



Sistema de Gestão Energética nas Universidades Federais:

Da gestão eficiente de contratos ao monitoramento em tempo
real da performance das Usinas Fotovoltaicas

Dra. Loana Nunes Velasco
Professora da Universidade de Brasília

MANAUS - AMAZONAS - UFAM



Grupo de Pesquisa especializado em Sistemas Elétricos de Potência, Eficiência energética, Geração Distribuída.



O LAPPIS um laboratório especializado em técnicas avançadas de Engenharia de Software aguçando desde sistemas de informação até sistemas embarcados, objetivando as oportunidades de pesquisas teóricas e aplicadas.



LAPPIS

Laboratório Avançado de Produção
Pesquisa e Inovação em Software



Gestão Orientada a Dados

1. Gestão eficiente de contratos



2. Monitoramento do sistema de geração de energia



Universidade

3. Gestão do Consumo Energético e Indicadores de Qualidade de Energia





FORPLAD
1ª Reunião Ordinária 2023



Unidades Consumidoras

Campus Gama
Unidade consumidora: 3410000022

Monitor | Pendentes | 2023 | 2022 | 2021

Mês	Consumo (kWh)		Demanda (kW)		Valor (R\$)	
	Ponto	Fazr Ponto	Ponto	Fazr Ponto		
Janeiro	5102	5256	94,94	865,54	82474,49	✓
Fevereiro	232	3445	11,45	35,05	4234,71	✓
Março	230	3665	7,13	52,52	9355,65	✓
Abril	299	4295	15,89	42,68	66037,91	✓
Maior	312	5821	11,95	30,58	9545,15	✓
Junho	311	3550	20,17	56,77	49685,69	✓
Julho	365	3105	17,71	29,76	83557,59	✓
Agosto	311	2268	17,58	25,49	28455,38	✓
Setembro	248	2040	9,96	21,77	58350,05	✓



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



CONTEXTUALIZAÇÃO



- Resolução Normativa nº 1.000/2021;
- Contrato de Fornecimento de Energia;
- Variáveis que devem ser consideradas:
 - ✓ Consumo
 - ✓ Demanda
 - ✓ Nível de tensão



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



ANÁLISE DO CONTRATO

Para o desenvolvimento da análise de enquadramento tarifário, as seguintes considerações são necessárias:

- Análises de forma individualizada das unidade consumidora;
- Importação dos valores de tarifas vigentes da distribuidora da área de concessão da unidade consumidora;
- Importação de dados de consumo tais como:
 - Consumo no horário de ponta;
 - Consumo no horário fora de ponta;
 - Demanda medida na ponta;
 - Demanda medida fora de ponta.



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



METODOLOGIA

Utilizando técnicas estatísticas, são verificados diversos cenários de contratação, aplicando as

Considerações gerais para análise, conforme Resolução Normativa ANEEL 1.000:

- Modalidade tarifária;
- Modalidade tarifária horária verde;
- Modalidade tarifária horária azul;
- Demanda;
- Demanda contratada;
- Demanda medida;



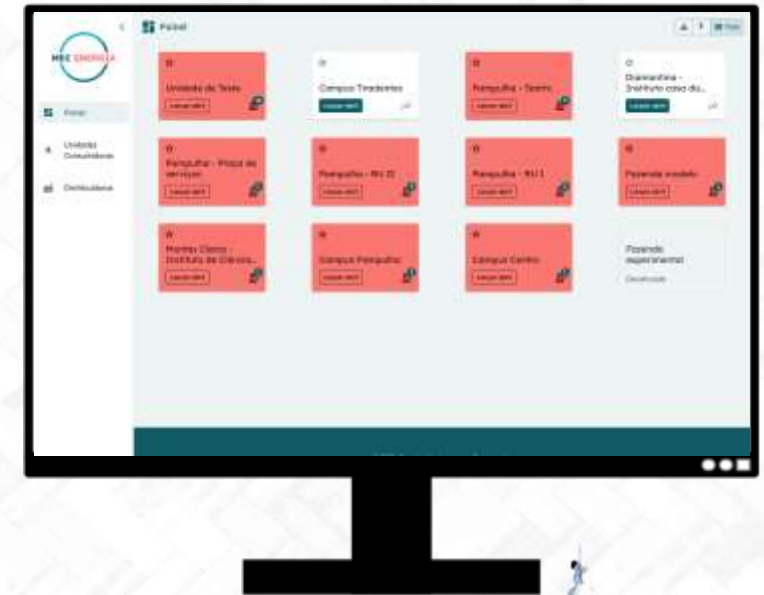
1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



SOLUÇÃO - SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE CONTRATOS

O sistema tem por objetivo auxiliar as instituições de ensino superior (IES) a gerenciar e avaliar a adequação de contratos de conta de energia elétrica a partir de:

- Gestão de faturas mensais de energia;
- Gestão de contratos;
- Geração de relatórios de recomendações de ajustes nos contratos visando economia de recursos.



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



Unidades Consumidoras
+ Unidade Consumidora

Tudo

Fazenda Água Limpa

7 faturas pendentes

Campus Gama

Em dia

Campus Planaltina

Em dia

Campus Ceilândia

Em dia

Campus Darcy Ribeiro

6 faturas pendentes

Campus Gama Editar

Unidade consumidora: 3410000022

Faturas Análise Contrato

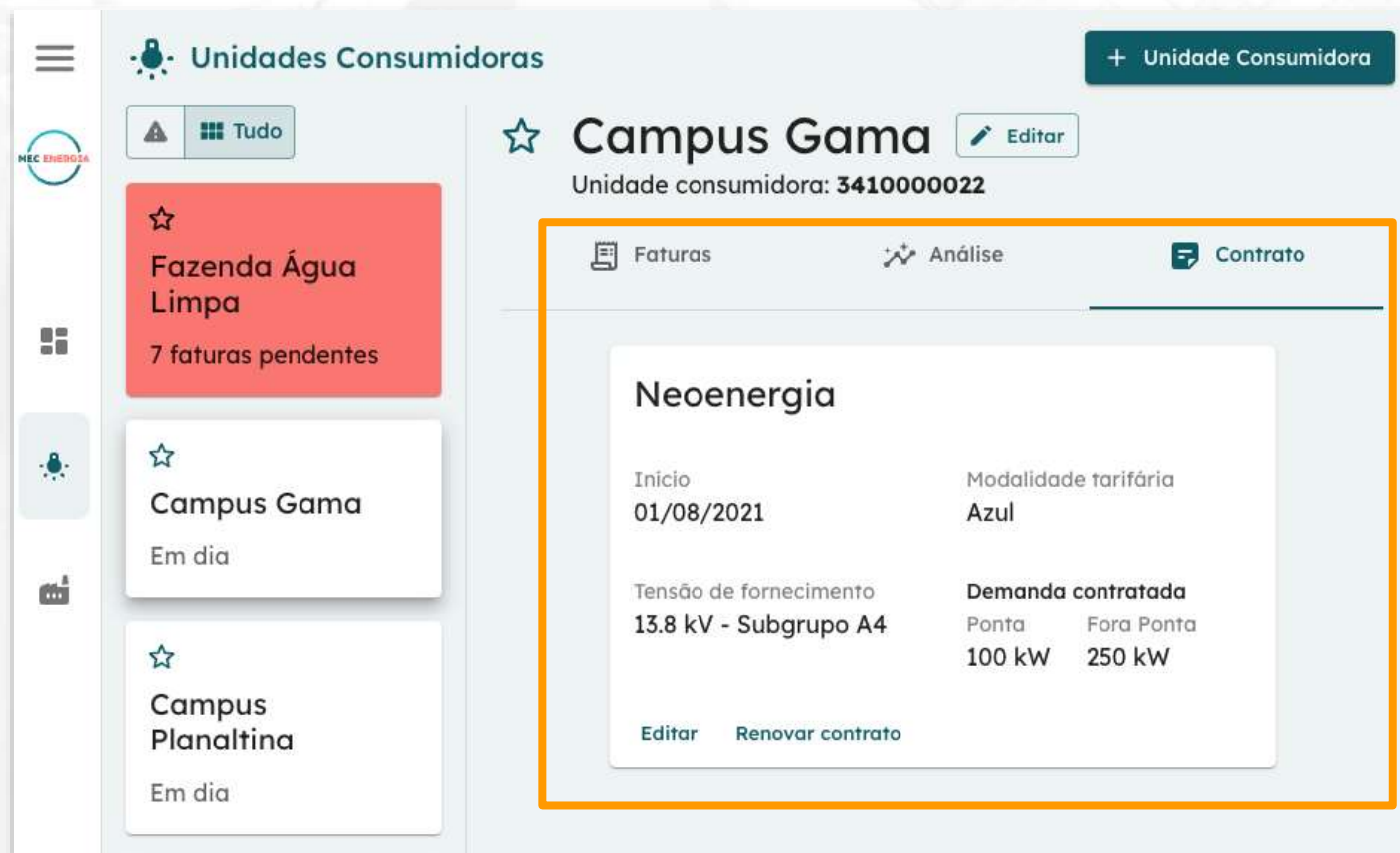
Mostrar: Pendentes 2023 2022 2021

Mês ↑	✓	Consumo (kWh)		Demanda (kW)		Valor (R\$)	✎
		Ponta	Fora Ponta	Ponta	Fora Ponta		
Janeiro	✓	5102	5256	94.94	863.54	82474.49	✎
Fevereiro	✓	232	3445	11.93	35.05	6234.71	✎
Março	✓	230	3665	7.15	52.52	93856.63	✎
Abril	✓	299	4193	13.89	42.68	66057.91	✎
Maio	✓	312	5821	11.93	30.38	9543.13	✎
Junho	✓	311	3550	20.17	36.77	49685.69	✎
Julho	✓	365	3105	17.71	29.76	85557.59	✎
Agosto	✓	311	2268	17.58	23.49	28455.38	✎
Setembro	✓	248	2040	9.96	21.77	36850.05	✎

Gestão das Faturas



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



The screenshot shows a web interface for managing energy contracts. On the left, a sidebar lists consumer units: 'Fazenda Água Limpa' (7 pending bills), 'Campus Gama' (up to date), and 'Campus Planaltina' (up to date). The main area displays details for 'Campus Gama' (unit 3410000022). A highlighted box shows the 'Neoenergia' contract details:

Neoenergia	
Início	Modalidade tarifária
01/08/2021	Azul
Tensão de fornecimento	Demanda contratada
13.8 kV - Subgrupo A4	Ponta Fora Ponta
	100 kW 250 kW

Buttons for 'Editar' and 'Renovar contrato' are visible at the bottom of the contract details box.

Detalhes do Contrato



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



Recomendação

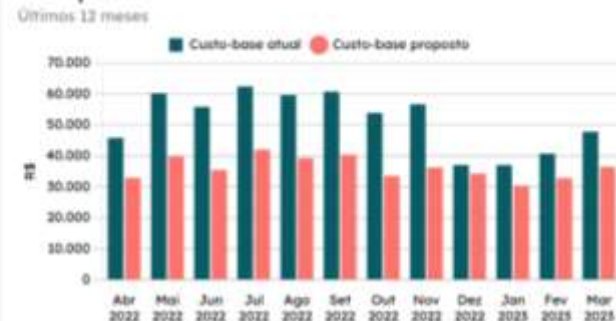
Ajuste do contrato

Modalidade tarifária
Atual: Verde | Proposto: Verde

Demanda contratada
Atual: 74 kW | Proposto: **229 kW**

Recomendação

Comparativo custo-base

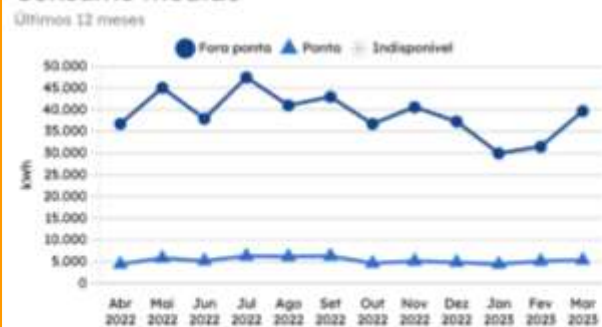


Total atual: R\$ 618.039,24
Total proposto: R\$ 455.967,10 **26,8% de economia nominal**

Potencial de economia

*O custo-base é sempre menor que do valor da futura, saiba mais.

Consumo medido



Demanda medida



Dados históricos



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



RESULTADOS CONSOLIDADOS DA ANÁLISE DE 13 UNIVERSIDADES

Projeto piloto:

- 13 Universidades Federais;
- 191 unidades consumidoras analisadas com diversidades de padrão de consumo;
- Potencial de economia total de **R\$2.329.078,45 anual**.

Destaques:

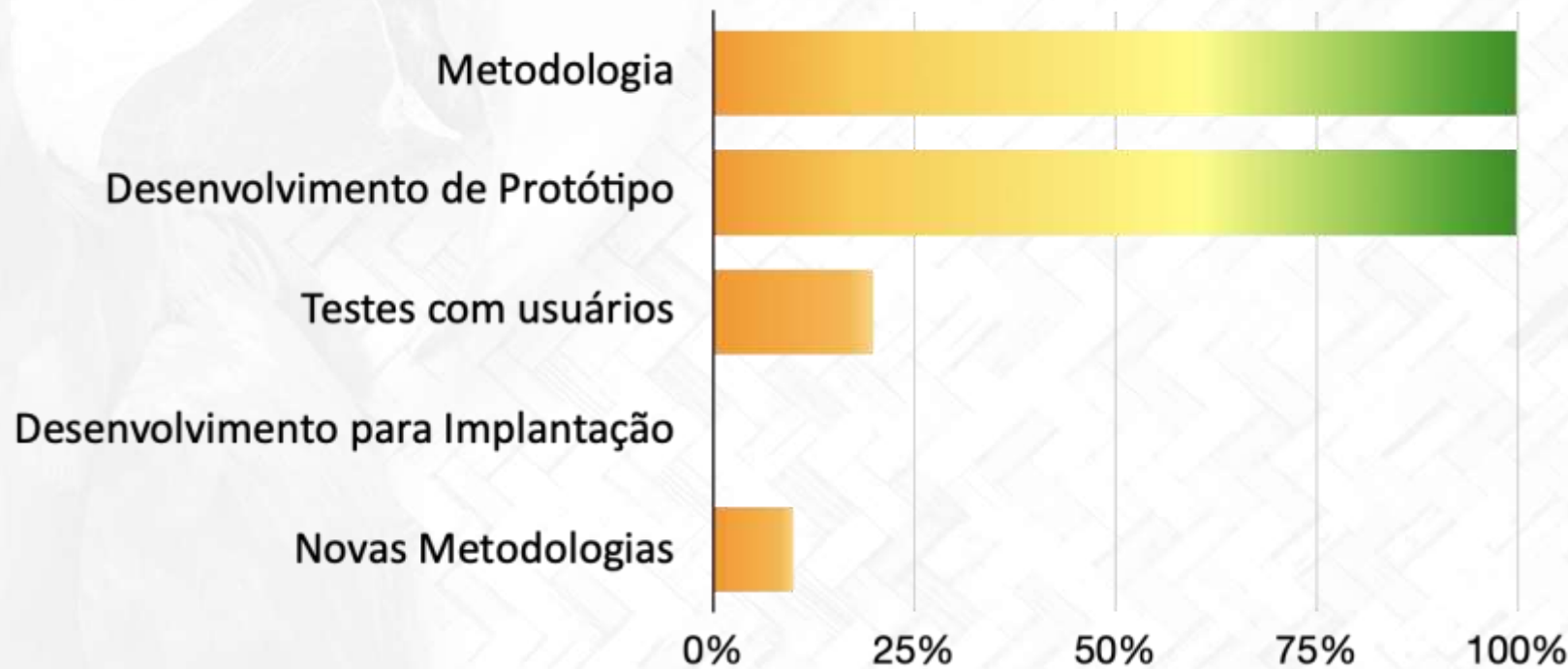
- A Universidade que apresentou os maiores percentuais de economia anual, variou entre **12% a 52,82%**;
- Apenas uma universidade apresentou um potencial de economia, de **R\$ 1.050.483,04 anual**
- Algumas universidades já estavam com o contrato corretamente dimensionado;



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



ESTÁGIO ATUAL DA PLATAFORMA



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



EVOLUÇÃO DO SISTEMA E DESENVOLVIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO

- Login vinculado ao sistema ***SouGov***;
- Aprimoramento da metodologia de análise usando técnicas de ***Machine Learning***;
- Camada de **Gestão de Controle de Pagamentos**;
- **Cálculo de Sistema de Geração de Energia** adequado a realidade da IFES;
- **Implantação de um Sistema Piloto** em universidades selecionadas.



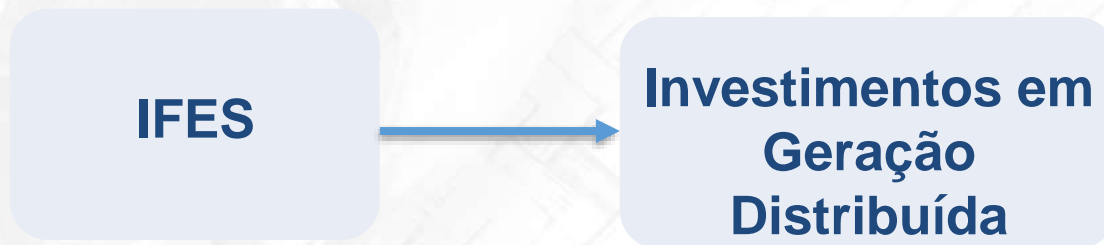
2. GESTÃO E MONITORAMENTO EM TEMPO-REAL BASEADO EM PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS



1. GESTÃO EFICIENTE DE CONTRATOS DE ENERGIA ELÉTRICA



CONTEXTUALIZAÇÃO



- Novas tecnologias;
- Diferentes sistemas de monitoramento, dificultando a organização das informações;
- Monitoramento sem Parâmetro de Performance;
- Dificuldades de Manutenção.



2. GESTÃO E MONITORAMENTO DA PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS



METODOLOGIA

- Definição de métodos de cálculos baseado em modelos estatísticos;
- Acompanhamento técnico da geração de energia de forma contínua tendo como base métricas estipuladas em simulações e calibração de modelos;
- Sistemas de alertas para condições de operação fora do padrão esperado;



2. GESTÃO E MONITORAMENTO DA PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS



CARACTERÍSTICAS PARA DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

- Simulação dos sistemas implementados
- Utilização de indicadores de performance: Performance Ratio
- Avaliação de desempenho de acordo com a IEC 61724 e NBR 6274:2014
- Cálculo da energia injetada na rede ao longo de um ano de acordo com a NBR 6274:2014
- Análise de rendimento considerando perdas:
 - Perda por sujidade;
 - Perda por temperatura;
 - Perdas por sombreamento, etc.



2. GESTÃO E MONITORAMENTO DA PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS



Exemplo de aplicação da metodologia.



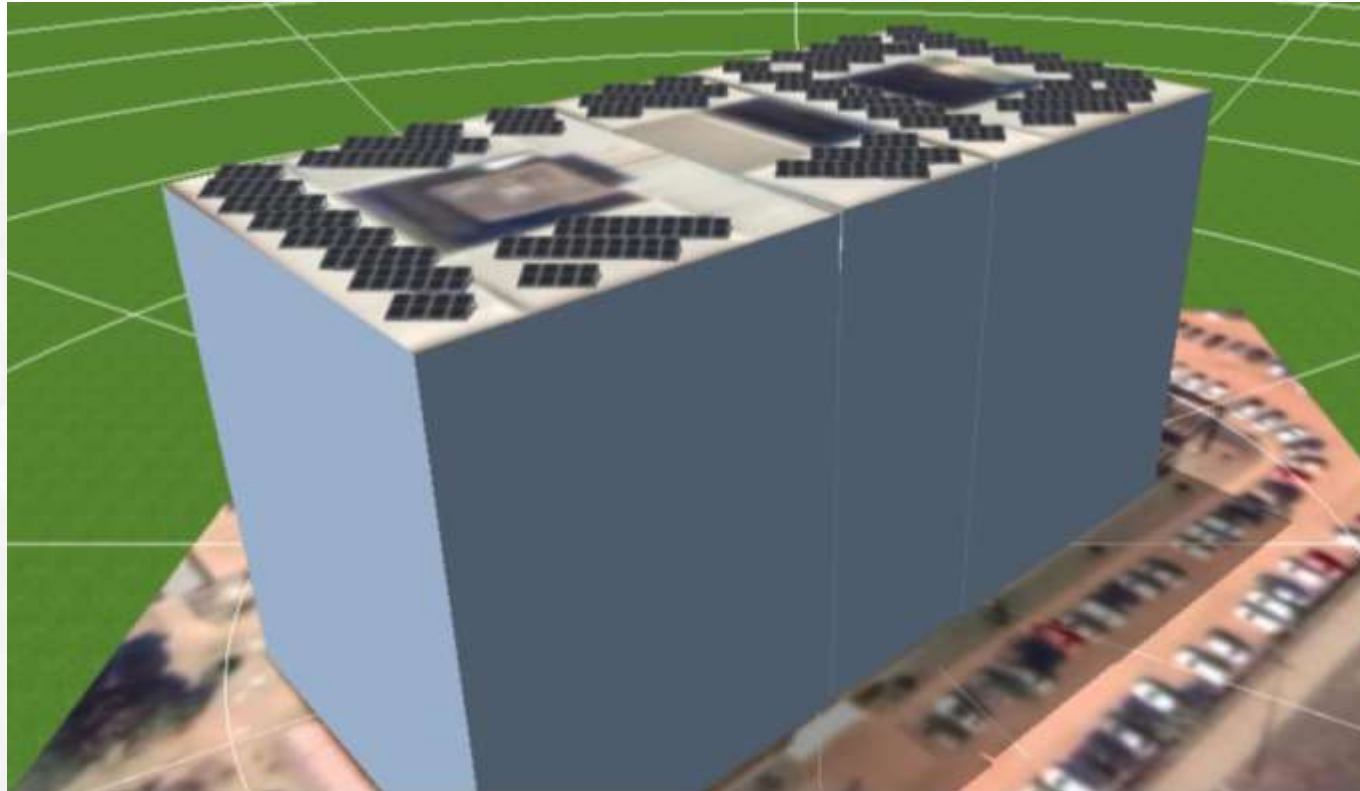
UnB - Campus Gama; 1 - UED; 2 - UAC; 3 - MESP; 4 - LDTEA.



2. GESTÃO E MONITORAMENTO DA PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS



Exemplo de aplicação da metodologia.

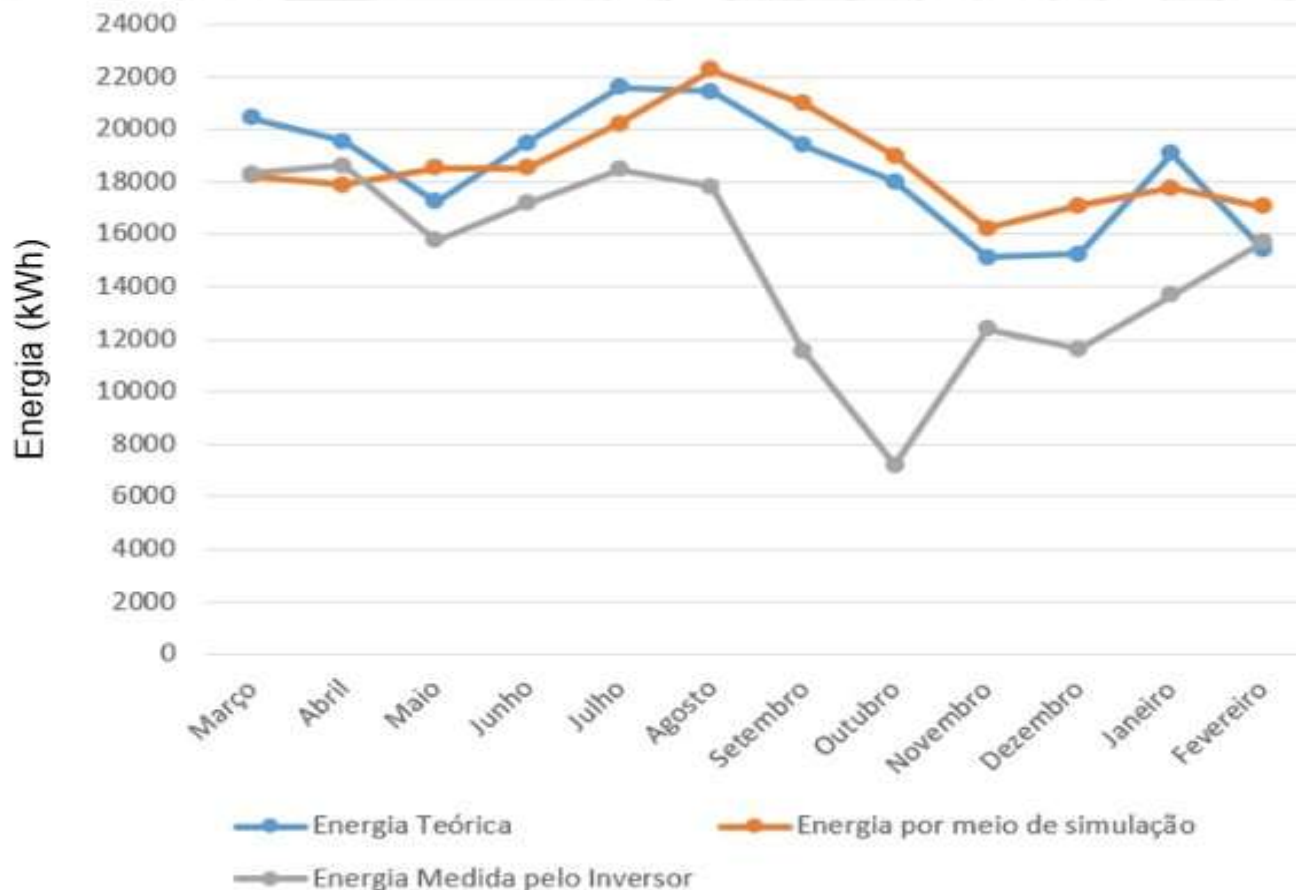


Esquemático da Simulação do sistema monitorado no PvSol





2. GESTÃO E MONITORAMENTO DA PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS



Desempenho do sistema monitorado



2. GESTÃO E MONITORAMENTO DA PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS



EVOLUÇÃO DO SISTEMA E NOVAS ENTREGAS

- Desenvolvimento da nova funcionalidade com a metodologia desenvolvida para verificação de performance dos sistemas.
- Incorporação de nova funcionalidade a ferramenta computacional.
- Aplicação da metodologia em outras Plantas de Geração de Energia da Universidade de Brasília, para validação da metodologia
- Seleção de universidades para implementação do sistema Piloto em conjunto com o MEC;
- Visitas às universidades, identificação de sistemas que serão monitorados, aquisição e instalação de medidores;



2. GESTÃO E MONITORAMENTO DA PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS



EVOLUÇÃO DO SISTEMA E NOVAS ENTREGAS

- Acompanhamento dos sistemas por um período pré-determinado de 6 meses;
- Refinamento da metodologia através de técnicas de *machine learning*
- Desenvolvimento de modelos baseados em regiões geográficas;
- Treinamento e capacitação dos técnicos e gestores das Universidades;
- Divulgação do sistema e metodologia entre as demais IFES que não participaram do projeto piloto;
- Estudo de modelo de negócio para implantação do sistemas em outras IFES, com a transferência de responsabilidade para as Faculdades que aderirem à plataforma

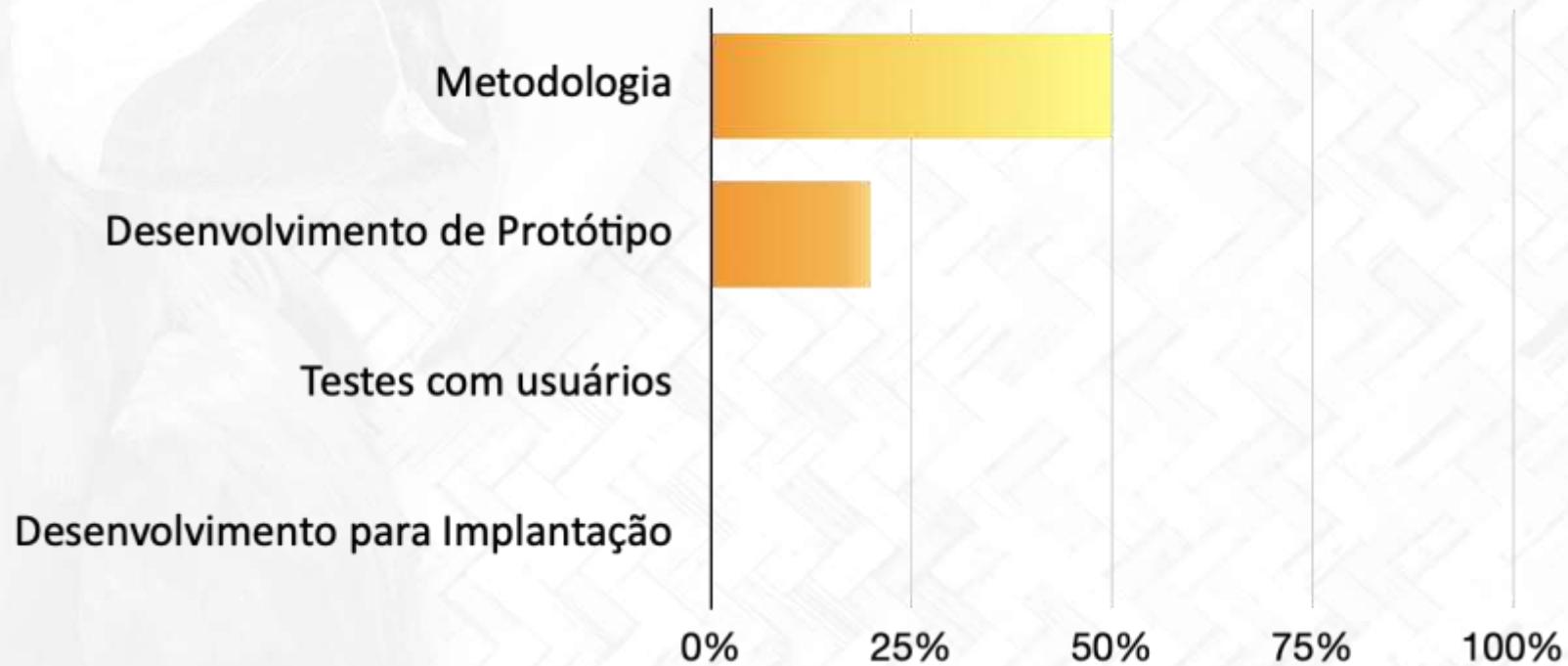




2. GESTÃO E MONITORAMENTO DA PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS



ESTÁGIO ATUAL DA PLATAFORMA



3. SISTEMA DE GESTÃO ENERGÉTICA - SIGE

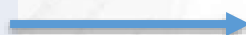


3. GESTÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E INDICADORES DE QUALIDADE



CONTEXTUALIZAÇÃO

IFES



Entrada Única de Energia

- Sistemas de distribuição interna em Média Tensão com baixa manutenção e sem monitoramento;
- Apresenta problemas de qualidade de energia, queima de equipamentos por "causa desconhecida";
- Má gestão de consumo de energia em edificações devido à falta de informações.



3. GESTÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E INDICADORES DE QUALIDADE



METODOLOGIA

- Monitoramento das grandezas elétricas em tempo real;
- Definição de indicadores a serem monitorados;
- Definição de parâmetros da qualidade de energia;
- Definição de padrões de consumo por edificação;
- Monitoramento em tempo real de sistemas fotovoltaicos instalados nas edificações;
- Verificação de contrato de energia e orientação a contratação eficiente.



3. GESTÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E INDICADORES DE QUALIDADE



CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

- Monitoramento em tempo real de grandezas elétricas dos edifícios;
- Monitoramento de indicadores de qualidade (Resolução ANEEL);
- Sistemas de alertas para condições de operação fora do padrão esperado;
- Plataformas de visualização das grandezas em tempo real;
- Ferramentas de auxílio na manutenção do sistema elétrico;
- Relatórios técnicos e econômicos das edificações monitoradas.



3. GESTÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E INDICADORES DE QUALIDADE

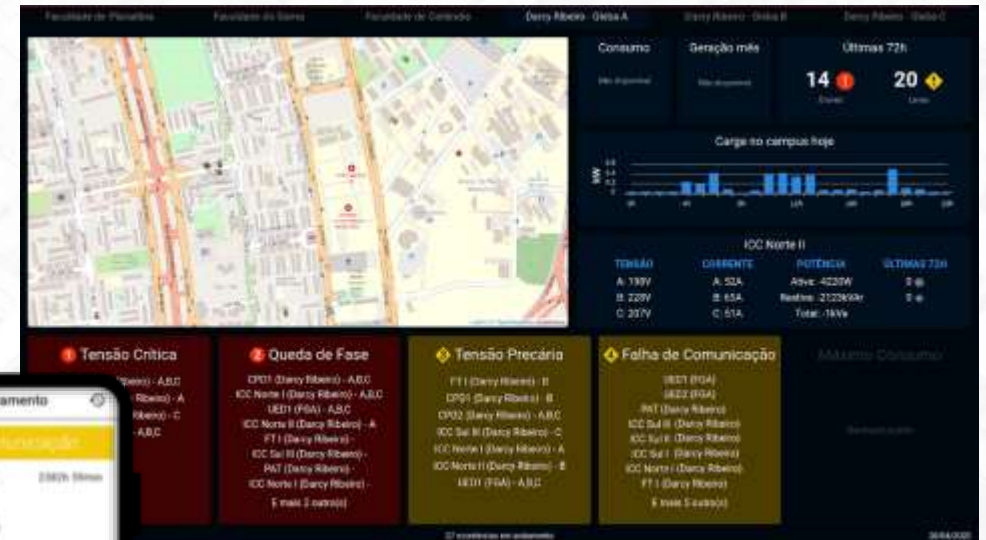


Sistema de Gestão Energética - SIGE: aplicação web desenvolvida para auxiliar o monitoramento e gestão das instalações elétricas das edificações dos campi da Universidade de Brasília.

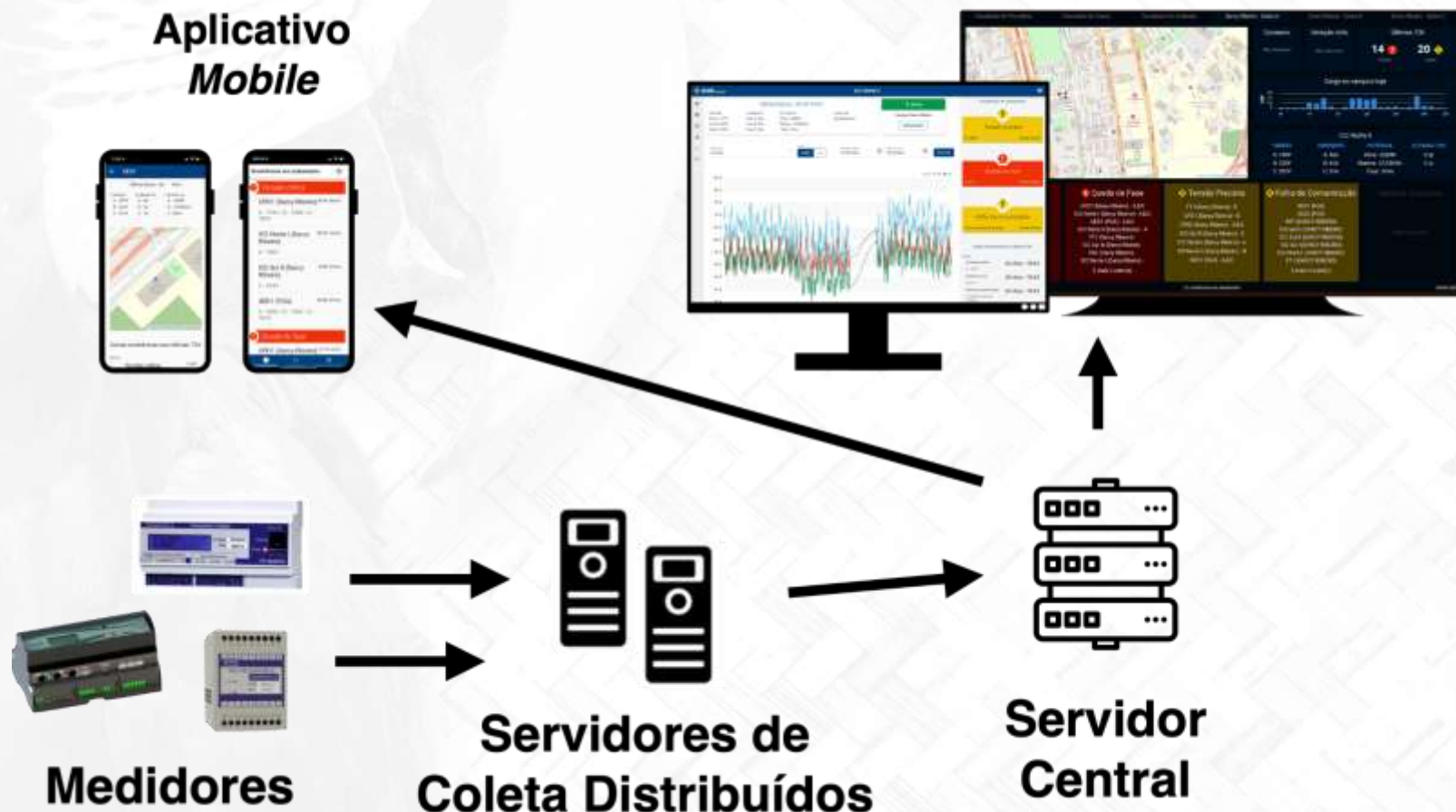
Desenvolvido em uma parceria entre a UnB / CEB / ANEEL como um projeto de *software livre* a ser aplicado no monitoramento e gestão do consumo e qualidade de energia elétrica em prédios públicos.

SIGE-UnB - <http://sige.unb.br>

Repositório Oficial
<https://gitlab.com/lappis-unb/projects/SMI>



ARQUITETURA DO SISTEMA



O sistema possui uma arquitetura distribuída entre as camadas de coleta de medições elétricas e suas versões Web e Mobile oferecendo robustez e redundâncias para evitar perda de dados.



3. GESTÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E INDICADORES DE QUALIDADE



Sistema de Gestão Energética - SIGE



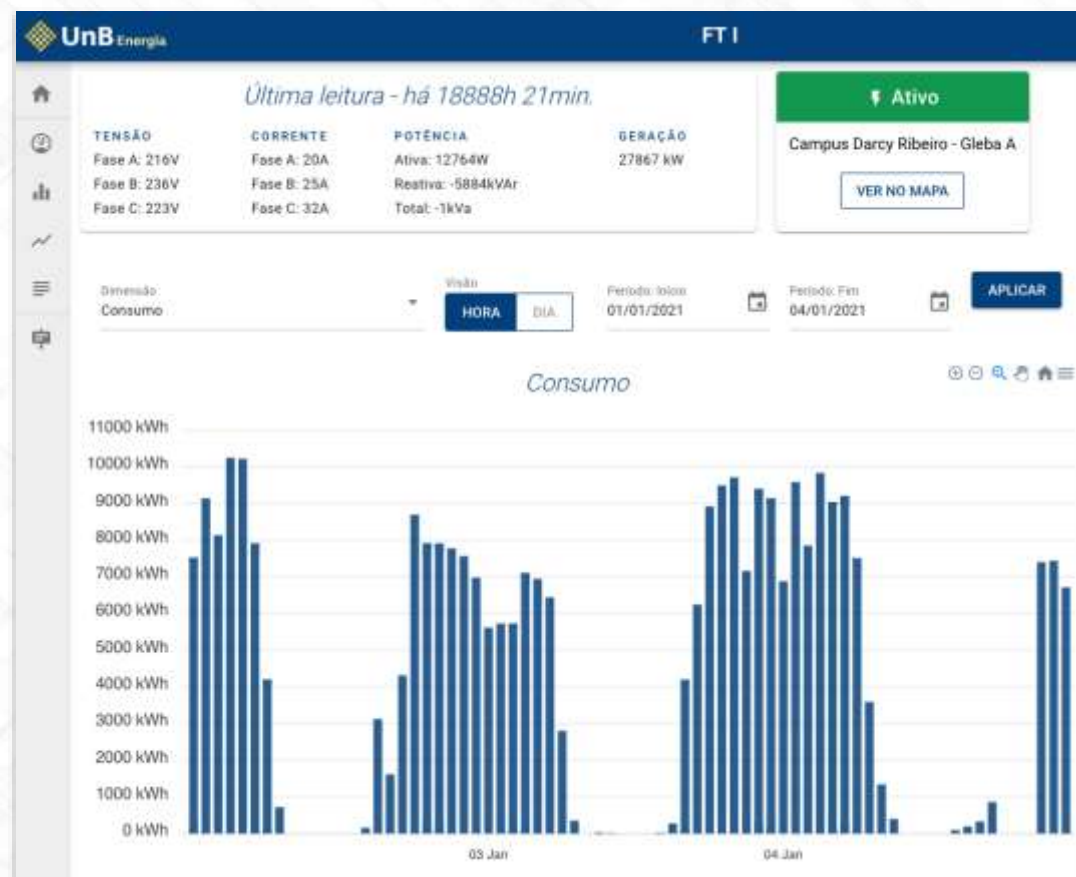
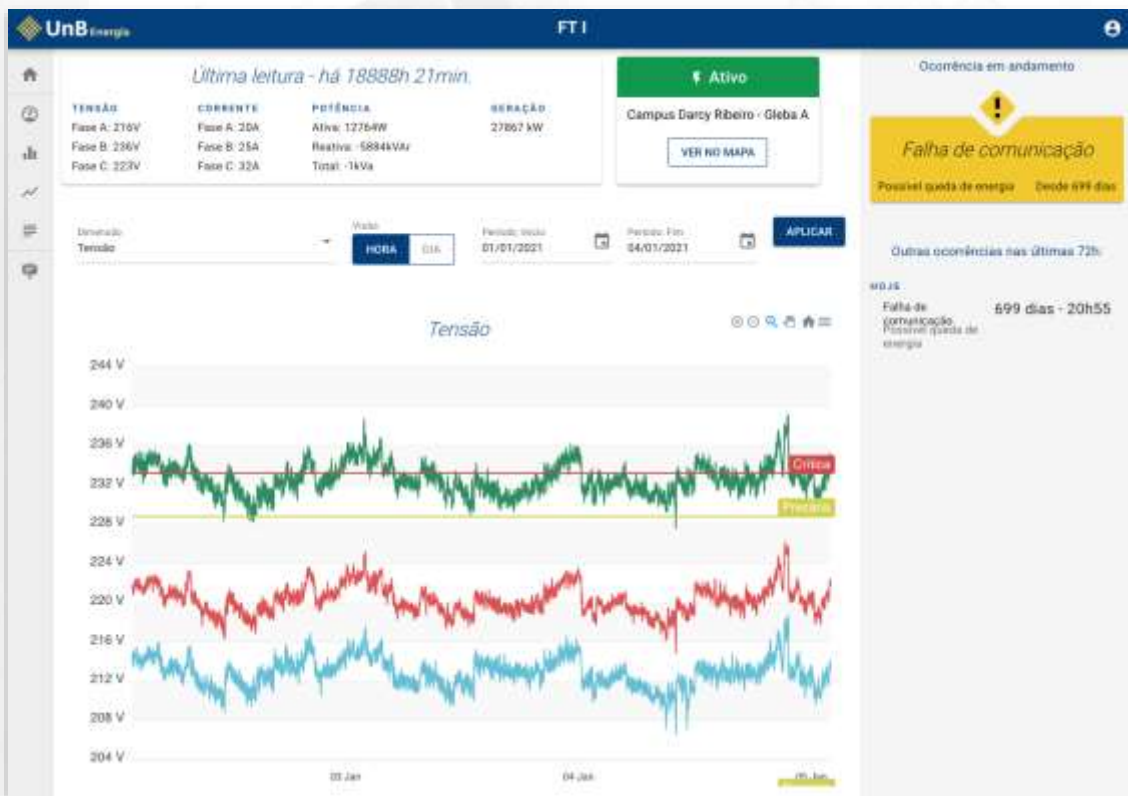
Campus	Nome	Ocorrências				Ativo	Modelo
		Graves	Leves	Out. 72h	Grupos		
Darcy Ribeiro - Gleba A	BSAN	1	2	3	BSAN	Ativo	TR4020
Darcy Ribeiro - Gleba A	CEU I	2	2	4	CEU	Ativo	TR4020
Darcy Ribeiro - Gleba A	FT I	-	1	1	FT	Ativo	MD30
Darcy Ribeiro - Gleba A	FT II (BRACQ)	1	2	3	FT	Ativo	TR4020
Darcy Ribeiro - Gleba A	ICC Norte II	1	2	3	ICC	Ativo	TR4020
Darcy Ribeiro - Gleba A	ICC Norte III	-	1	1	ICC	Ativo	TR4020
Darcy Ribeiro - Gleba A	ICC Sul III	1	2	3	ICC	Ativo	TR4020
Darcy Ribeiro - Gleba A	PAT	2	2	4	PAT	Ativo	TR4020
Darcy Ribeiro - Gleba A	DO-11	1	2	3	FT	Ativo	TR4020
Darcy Ribeiro - Gleba A	STI 1	2	2	4	CPD	Ativo	MD30
Darcy Ribeiro - Gleba A	STI 2	2	2	4	CPD	Ativo	MD30
Faculdade de Gama	UED1	-	1	1	UED	Ativo	MD30
Faculdade de Gama	UED2	1	1	1	UED	Ativo	TR4020



3. GESTÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E INDICADORES DE QUALIDADE



Sistema de Gestão Energética - SIGE



3. GESTÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E INDICADORES DE QUALIDADE



FORPLAD
1ª Reunião Ordinária 2023

Implantação na UnB

Campus	Medidores
Darcy Ribeiro	25
Faculdade do Gama	13
Total	38



Campus Darcy Ribeiro



Faculdade do Gama



3. GESTÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E INDICADORES DE QUALIDADE



EVOLUÇÃO DO SISTEMA

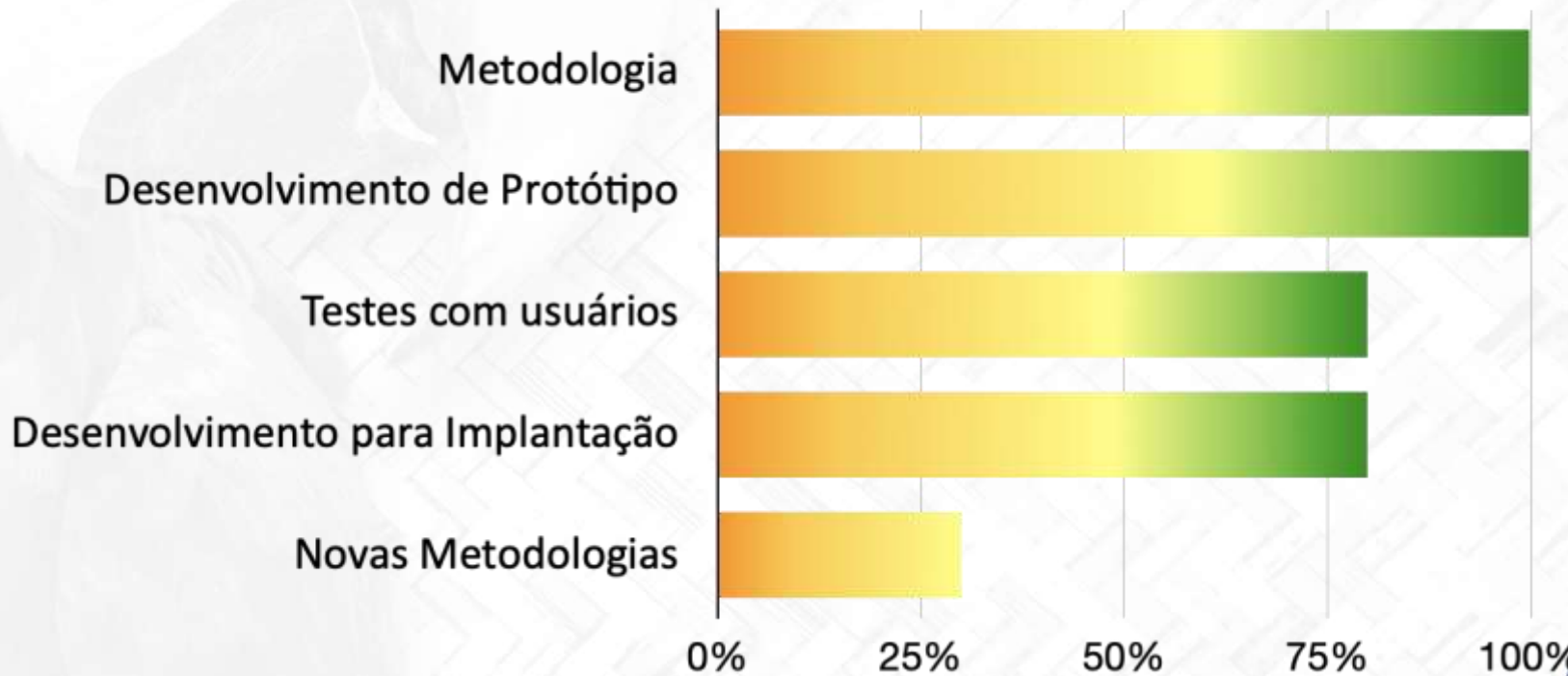
- VERIFICAÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE, CONFORME RESOLUÇÃO ANEEL
- SISTEMAS DE ALERTA PARA CONDIÇÕES OPERACIONAIS FORA DO PADRÃO PRÉ-DETERMINADO;
- FERRAMENTA PARA AUXÍLIO NA MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO.
- *INCLUSÃO DA ANÁLISE DE CONTRATOS*
- *INCLUSÃO DA ANÁLISE DE PERFORMANCE DAS USINAS FOTOVOLTAICAS*



3. GESTÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO E INDICADORES DE QUALIDADE



ESTÁGIO ATUAL DA PLATAFORMA



DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE - MELHORES PRÁTICAS:

- METODOLOGIAS ÁGEIS: SCRUM, EXTREME PROGRAMMING
- TESTES AUTOMATIZADOS, INTEGRAÇÃO E *DEPLOY* CONTÍNUO
- APLICAÇÕES WEB MULTIPLATAFORMA
- TODAS AS TECNOLOGIAS BASEADAS EM *SOFTWARE LIVRE*

LICENÇA

- *SOFTWARE LIVRE*





UnB Energia

Obrigada pela atenção!

Loana Nunes Velasco – loana@unb.br

Renato Coral Sampaio – renatocoral@unb.br

