: *retrofit* do padrão de entrada em média tensão, readequação dos gradis de proteção e aterramentos; e readequação do sistema de proteção geral.

Outra medida de eficiência energética que pode ser adotada nas subestações da UFRJ diz respeito à instalação de dispositivos inteligentes (configurando uma *smart grid*) como, por exemplo: medidores inteligente de energia elétrica e dispositivos de controle e automação, vide projeto apresentado para o CT em 2.3.2.6. Esses equipamentos possibilitam integração com a rede de telecomunicação, melhorando os processos de eficiência energética e permitindo respostas mais rápidas de sua manutenção e do

monitoramento das cargas. Com isso, é possível atuar de forma preventiva e preditiva no sistema elétrico, melhorando sua gestão.

Por fim, é de extrema importância atuar na remoção dos transformadores a óleo ascarel, vide apresentado em 2.2.1.11. Esse óleo isolante é tóxico e, portanto, apresenta risco à vida humana e ao meio ambiente. Sua utilização já foi proibida no estado do Rio de Janeiro pela Lei nº 3373 aprovada pela ALERJ em 24 de março de 1999. E, a nível nacional, o Projeto de Lei nº 1.075-B, de 2011, ainda em tramitação – aguardando apreciação pelo Senado Federal, também discursa sobre o mesmo tópico, obrigando a eliminação controlada da substância Bifenilas Policloradas (PCBs), a qual está presente na composição do ascarel, até o ano de 2020. Sendo assim, a substituição e o descarte desses transformadores, os quais devem ser feitos de forma cautelosa a fim de evitar contaminação, é uma medida fundamental e urgente, dado o prazo de 2020, para a UFRJ.

Em vista desses três pilares para ações na média tensão, o Fundo Verde propõe para os próximos cinco anos atuação nos seguintes projetos:

- **Finalização da subestação do CT2:**

Conforme mencionado 2.2.1.3, a subestação prevista e dedicada ao complexo do CT2 se encontra inacabada, tal que o projeto civil desta subestação já foi executado, faltando concluir o projeto elétrico como, por exemplo: dimensionamento dos equipamentos, cabos de média tensão, instalação de painéis blindados e adequações nas subestações dos prédios deste complexo.

O Fundo Verde já está auxiliando a equipe do EPLAN/CT a finalizar o projeto elétrico, através da disponibilização de bolsista de apoio, bem como irá auxiliar na compra de materiais/execução das obras, para finalização da construção desta subestação.

- **Projeto e construção da subestação do prédio da Reitoria:**

No prédio da Reitoria há duas subestações, uma no subsolo, atualmente a principal, e outra no 9º andar, conforme apresentado em 2.2.1.8. Aquela, localizada no subsolo, sofre com inundações em época de chuvas fortes, devido ao sistema de bombeamento é defasado. Enquanto a subestação localizada no 9º andar está desativada para reforma desde o incêndio, o que afeta o fornecimento de energia do prédio. Entretanto, mesmo que a subestação do 9º andar volte a operar, o sistema elétrico desse prédio tem baixa confiabilidade, uma vez que ela é suprida pela subestação principal. Nesse caso, é necessário construir uma nova subestação de entrada em média tensão para abastecimento do prédio, a fim de garantir confiabilidade e segurança operacional.

- **Modernização usando conceitos de *smart grid*:**

O CT e o CCS são os centros de maior infraestrutura, com mais subestações secundárias e maior consumo de energia, vide Figura 3 e Figura 4. Por isso, são os centros em que a modernização, considerando os conceitos e equipamentos de *smart grid*, terão maior impacto. Dessa forma, o Fundo Verde propõe implementar nesses centros, no horizonte de cinco anos regido por esse plano, projetos de instalação de medidores inteligente de energia elétrica e dispositivos de controle e automação, vide projeto já desenvolvido para o CT em 2.3.2.6.

- **Subestações que devem ser adequadas às normas da Light para conexão de sistemas fotovoltaicos à rede elétrica:**

A maioria dos sistemas fotovoltaicos, em desenvolvimento ou em fase de instalação, financiados pelo Fundo Verde, vide 2.3.1, preveem conexão à rede elétrica através de subestações que estão fora dos padrões e normas impostos pela concessionária Light. Nesse sentido, os sistemas de geração somente podem entrar em operação, ligados à rede, após modernização e readequação dessas subestações. Dentre os sistemas financiados pelo Fundo Verde, aqueles cujas subestações estão fora dos padrões são:

- **SFV da Zona Industrial (2.3.1.4) e do Bloco M (2.3.1.3):**

Ambos estão em fase final de instalação, e a concessionária já foi consultada. As devidas ações solicitadas estão sendo feitas, e financiadas pelo Fundo Verde.

- **SFV HU (2.3.1.8):**

No HU será instalado um sistema de geração em uma de suas fachadas, a subestação também está sendo adequada, por solicitação com urgência da Light. O Fundo Verde ofereceu o apoio na fase inicial de comunicação com a concessionária, solicitado por parte da equipe do HU, antes da contratação de empresa para realização dos serviços. Quaisquer outras solicitações que venham a ser feitas por parte da concessionária, quando for feita a consulta para conexão do sistema de geração, serão financiadas pelo Fundo Verde.

- **SFV flutuante (2.3.1.6):**

Esse sistema está previsto para ser conectado à subestação DIPRO, a qual está com somente uma das suas duas alimentações funcionando, o que impossibilita qualquer manobra em caso de falta de energia, reduzindo sua confiabilidade. Além disso, o sistema de proteção está fora dos padrões da

concessionária. Essas e quaisquer outras solicitações que venham a ser feitas por parte da concessionária, quando for feita a consulta para conexão do sistema de geração, serão financiadas pelo Fundo Verde.

- **SFV previsto para ser instalado na cobertura do prédio da Faculdade de Letras (4.3):**

Neste plano de energia o Fundo Verde propõe a instalação de um sistema fotovoltaico na cobertura do prédio da faculdade de Letras, o qual é apresentado na subseção 4.3. A subestação desse prédio precisa de *retrofit* do padrão de entrada em média tensão, readequação dos gradis de proteção e aterramentos. Além disso, um dos seus dois ramais está inoperante, assim como na subestação DIPRO. Dessa forma, na ocorrência de falta de energia no cabo alimentador principal, a Faculdade de Letras fica sem energia até o restabelecimento da mesma por esse cabo. Essas e quaisquer outras solicitações que venham a ser feitas por parte da concessionária, quando for feita a consulta para conexão do sistema de geração, serão financiadas pelo Fundo Verde.

- **SFV previsto para ser instalado na cobertura do prédio da EEFD (4.3):**

Neste plano de energia, o Fundo Verde propõe, também, a instalação de um sistema fotovoltaico na cobertura do prédio da Escola de Educação Física e Desportos, projeto o qual é apresentado na subseção 4.3. Esse prédio possui duas subestações que precisam de intervenção. A subestação principal precisa de *retrofit* do padrão de entrada em média tensão e readequação dos aterramentos. Além disso, seu sistema de proteção primária está inadequado, e fora dos padrões da concessionária. A segunda subestação, por sua vez, é denominada subestação parcial A, e precisa de: *retrofit* do padrão de entrada em média tensão; readequação dos aterramentos; e conjunto de proteção geral.

- **Descarte e troca dos transformadores a óleo ascarel nas subestações da Cidade Universitária:**

O Fundo Verde propõe realizar esse projeto em duas etapas. A primeira contempla a retirada e o descarte apropriado somente dos transformadores a óleo ascarel que não estiverem em operação. Já a segunda etapa, contempla a retirada e o descarte apropriado dos transformadores a óleo ascarel que estiverem em operação, bem como, a aquisição e instalação de novos transformadores que substituam aqueles descartados.

4.2 Ações de eficiência energética – Baixa Tensão

As ações de eficiência energética associadas aos sistemas elétricos de baixa tensão, são próprias de cada centro. Entretanto, no caso da UFRJ, em virtude de as edificações datarem de um período próximo entre si, as necessidades atuais são bastante similares. Dessa forma, é definido neste plano um conjunto de propostas que pode e deve ser implementado nos diversos prédios da UFRJ.

O conjunto das ações propostas, elaborado com base nas principais necessidades apresentadas pelos centros, vide 2.2.2, é apresentado a seguir:

- modernização/adequação da rede elétrica de baixa tensão dos prédios, contemplando: levantamento dos circuitos elétricos; reforma dos quadros de baixa tensão; rearranjo dos circuitos elétricos, quando necessário; dentre outros;
- substituição das lâmpadas fluorescentes por luminárias a LED nas áreas comuns dos prédios, nas salas de aula e nos estacionamentos, o que resulta na redução do consumo de energia e de reativo;
- substituição dos aparelhos de ar-condicionado por modelos mais eficientes de tecnologia *inverter*;
- salas de aula eficientes e inteligentes, do ponto de vista energético, as quais contemplem: luminárias LED; ar condicionados eficientes do tipo *inverter*; e um sistema que permita acionar o circuito elétrico individual de cada sala (iluminação, ar condicionado, etc.), tal que o circuito seja automaticamente desligado quando a sala estiver vazia.

Desse conjunto de propostas, as que o Fundo Verde pretende implementar, ou dar seguimento ao processo de instalação, nesse horizonte de cinco anos, além daqueles apresentados em 2.3.2, são:

- **Substituição de lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED:**

Atualmente esses projetos já foram, ou estão sendo, realizados nos centros: LADETEC (2.3.2.2), Odontologia (2.3.2.3) e CCMN (2.3.2.4).

- **Substituição de lâmpadas fluorescentes por luminária LED:**

Atualmente esse projeto está sendo realizado considerando toda a iluminação pública das vias principais e secundárias da Cidade Universitária (2.3.2.5).

- **Auxiliar com a instalação de LED no CCS:**

Conforme apresentado em 2.2.2.2, o CCS já possui o quantitativo total de lâmpadas LED para substituição das lâmpadas fluorescentes atuais. Entretanto a mão-de-obra existente no centro é pequena para realizar esse processo e cumprir com as demandas diárias já existentes no prédio. Sendo assim, é necessário o apoio financeiro para a contratação de mão-de-obra especializada e qualificada para realização dessa tarefa.

O Fundo Verde propõe custear essa mão-de-obra para substituição/instalação das lâmpadas LED, com concomitante apoio e acompanhamento da equipe local existente. Essa troca representa não somente uma redução no consumo de energia mensal, mas também: redução com manutenção, permitindo que a equipe do centro atenda a outras demandas locais; redução com custos de descarte específico, devido ao mercúrio presente nas mesmas; e o aumento do fator de potência do sistema, devido ao descarte dos reatores das lâmpadas fluorescentes.

- **Instalação de postes de LED no estacionamento do CT:**

Essa necessidade apresentada pelo centro permite reduzir o consumo de energia, e garantir iluminação adequada e segurança aos alunos e servidores que frequentam o estacionamento e seus arredores.

- **Instalação de postes de LED no estacionamento da Faculdade de Letras:**

Essa é uma necessidade emergencial do prédio, pois o estacionamento está sem iluminação, afetando a segurança dos alunos e servidores, inclusive do período noturno. Há apenas três postes, mal fixados e insuficientes para garantir iluminação adequada e segurança dos que frequentam o estacionamento e seus arredores.

- **Salas da aula Inteligentes:**

O Fundo Verde propõe a implantação desse tipo de sala nos mais diversos centros da UFRJ, começando pelo Programa de Engenharia de Transportes da COPPE (PET) localizado no CT (Etapa 1), bem como pelo prédio da Faculdade de Letras (Etapa 2).

No caso da faculdade de Letras, o sistema elétrico de baixa tensão está defasado e inapropriado para a quantidade de salas do prédio e, conseqüentemente, para o volume de atividades que nele ocorrem. Há salas sem interruptores próprios, estando algumas agrupadas e conectadas a um único interruptor. Dessa forma, mesmo que haja aula em uma única sala, outras vazias, e ligadas ao mesmo interruptor, também são acesas, o que deve aumentar de forma significativa o consumo do prédio; além de sobrecarregar o sistema, o qual começou a apresentar sinais de possíveis focos de incêndio.

Dessa forma, este projeto além de atuar nos circuitos elétricos, adequando-os ao padrão de interruptores independentes por sala, resulta na redução do consumo de energia, tornando-o mais eficiente.

O Fundo Verde propõe, também, implantar esse projeto em outros centros da UFRJ, a definir (Etapa 3).

- **Plano de incêndio associado à readequação da infraestrutura elétrica de baixa tensão da EEFD:**

Essa é uma demanda emergencial do prédio, a fim de evitar incêndios ou princípios de incêndio, os quais são em sua maioria provenientes da infraestrutura elétrica precária e defasada do prédio. Assim, esse plano tem o objetivo de mapear as necessidades dos circuitos elétricos de baixa tensão, de maneira a identificar as modificações que devem ser realizadas, conferindo maior confiabilidade ao sistema, e segurança às pessoas que transitam pelo prédio.

- **Substituição de telhas de fibrocimento por telhas translúcidas (2.3.2.8):**

Esse projeto não está previsto no conjunto de ações apresentadas acima, pois foi desenvolvido especificamente para o CT e submetido ao concurso ‘Sustentabilidade no Campus – Fundo Verde & I Simpósio de Energia da UFRJ’, promovido pelo Fundo Verde em 2018.

Nele é proposta a troca das telhas de fibrocimento existentes, muitas delas já significativamente desgastadas, por telhas translúcidas, com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica, através da utilização da iluminação natural. Dessa forma, a iluminação artificial é substituída por natural, a partir das claraboias existentes nesses corredores, durante o período diurno, e/ou enquanto a iluminação natural estiver com intensidade adequada.

O Fundo Verde propõe neste Plano de Energia 2019-2024 financiar a contratação de uma empresa para finalizar o desenvolvimento do projeto básico completo – contemplando todos os blocos citados em 2.3.2.8, bem como, financiar a execução do projeto piloto a ser implementado no bloco C.

4.3 Geração de energia elétrica renovável

A instalação de sistemas de geração de energia é importante no cenário de consumo atual da UFRJ, pois ajuda a suprir o elevado consumo de grande parte de seus centros. Esses sistemas podem ser conectados a qualquer subestação que esteja no CNPJ da UFRJ, e dentro de uma mesma área de concessão ou permissão.

O Fundo Verde vem investindo em sistemas de mini e micro geração distribuída de energia solar fotovoltaica. Se analisado isoladamente o impacto desses sistemas, no que diz respeito à energia fornecida *versus* a consumida, sua participação é pequena quando avaliado o cenário total da UFRJ. Entretanto, o impacto dos sistemas de geração distribuída deve ser analisado em conjunto, o que justifica a sua implantação em larga escala.

No cenário atual de padrão de consumo e disposição geográfica da UFRJ, a energia fotovoltaica se mostra bastante promissora. No que diz respeito ao padrão do uso de energia na UFRJ, o horário de maior consumo é o da tarifa fora da ponta, em especial no período manhã/tarde de aulas, com pico em torno de 12h/13h, vide Figura 38, retirada do estudo feito em parceria com a GIZ, em que foi levantado o potencial energético do CT [8]. Este padrão de consumo coincide com a curva padrão da geração fotovoltaica, o que permite injetar na rede toda a energia gerada pelos sistemas fotovoltaicos, a qual ocorre, majoritariamente, no pico do consumo.

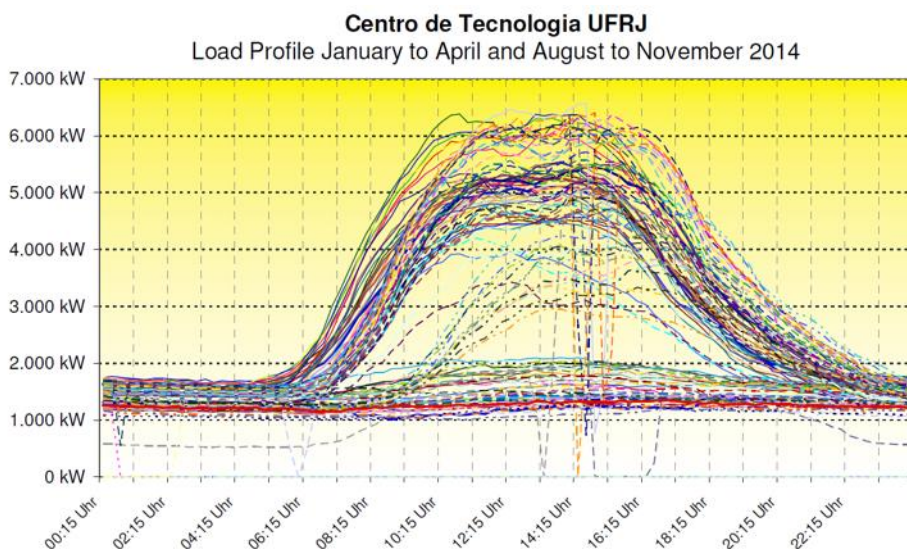


Figura 38: Padrão de consumo do CT, registrado durante os meses de janeiro a abril e agosto a novembro de 2014 (retirada de [8]).

No que diz respeito à disposição geográfica e irradiação, a UFRJ possui diversas áreas adequadas para instalação de sistemas fotovoltaicos, conforme estudo feito pela UFSC em parceria com o Fundo Verde [9], vide Figura 39. Entretanto, é importante mencionar que a maior parte das construções da UFRJ são antigas e, portanto, não foram planejadas para instalação de painéis fotovoltaicos em suas coberturas. Sendo assim, o custo de um projeto de cálculo estrutural aliado ao reforço das estruturas metálicas de sustentação, muitas vezes inviabiliza um projeto. Por isso, é de fundamental importância que os próximos prédios a serem construídos, não somente na UFRJ, mas em um contexto mais amplo, prevejam a possibilidade de instalação desses sistemas.

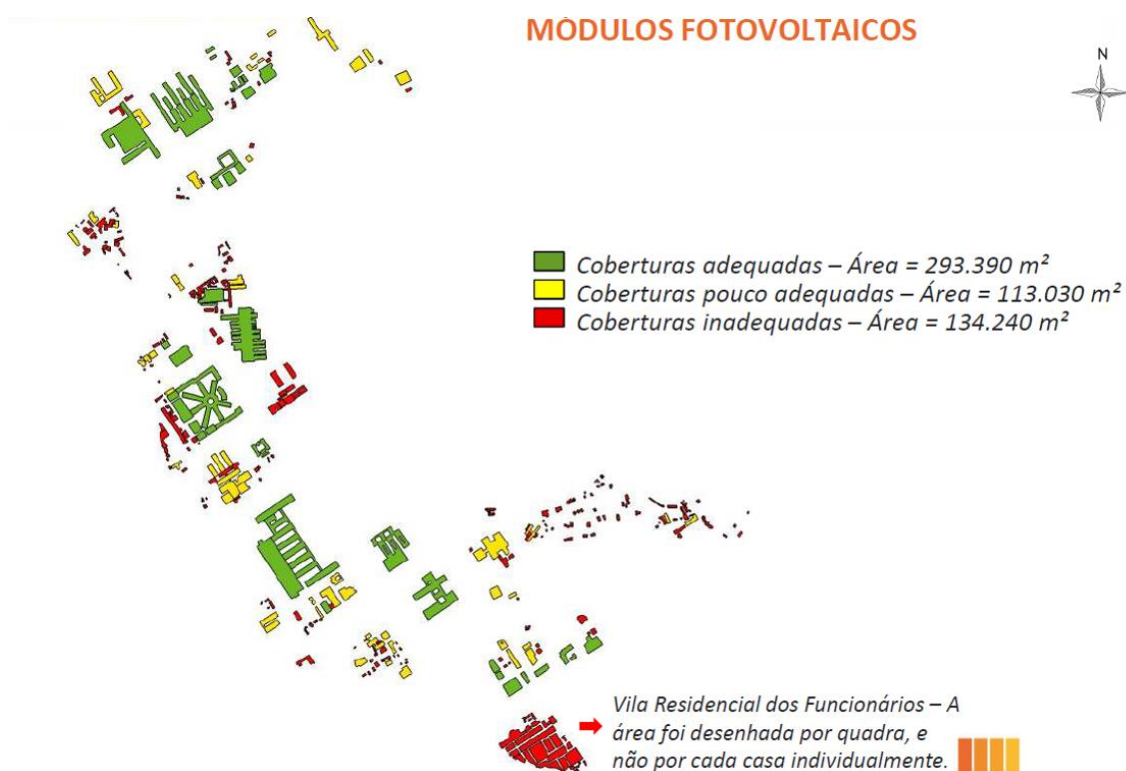


Figura 39: Estudo desenvolvido pela UFSC em parceria com o Fundo Verde, com o objetivo de identificar as coberturas, nas quais poderiam ser instalados painéis fotovoltaicos (retirada de [9]).

Além dos sistemas já previstos para serem instalados e/ou finalizados pelo Fundo Verde, apresentados em 2.3.1, há a previsão de novos projetos de instalação de energia fotovoltaica. É sempre importante ressaltar que os projeto de instalação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede são, na maioria das vezes, associados a ações de modernização e adequação das subestações de média tensão da UFRJ. Uma vez que, para conexão desses sistemas, é necessário que as subestações estejam dentro das normas e padrões exigidos pela concessionária.

Abaixo são apresentados projetos do Fundo Verde que se encontram em diferentes etapas, sendo elas: finalização da instalação e início da operação; projeto básico e instalação a serem finalizados ao longo do período em que este plano vigora; ou nova concepção de projeto, com desenvolvimento de projeto básico e instalação ao longo do período em que este plano vigora.

- **SFV Bloco M/CT (2.3.1.3) e SFV Zona Industrial (2.3.1.4):**

Esses dois projetos de instalação fotovoltaica estão em fase final de instalação. A previsão é de que o comissionamento e a entrega do sistema gerando e conectado à rede seja no segundo semestre do ano de 2019.

- **SFV Estação de Integração da UFRJ (2.3.1.5)**

O projeto básico referente à instalação desse sistema já foi finalizado. Após a consulta e autorização por parte da concessionária, o projeto será licitado e sua instalação financiada pelo Fundo Verde. A previsão é de que o comissionamento e a entrega do sistema gerando e conectado à rede seja no primeiro semestre do ano de 2021.

- **SFV na cobertura do prédio CPMR (Centro de Pesquisa em Medicina Regenerativa) no CCS 2 (2.3.1.6)**

O projeto básico referente à instalação desse sistema já foi finalizado, financiado pelo Fundo Verde. Devido à elevada incidência de irradiação solar na cobertura do CPMR, há grande potencial para instalação de um sistema solar fotovoltaico aplicado a esta construção. Ademais, esse prédio já teve sua estrutura da cobertura adequada para o peso desse sistema. A previsão é de que o comissionamento e a entrega do sistema gerando e conectado à rede seja no primeiro semestre do ano de 2020.

- **SFV integrado à fachada do HU (2.3.1.8)**

Este projeto está em fase de desenvolvimento. Após desenvolvimento e finalização do projeto básico, financiado pelo Fundo Verde, faz-se a consulta à concessionária, para autorização de conexão. Em seguida, o projeto será licitado e sua instalação financiada pelo Fundo Verde. A previsão é de que o comissionamento e a entrega do sistema gerando e conectado à rede seja no segundo semestre do ano de 2020. Aliado a ele, também estão previstos os projetos: (i) adequação do SPDA (finalizado); (ii) análise estrutural da fachada, na qual o sistema será instalado.

- **SFV Flutuante (2.3.1.7)**

O projeto básico referente à instalação desse sistema está em desenvolvimento, financiado pelo Fundo Verde. Após sua finalização, deve ser realizada a consulta à

concessionária, para autorização de conexão. Em seguida, o projeto será licitado e sua instalação financiada pelo Fundo Verde. A previsão é de que o comissionamento e a entrega do sistema gerando e conectado à rede seja no segundo semestre do ano de 2021.

- **SFV na cobertura do prédio de Letras**

Este plano propõe a instalação de um sistema fotovoltaico no prédio da Faculdade de Letras. Dada a elevada incidência de irradiação solar, sem sombreamento, na cobertura do prédio de Letras, há grande potencial para instalação de um sistema solar fotovoltaico aplicado a esta construção, vide Figura 39.

Neste projeto, além de gerar energia, também seria realizada a modernização da subestação do prédio, a qual se encontra na relação de subestações com deficiência técnica pela Light e, portanto, é uma das mais críticas e de maior prioridade com relação à adequação às normas impostas pela concessionária.

Por fim, seria feita a substituição das telhas de amianto, material nocivo à saúde humana e reconhecido como cancerígeno pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

- **SFV na cobertura do prédio da EEFD**

Este plano propõe a instalação de um sistema fotovoltaico na cobertura do prédio da Escola de Educação Física e Desportos, a qual possui grande potencial para geração de energia fotovoltaica, devido à elevada incidência de irradiação solar, sem sombreamento, vide Figura 39.

Neste projeto, além da instalação do sistema fotovoltaico, é prevista a modernização da subestação do prédio, a qual se encontra na relação de subestações com deficiência técnica pela Light. E, portanto, é uma das mais críticas e de maior prioridade com relação à adequação às normas impostas pela concessionária.

4.4 Resumo das ações

Nesta subseção é apresentado um resumo dos projetos propostos pelo Fundo Verde, relacionados ao longo desse capítulo, para utilização de seus recursos no período de vigência deste Plano de Energia 2019-2024, vide Figura 40.

Sistema de Geração de Energia		
Projeto	Etapa	Previsão conclusão
Sistema Fotovoltaico Bloco M/CT	Instalação	2019/2
Sistema Fotovoltaico Zona Industrial	Instalação	2019/2
Sistema Fotovoltaico cobertura do CPMR	Pesquisa de Mercado	2020/1
Sistema Fotovoltaico Fachada do HU	Revisão do Projeto Básico	2020/2
Sistema Fotovoltaico Estação de Integração UFRJ	Projeto Básico finalizado	2021/1
Sistema Fotovoltaico Flutuante	Revisão do Projeto Básico	2021/2
Sistema Fotovoltaico Letras	Proposta de projeto	2021/2
Sistema Fotovoltaico EEFD	Proposta de projeto	2022/2
Ações de Eficiência Energética - Média Tensão		
Projeto	Etapa	Previsão conclusão
SE - Bloco M/CT (SFV Bloco M/CT)	Andamento	2019/2
SE - Zona Industrial (SFV ZI)	Andamento	2019/2
SE - CT2 (Finalização - projeto elétrico)	Pesquisa de Mercado	2020/2
SE - HU (SFV fachada HU)	Proposta de projeto	2020/2
SE - Letras (SFV Letras)	Proposta de projeto	2021/1
SE - DIPRO (SFV flutuante)	Proposta de projeto	2021/2
SE - Reitoria (construção)	Proposta de projeto	2021/2
Smart grid CT	Proposta de projeto	2023/1
Ascarel - Etapa 1 (descarte dos inoperantes)	Proposta de projeto	2023/1
Ascarel - Etapa 2 (substituição/descarte dos em operação)	Proposta de projeto	2023/2
Smart grid CCS	Proposta de projeto	2024/2
Ações de Eficiência Energética - Baixa Tensão		
Projeto	Etapa	Previsão conclusão
Lâmpadas LED LADETEC	Concluído	2019/2
Lâmpadas LED CCMN	Concluído	2019/2
Lâmpadas LED ODONTO	Instalação	2019/2
Iluminação Pública UFRJ + telegestão	Licitação	2020/2
Lâmpadas LED CCS	Proposta de projeto	2020/2
Postes de LED no estacionamento de Letras	Proposta de projeto	2021/1
Salas de aula Inteligentes - Etapa 1	Proposta de projeto	2021/1
Telhas translúcidas - Bloco C/CT	Proposta de projeto	2021/1
Salas de aula Inteligentes - Etapa 2	Proposta de projeto	2021/2
Plano de incêndio + reforma elétrica BT EEFD	Proposta de projeto	2022/1
Postes de LED no estacionamento do CT	Proposta de projeto	2022/2
Salas de aula Inteligentes - Etapa 3	Proposta de projeto	2023/2

Figura 40: Projetos propostos pelo Fundo Verde, para utilização de seus recursos até 2024, período de vigência deste Plano de Energia 2019-2024.

5 Plano estratégico

Este documento, denominado Plano de Gerenciamento de Energia 2019-2024, tem por objetivo:

- se tornar documento oficial e balizador das iniciativas de consumo de energia do campus Cidade Universitária da UFRJ. E sempre considerar a inovação tecnológica, e/ou melhores práticas no aumento da demanda por energia elétrica;
- ser considerado um documento base para estruturar e implantar um modelo de gestão e de monitoramento do consumo de energia, estabelecendo critérios de premiação para os centros que apresentem melhor desempenho;
- fortalecer a integração entre as áreas de planejamento dos centros estabelecidos na Cidade Universitária;
- promover e incentivar ações de comunicação interna e externa à UFRJ, tanto no âmbito nacional, quanto a nível internacional;
- a elaboração e aprovação de um código de obras no campus da Cidade Universitária da UFRJ, considerando o menor consumo de energia possível, e a possibilidade de instalação de sistemas de geração de energia.

É importante ressaltar que este Plano de Energia 2019-2024 pode ser usado como modelo, mediante aos ajustes necessários, para outras Cidades Universitárias no Brasil.

Referências

- [1] Fundo Verde. “Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE)”. 2014. Disponível em: <http://fundoverde.ufrj.br/phocadownload/publicacoes/ligacao-aquaviaria.pdf>. Acesso em: novembro 2018.
- [2] Fundo Verde. “Análise do uso do sistema de bicicletas compartilhadas projeto Integra - 2017”. 2018. Disponível em: http://fundoverde.ufrj.br/phocadownload/Relatorio%20de%20utilizacao2017_09.01.18.pdf. Acesso em: novembro 2018.
- [3] Fundo Verde. “Informativo: Mobilidade”. 2014. Disponível em: <http://fundoverde.ufrj.br/phocadownload/publicacoes/informativo-mobilidade-2.pdf>. Acesso em: novembro 2018.
- [4] Fundo Verde. “Informativo: Sistema de Informação e Monitoramento do Fundo Verde”. Disponível em: <http://fundoverde.ufrj.br/phocadownload/InformativoBD.pdf>. Acesso em: novembro 2018.
- [5] Banco Mundial. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?contextual=default&end=2017&locations=BR&start=2010&view=chart>. Acesso em janeiro 2019.
- [6] Banco Central. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/pec/GCI/PORT/readout/R20190111.pdf>. Acesso em janeiro de 2019.
- [7] UFRJ. Disponível em: https://ufrj.br/sites/default/files/documentos/2016/12/pd_2011_02_07.pdf. Acesso em: novembro 2018.
- [8] Fundo Verde. “Análise do Potencial Energético do Centro de Tecnologia da UFRJ”. 2015. Disponível em: <http://www.fundoverde.ufrj.br/phocadownload/publicacoes/short-report-energy-analysis-uni-rio.pdf>. Acesso em: novembro 2018.
- [9] Fundo Verde. “Informativo energia – 2016 Fundo Verde UFRJ”. 2016. Disponível em: <http://fundoverde.ufrj.br/phocadownload/informativo-energia-26-09-16.pdf>. Acesso em: novembro 2018.

Anexo I

Analisando os dados das faturas dos centros da Cidade Universitária, mostrados em 2.1, mais especificamente na Figura 6, é possível verificar que o perfil de ultrapassagem da demanda contratada média mensal dos centros indica que, para alguns deles, a demanda contratada esteja possivelmente desajustada com relação à demanda registrada. Sendo assim, foi realizado um estudo com o objetivo de identificar o melhor valor de demanda contratada para cada um dos centros, com base nos dados de consumo do ano de 2018 (janeiro a dezembro).

É importante ressaltar que nem todo cenário de ultrapassagem é problemático, bem como, nem todo cenário de demanda faturada abaixo da contratada é o ideal. É provável que, ao longo do período de um ano, uma demanda contratada de forma adequada seja ultrapassada, uma vez que: há tolerância quanto a ultrapassagem de 5 %, e que esta é economicamente viável, de forma a compensar a demanda não utilizada nos meses de menor consumo. Da mesma forma, nem todo centro que possui demanda média faturada abaixo da contratada, indica que esta pode ser reduzida. Para verificar se a demanda contratada está desajustada, para mais ou para menos, é necessário analisar o padrão de consumo de cada mês para o centro, durante um período de aproximadamente um ano, e fazer o balanço entre o valor pago oriundo da ultrapassagem da demanda contratada *versus* o valor pago pela demanda contratada, porém não utilizada. A partir desses dois fatores define-se uma função de custo, a ser avaliada para cada um dos centros, e assim estabelecer um valor ótimo de demanda contratada.

É importante destacar, ainda, que essas análises foram feitas com base na política tarifária atual da concessionária Light, tal que para consumidores A4 com tarifa Horossazonal Verde (THS Verde A4) – como é o caso das subestações em análise – a tarifa para demanda contratada é de R\$ 17,61/kW, e para ultrapassagem é de R\$ 35,22/kW. Ademais, foi considerada a margem de 5 % aceita para a ultrapassagem.

A função de custo analisada considera como objetivo minimizar a soma dos valores a serem pagos nos doze meses, considerando que, com a variação do valor da demanda contratada, diferentes cenários de ultrapassagens e de demandas contratadas acima das respectivas faturadas ocorrem. Sendo assim, a função de custo tem um único mínimo, o global, o qual indica o melhor cenário de ultrapassagem *versus* folga da demanda contratada.

Na Figura 41 é apresentado um resumo dos resultados obtidos, tal que: (i) ‘**Demanda contratada real**’ se refere à demanda contratada no momento em que o estudo foi realizado; (ii) ‘**Demanda contratada ideal**’ se refere à demanda contratada ótima, calculada a partir da função de custo; (iii) ‘**Porcentual demanda**’ indica o quanto, percentualmente, a ‘**Demanda contratada real**’ deve ser ajustada, considerando a ‘**Demanda contratada ideal**’; (iv) ‘**Porcentual valor**’ indica, percentualmente, o quanto esse ajuste de demanda contratada impacta na redução do valor total anual pago pela demanda da respectiva subestação; e (v) ‘**Valor**’ indica a economia, em reais, oriunda desse ajuste de demanda contratada, na conta anual da respectiva subestação. Nesta figura, as subestações estão ordenadas de forma decrescente, de acordo com o reajuste calculado. De forma que, subestações com maiores reajustes positivos/negativos (aumento/redução da demanda contratada), estão no topo da tabela.

Subestação	Demanda contratada real	Demanda contratada ideal	Porcentual demanda	Porcentual valor	Valor
Reitoria e CLA	980	435	-55,61%	51,56%	R\$ 106.769,43
Prefeitura	530	820	54,72%	31,25%	R\$ 89.494,02
LabCOG	325	153	-52,92%	42,69%	R\$ 29.320,65
Alojamento	185	89	-51,89%	43,38%	R\$ 16.958,43
LNDC	250	121	-51,60%	44,00%	R\$ 23.245,20
COPPEAD	280	165	-41,07%	29,11%	R\$ 17.222,58
Restaurante	200	276	38%	32,64%	R\$ 28.264,05
CCMN	1500	1095	-27,00%	16,63%	R\$ 52.724,34
Fac. Letras	530	635	19,81%	7,96%	R\$ 12.467,88
LADETEC	1500	1245	-17,00%	4,68%	R\$ 14.845,23
COPPE	420	470	11,90%	5,83%	R\$ 6.815,07
CT	5150	4542	-11,81%	2,76%	R\$ 31.698,00
CCS	4365	3871	-11,32%	6,11%	R\$ 59.222,43
Zona Industrial	185	173	-6,49%	3,17%	R\$ 1.267,92
EEFD	230	216	-6,09%	0,10%	R\$ 52,83
HU	2950	2799	-5,12%	3,79%	R\$ 23.931,99
IPPMG	570	555	-2,63%	0,00%	R\$ -

Figura 41: Resumo dos resultados obtidos a partir da otimização da função de custo, para determinar o valor ótimo de demanda contratada.

Analisando a Figura 41 verifica-se que dentre as subestações com maiores reajustes a serem feitos se encontram: a da Reitoria, a da Prefeitura e a do Alojamento, as quais apresentam uma situação atual diferente da qual elas foram planejadas para suprir.

No caso da Reitoria e do Alojamento, após os episódios de incêndio, o consumo local foi reduzido significativamente, devido à realocação de grande parte dos alunos e/ou servidores que trabalhavam e estudavam, ou residiam, no respectivo prédio. Por esse motivo, o estudo indica uma redução da demanda contratada. Porém, considerando que este cenário é temporário, o mesmo não deve ser tomado como base para mudança de contrato junto à concessionária. No caso da Prefeitura, há cargas temporariamente conectadas a ela com previsão de realocação para outras unidades em 2020, assim o consumo da subestação Prefeitura sofrerá significativa redução de consumo. Dessa forma, o estudo atual desta subestação não representa o cenário futuro próximo, e não deve ser tomado como base para mudança de contrato junto à concessionária.

As subestações com cenário estável e que apresentam maior necessidade de ajuste da demanda contratada, segundo o estudo, são: Lab COG, LNDC, COPPEAD e Restaurante, com porcentual de reajuste calculado acima de 30 % para cada um. Vale observar, ainda, que não necessariamente subestações com reajuste de demanda contratada porcentualmente maior, apresentam maior economia porcentual e/ou em reais, no valor da conta, uma vez que dependem também do consumo de energia do centro. Nesse sentido, considerando o valor em reais a ser economizado: o CCS, o CCMN, o CT, o Lab COG, o Restaurante, o HU e o LNDC, são os que apresentam, em ordem decrescente, maior economia em reais, todos acima de R\$ 20.000,00/ano (entre R\$ 1.500,00/mês e R\$ 5.000,00/mês). Considerando a economia proveniente do reajuste dessas sete subestações, o impacto total na conta anual da UFRJ fica em torno de 0,6 %.

A seguir são mostrados os gráficos gerados a partir da análise para cada um dos centros, os quais contém as seguintes informações, já resumidas na Figura 41: geração de energia mensal para o período de um ano em análise, demanda contratada real (ou atual), e demanda contratada ideal, calculada através da função de custo utilizada.

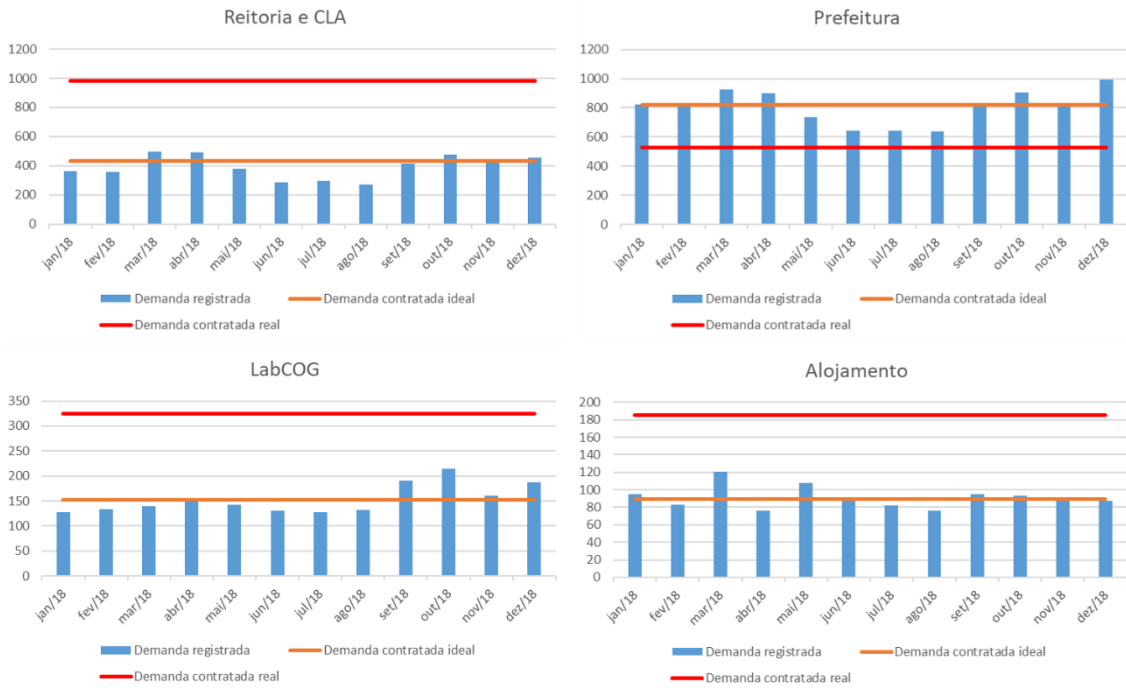


Figura 42: Análise de demanda contratada para as subestações: Reitoria e CLA, Prefeitura, Lab COG e Alojamento.

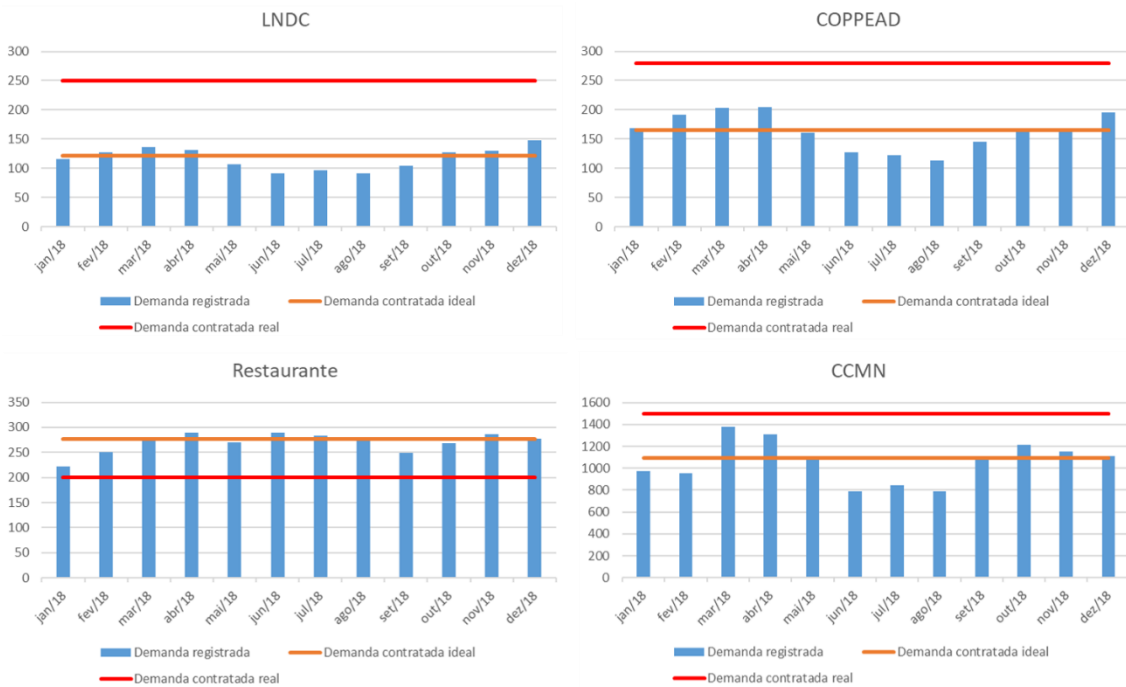


Figura 43: Análise de demanda contratada para as subestações: LNDC, COPPEAD, Restaurante Universitário e CCMN.

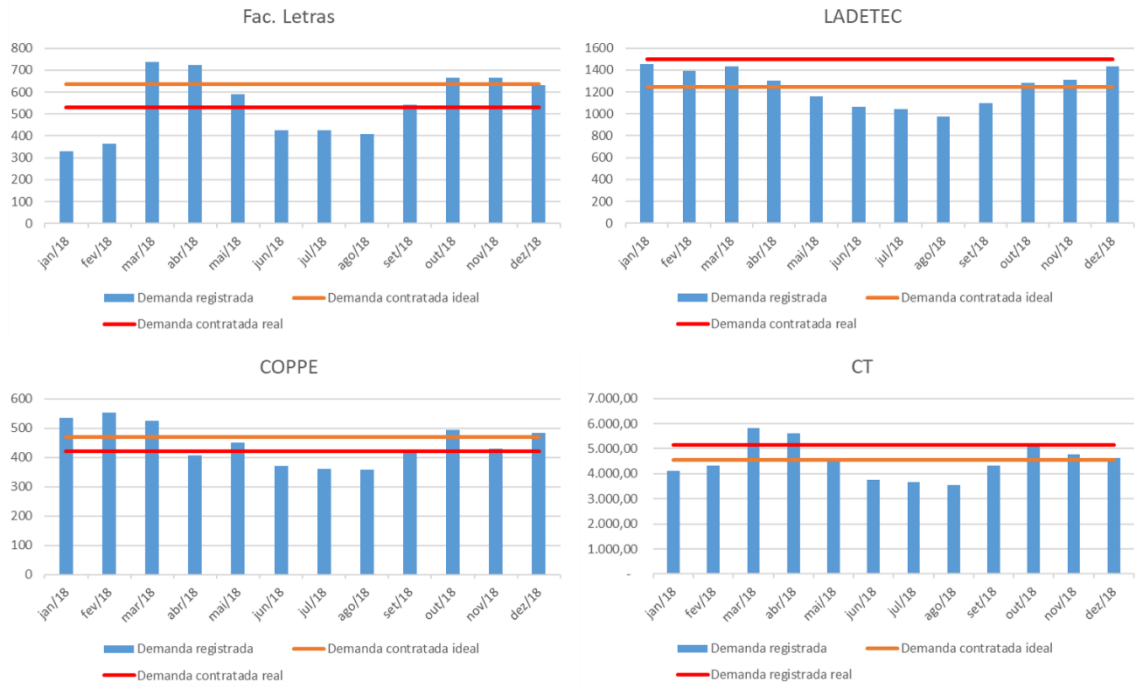


Figura 44: Análise de demanda contratada para as subestações: Faculdade de Letras, LADETEC, COPPE e CT.



Figura 45: Análise de demanda contratada para as subestações: CCS, Zona Industrial, EEFD e HU.

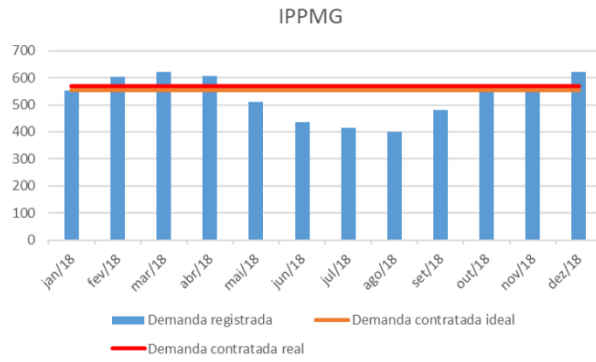


Figura 46: Análise de demanda contratada para a subestação do IPPMG.



UFRJ
faz **100**
ANOS

1920 | 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO