

GESTÃO INTELIGENTE DE ENERGIA ELÉTRICA

PERSPECTIVAS E PROPOSTAS PARA O CENÁRIO RESIDENCIAL BRASILEIRO

Fernando Deluno Garcia¹

Orientador: Prof. Dr. Fernando Pinhabel Marafão¹

Coorientador: Prof. Dr. Wesley Angelino de Souza²

¹Universidade Estadual Paulista

Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Centro Integrado de Pesquisa em Controle e Automação

6 de Agosto de 2021

- 1 Contextualização;
- 2 Problemática e questão de pesquisa;
- 3 Motivação;
- 4 Objetivos;
- 5 Proposta;
- 6 Conclusões preliminares;
- 7 Próximos passos.

Temas em destaque:

- ① Aumento da demanda residencial:
 - horizonte decenal: consumo médio de 200 kWh/mês;
 - Impulsionado pela posse de equipamentos.
- ② Políticas de eficiência energética:
 - renovação do parque de equipamentos;
 - *rebound effect*.
- ③ Fontes renováveis e geração de energia local.
 - horizonte decenal: crescimento tímido;
 - Motivos: preço / retorno de investimento;
 - Baterias.
- ④ Modernização do sistemas de energia: *Smart Grid*.

Contextualização

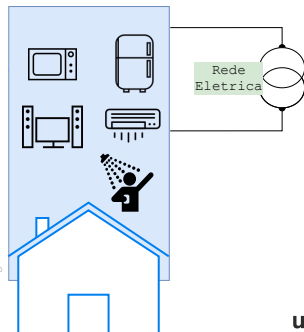
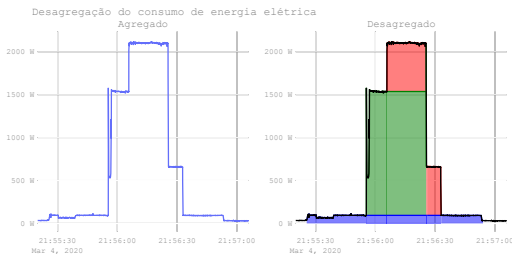
- *Smart metering* residencial;
- Faltam incentivos e políticas públicas;
- Medidores inteligentes: Quem deve arcar com os custos?
- Gestão de energia no sistema residencial.



<https://www.siemens.com.br/desenvolvimento-sustentado-em-megacidades/smart-grid.html>

Contextualização

- Como a telemetria pode tornar a gestão mais inteligente e precisa?
- Medidor inteligente: além da comunicação bidirecional.
- Desagregação de energia: *Santo Graal da Eficiência Energética?*



Potenciais aplicações de monitoramento não-intrusivo e da desagregação de cargas no cenário residencial brasileiro:

- 1 Medição de energia elétrica no contexto das Redes Inteligentes de Energia;
- 2 Monitoramento de eletrodomésticos;
- 3 Estratificação do consumo de energia elétrica;
- 4 Sistema de Gerenciamento de energia (HEMS);
- 5 Recomendações e suporte a decisões.

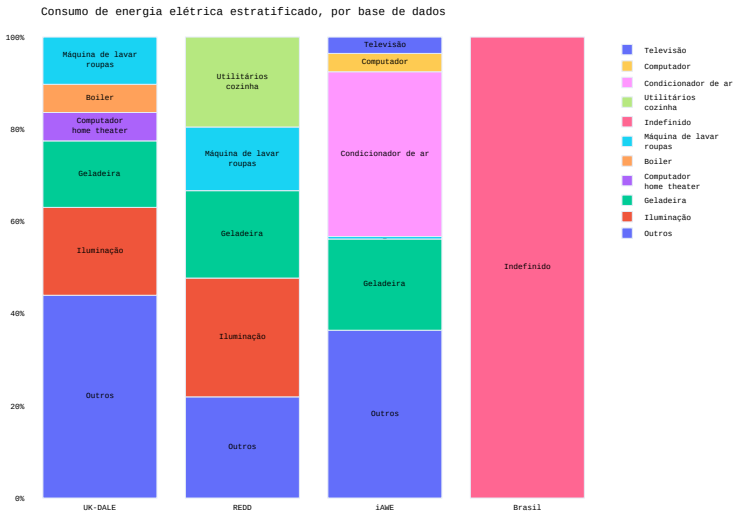
Problemática e questão de pesquisa

Escassez de literatura que retrate o uso do monitoramento não intrusivo no cenário residencial brasileiro.



Problemática e questão de pesquisa

Falta de um modelo de referência para determinar quais são os principais eletrodomésticos usados no cenário residencial brasileiro.



Problemática e questão de pesquisa

Falta de um modelo de referência para determinar estratégias de informatização sobre consumo de energia elétrica com base em hábitos de uso de equipamentos.

ELETRÔELETRÔNICOS	TEMPO MÉDIO DE UTILIZAÇÃO DIÁRIA	CONSUMO MÉDIO MENSAL (kWh)	PARTICIPAÇÃO NA CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA	
Ar condicionado	8 horas	180		46%
Chuveiro elétrico 4400W	32 minutos*	70,0	33%	18%
Geladeira 2 portas 360L	24 horas	49,0	23%	12,5%
TV LED 40" 80W	4 horas	12,5	6%	3,2%
Ferro elétrico automático 1000W	1 hora	12,0	6%	3,1%
Forno microondas 1200W	20 minutos	12,0	6%	3,1%
Microcomputador 120W	3 horas	10,8	5%	2,7%
Ventilador de teto 80W	4 horas	9,6	5%	2,5%
Lâmpada incandescente 100W	4 horas	9,0	4%	2,3%
Secador de cabelo 1400W	10 minutos	7,0	3%	1,8%
Lavadora de roupas 500W	1 hora	6,0	3%	1,5%
Lâmpada incandescente 60W	4 horas	5,4	3%	1,4%
Aparelho de som 80W	30 minutos	4,8	2%	1,2%
Lâmpada eficiente 15W	4 horas	1,4	1%	0,4%
Liquidificador 300W	10 minutos	1,1	1%	0,3%

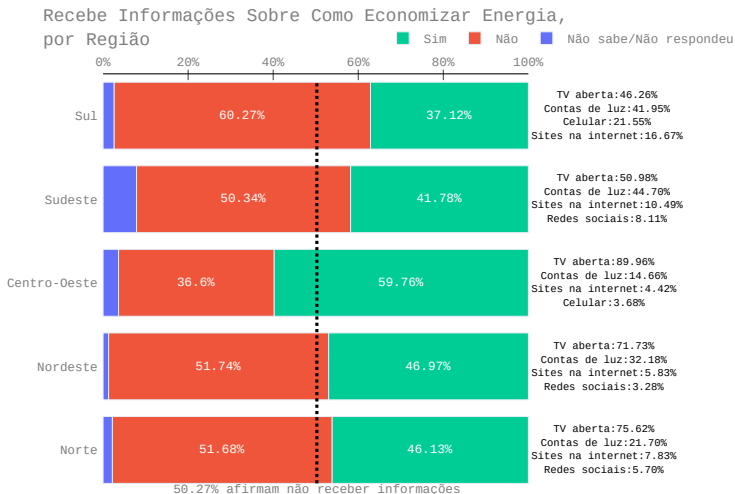
* Considerando 4 banhos com duração de 8 minutos cada.

Em azul, domicílio sem ar condicionado; em verde, com ar condicionado.

Percentual em relação ao
consumo total

Problemática e questão de pesquisa

Evidências de que a maioria dos indivíduos não tem consciência sobre o uso de energia elétrica.



Objetivo geral: identificar quais aplicações do monitoramento não intrusivo são viáveis no cenário residencial brasileiro, tendo como perspectiva o gerenciamento de energia.

Objetivos específicos:

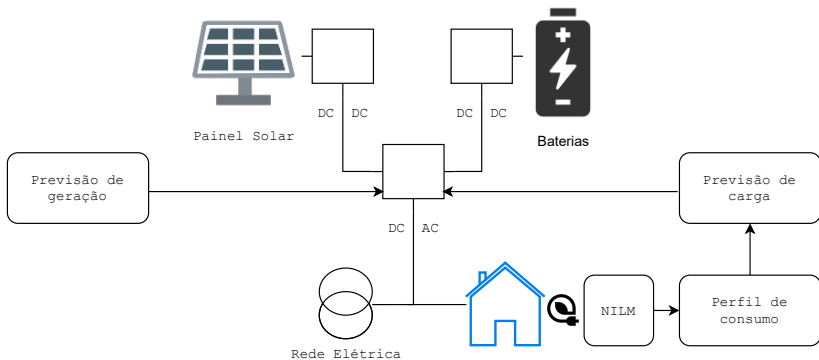
- Identificar os eletrodomésticos mais importantes que devem ser monitorados baseando-se na PPH de 2019;
- Criar de uma base de dados que retrate o cenário residencial brasileiro e integrá-la ao *NILMTK*;
- Estabelecer um modelo para realizar o monitoramento e desagregação das cargas selecionadas;
- Criar indicadores de consumo de energia baseando-se na PPH de 2019 que tornem as recomendações acionáveis;
- Explorar o uso de informações oriundas do monitoramento não intrusivo e da desagregação de energia em sistemas de gerenciamento de energia;
- Definir estratégias de comunicação que promovam o uso racional da energia elétrica.

As principais contribuições desta pesquisa são:

- Levantamento dos principais equipamentos que devem compor uma base de dados para aplicação de monitoramento não intrusivo em residências brasileiras;
- Análise de aplicações do monitoramento não intrusivo no cenário residencial brasileiro;
- Proposição de estratégias, recomendações, e ações que culminam na redução do consumo de energia elétrica;
- Conceitualização de sistemas de gerenciamento de energia.

Proposta: Cenário de aplicação

- Uso do NILM como elemento fundamental e provedor das informações que possibilitam gerenciar o consumo de energia elétrica em uma residência.
- HEMS como integrador de funcionalidades.

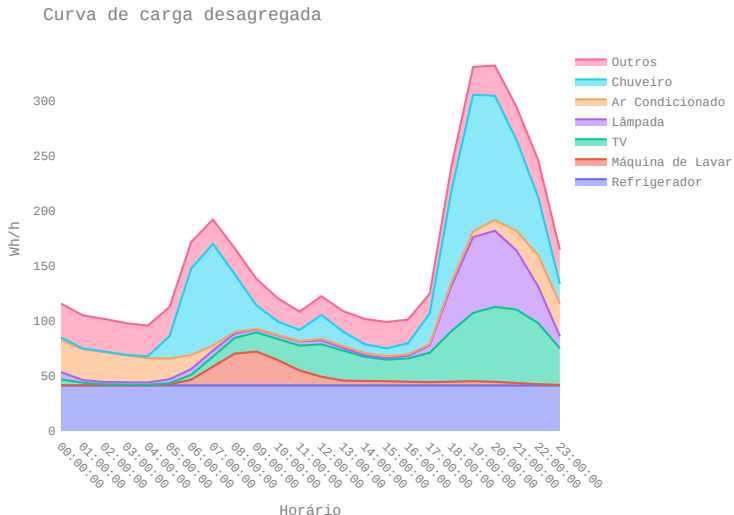


Cenário residencial

Consumo de energia elétrica residencial

Qual será o perfil padrão de uma residência brasileira?

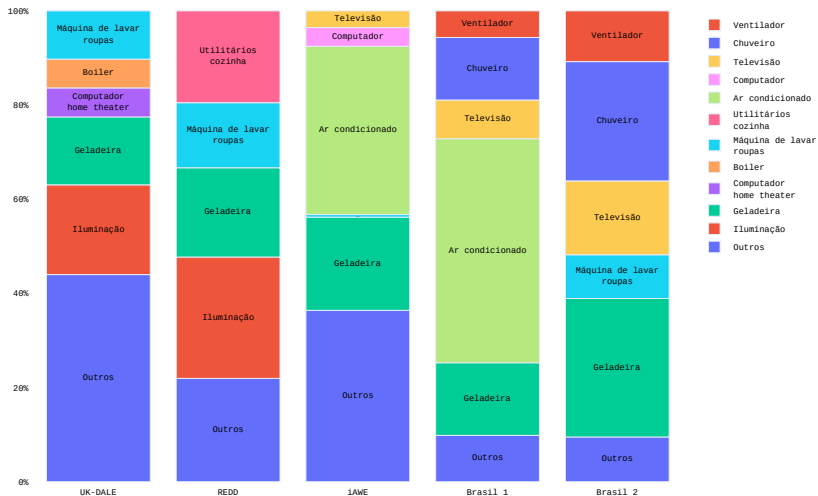
Pesquisa sobre Posse de Equipamentos Hábitos de Consumo de 2019.



Consumo de energia elétrica residencial

Definição do cenário de aplicação: Perfil estimado considerando posse de equipamentos semelhantes.

Consumo de energia elétrica estratificado, por base de dados

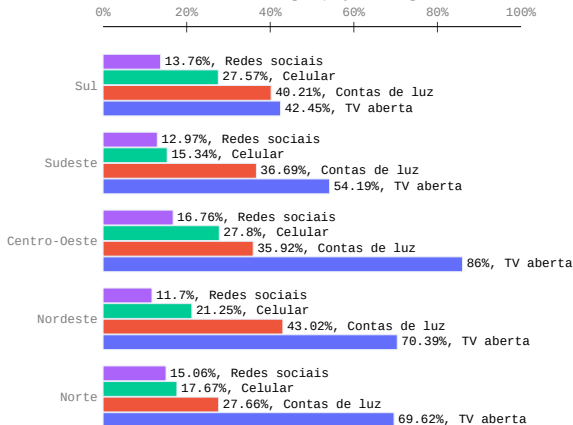


Usuário

Smartphone como canal de comunicação

- O celular surge como meio de comunicação na PPH.
- Sugestões e recomendações personalizadas.

Opinião de qual seria a melhor forma de receber informações de como economizar energia, por Região



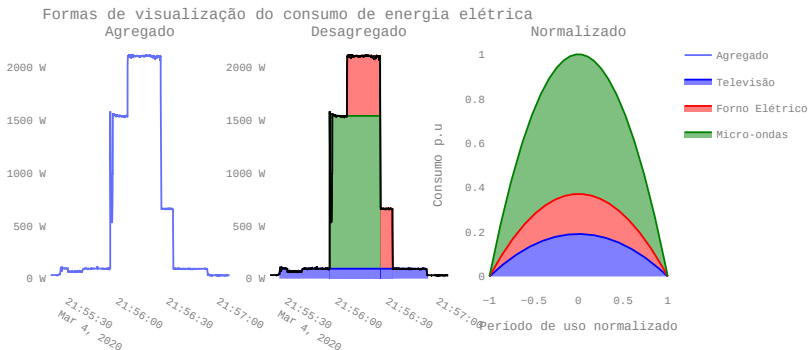
Trecho da matéria¹ sobre a criação do Hub de Inteligência Artificial e Arquiteturas Cognitivas, escrita por Melina Marques (Avanti Assessoria de Comunicação / Instituto ELDORADO):

“Segundo um estudo da Cornell University um adulto toma cerca de 226 decisões por dia somente em relação à alimentação. Em um país como o Brasil, onde há mais smartphones do que habitantes, pensar sobre como os dispositivos móveis podem nos ajudar a tomar decisões mais assertivas e inteligentes é um desafio em experimentação.”

¹<https://softex.br/instituto-eldorado-unicamp-e-softex-a-partir-de-iniciativa-do-mcti-unem-se-em-hub-para-estudar-arquiteturas-cognitivas-em-dispositivos-moveis>

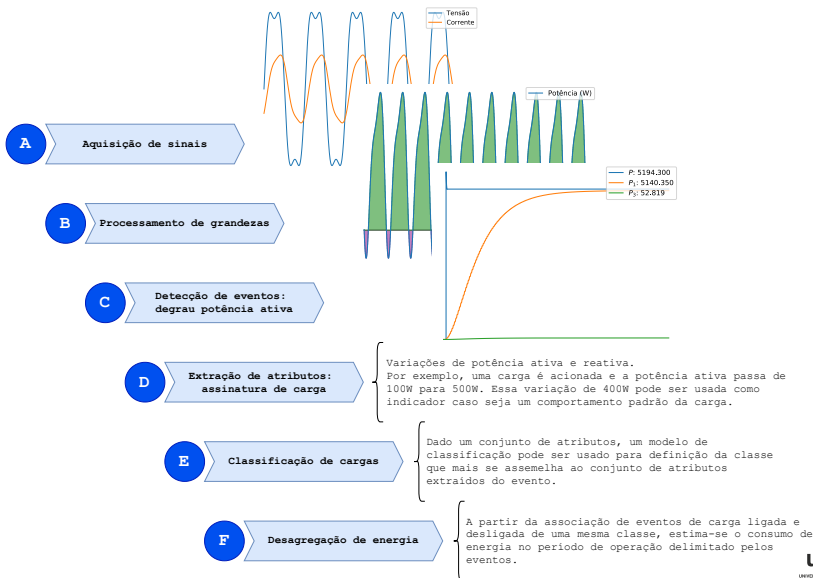
Smartphone como canal de comunicação

- Necessidade de criar outras formas de comunicação.
- Usuários entusiastas x público geral.
- Como tornar as informações acessíveis para o público geral?



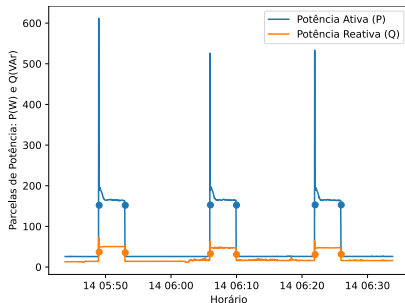
Monitoramento não intrusivo

Monitoramento não intrusivo



Monitoramento não intrusivo

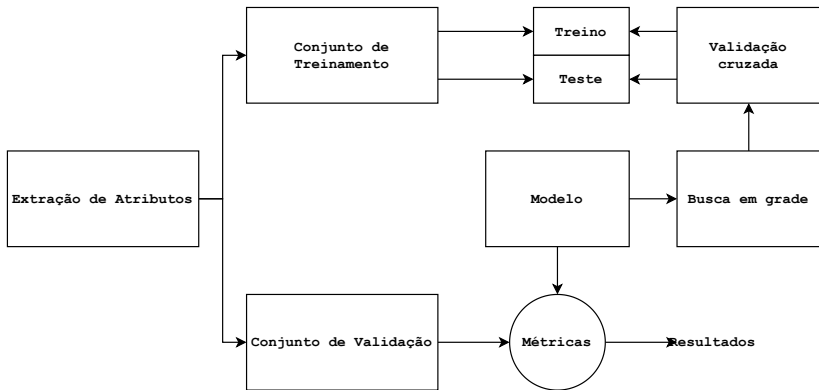
- Eventos representam transições: ligado/desligado.
- Atributos do evento, por exemplo: ΔP .
- Base de dados: atributos rotulados por carga.



		Conjunto de Atributos		
Amostra	Classe	P	Q	Outros... M
1	Geladeira	151.98	36.83	...
2	Geladeira	152.64	32.78	...
3	Geladeira	153.10	30.67	...
4	Geladeira	151.96	35.44	...
5	Geladeira	152.33	30.90	...
6	Geladeira	152.84	31.35	...
...	Outros
N

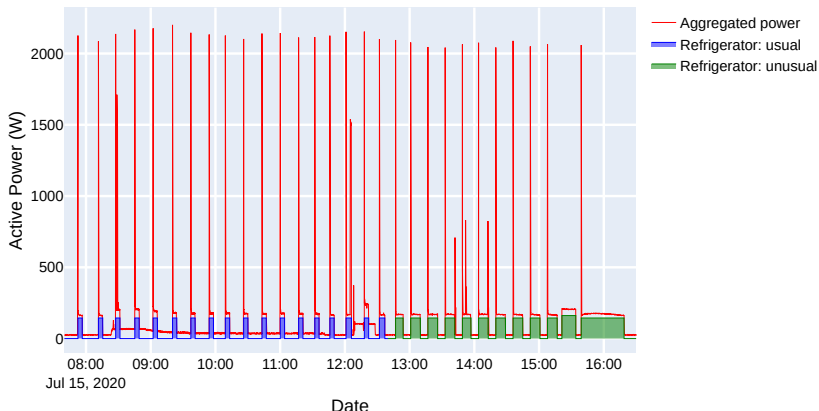
Monitoramento não intrusivo

- Aplicação de técnicas de aprendizagem de máquina para tarefa de classificação.



Monitoramento não intrusivo

- Estimar o perfil de consumo do usuário.
- Predição da demanda.
- Diagnóstico de operação, por exemplo: ciclo da geladeira.

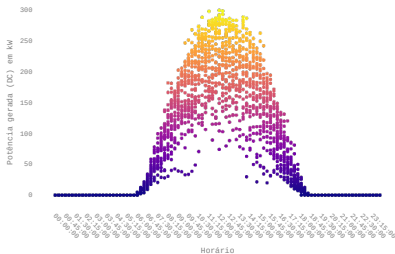


Geração de energia

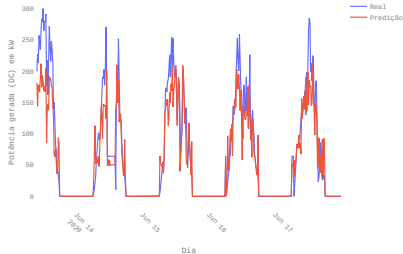
Geração de energia

- Geração intermitente;
- Previsão do potencial de geração;
- Previsão de carga da bateria.

Curva de geração durante 34 dias



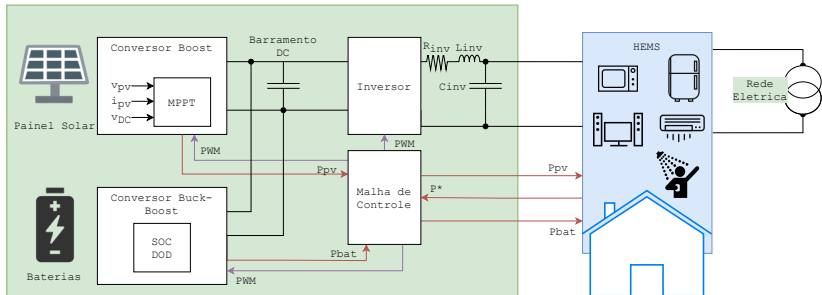
Previsão de geração de energia



Sistema de gerenciamento de energia

Integração de sistemas para o gerenciamento de energia

- HEMS: integrador de sistemas.
- Gestão de energia: Interface com o consumidor.
- Assumir o papel de referência para um sistema de controle.



Ações de controle:

Sinal de controle P^*			
Referência	Ocorrência	Estratégia	Caso
Positivo	Energia gerada	Suprir demanda das cargas	A1
		Injetar potência na rede	A2
		Carregar bateria	A3
	Energia das baterias	Suprir demanda das cargas	A4
		Injetar potência na rede	A5
	Energia gerada e das baterias	Suprir demanda das cargas	A6
		Injetar potência na rede	A7
Zero	Sem geração	-	B1
Negativo	Energia da rede	Carregar bateria	C1

Objetivos:

- Otimizar o uso do sistema de armazenamento: controle dos ciclos de carga e descarga.
- Seguir recomendações de fabricantes.

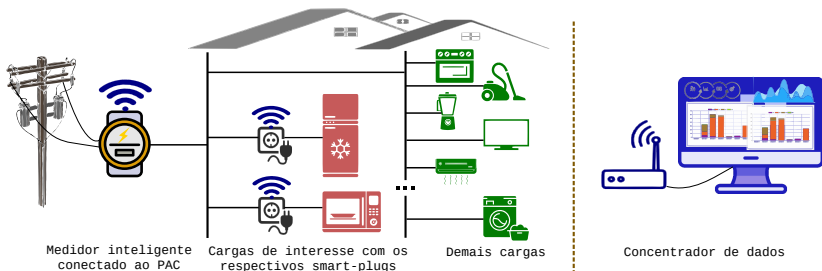
- Considerando o NILM como um dos pilares do sistema de gerenciamento, propôs-se uma metodologia de monitoramento com objetivo de realizar a desagregação do consumo de energia, previsão de demanda e identificação de hábitos de uso.
- Utilização do PPH como referência para definir as cargas prioritárias que podem ser usadas na elaboração do método de monitoramento.
- Considera-se que o HEMS é uma composição de sistemas.
- Tais funções são autocontidas e podem ser aplicadas no contexto de residências independentemente da posse de geração de energia e armazenamento.

Próximos passos

Estrutura para coleta de dados

Monitoramento de cargas:

- Integração com NILMTK: divulgação de base de dados e algoritmos;
- Padronização de experimentos;
- Validação experimental: medições diretas x indiretas.

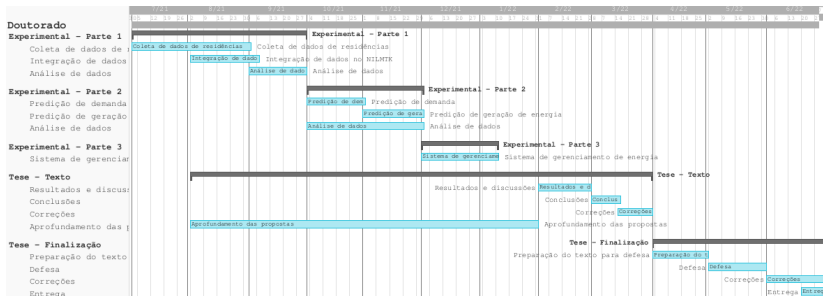


Sistemas previsão:

- 1 Para previsão de demanda serão usadas informações resultantes do procedimento de monitoramento de cargas descrito anteriormente e dados climatológicos.
- 2 A previsão de geração de energia será desenvolvida utilizando bases de dados públicas que de geração de energia residencial.

- Nesta etapa serão explorados os casos identificados como funções do HEMS, sendo avaliadas por meio de simulações e dados coletados em aplicações reais.
- Para os casos que consistem de informações de geração de energia e estado da bateria serão usadas fontes programáveis capazes de representar tais sistemas.
- Assim, torna-se possível criar os cenários de aplicação para validação das estratégias adotadas.

Cronograma



Grato pela atenção!



Fernando Deluno Garcia

e-mail: fernando.delunogarcia@gmail.com