



Efficiency energetic  
and rational use of  
electric energy in Ufac



**Eficiência energética  
e uso racional de  
energia elétrica na Ufac**

Este projeto foi contemplado pela chamada pública Aneel 001/2016: Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de P&D - “Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior”



REALIZAÇÃO



EXECUÇÃO



**Ceeac**

#### **Presidência**

Moacyr Pereira dos Santos

#### **Elaboração**

Aline Santana Gallina

Klaus Carvalho Ludwig

Lucas Matheus de Sousa Lima

Rafael Meirelles David

Thiago Melo de Lima

#### **Projeto gráfico e diagramação**

Conceito Comunicação Integrada

[www.conceito-online.com.br](http://www.conceito-online.com.br)

#### **Fotografias**

Acervo Ceeac

Ascom - Ufac

Daniel Dias

#### **Apoio e colaboração - Equipe Ceeac**

Antonio Vieira de Melo Neto

Carlos Eduardo Vieira de Mendonca Lopes

Fernanda Ladeira de Medeiros

Gleyson de Sousa Oliveira

Jersileide Rufino da Silva

Marcio Szechtman

Nadine da Fonseca Araujo dos Santos

Ricardo de Oliveira

Vinicius Oliveira da Silva

[www.ceeac.org](http://www.ceeac.org)

Publicação elaborada em julho de 2020.

Publicação digital disponível em: [www.ceeac.org/projetoufac](http://www.ceeac.org/projetoufac)

O Centro de Excelência em Energia do Acre – Ceeac é fruto de um convênio assinado entre a Eletrobras e a Universidade Federal do Acre – Ufac, com o objetivo de promover em toda a Amazônia Legal, de forma sustentável, os desenvolvimentos científicos, tecnológicos e a conservação do meio ambiente.

Com o intuito de estar cada vez mais preparado para dar conta desses desafios, recentemente o Ceeac vem passando por uma série de mudanças em sua estrutura física e administrativa. Dentre essas mudanças, destacam-se a finalização das obras físicas dos Blocos A e B de seu prédio sede, o estabelecimento de processos administrativos mais aprimorados e a revisão de seu estatuto, com o estabelecimento de novas linhas de atuação para o Centro.

Os primeiros frutos desses esforços já começaram a aparecer, como demonstra este relatório, onde são apresentados os principais resultados do primeiro grande projeto executado pelo Ceeac, o Projeto “Eficiência Energética e Uso Racional de Energia Elétrica na Universidade Federal do Acre – Ufac”.

Resultante da chamada pública da Aneel Nº. 001/2016 Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de P&D: “Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior”, esse projeto foi iniciado em 2017, teve como beneficiária a Ufac e como financiador a Energisa Acre, com um investimento total de R\$ 2.317.204,61 (dois milhões trezentos e dezessete mil duzentos e quatro e sessenta e um centavos).

Conforme poderá ser visto nas páginas a seguir, no âmbito desse projeto foram instaladas três plantas de sistemas de geração fotovoltaica na Ufac, totalizando 496 módulos instalados, capazes

de produzir todos os meses uma quantidade de energia da ordem de 22 MWh/mês.

O sistema de iluminação interno da Ufac também foi todo modernizado, mais de 14 mil lâmpadas antigas foram substituídas por novas lâmpadas do tipo LED, gerando uma expectativa de redução de consumo de aproximadamente 335 MWh/ano.

Destaca-se também a instalação das três estações solarimétricas em diferentes municípios do Acre (Cruzeiro do Sul, Rio Branco e Brasiléia). Esses equipamentos irão permitir a coleta de subsídios para a estimação do potencial de geração de energia fotovoltaica no Estado do Acre, sendo uma ferramenta importante para o fomento e a execução de projetos com essa tecnologia na Região Norte.

Os resultados apresentados neste relatório são fruto do talento e dedicação de toda equipe do Ceeac, a quem deixo aqui meus sinceros agradecimentos. Desejo uma boa leitura a todos.

**Moacyr Pereira dos Santos**

Presidente do Ceeac

# O Ceeac

O Centro de Excelência em Energia do Acre - Ceeac, é uma instituição de pesquisa, sem fins lucrativos, criada através de uma parceria entre Eletrobras e Universidade Federal do Acre - Ufac, e tem como um dos seus objetivos fundamentais a capacitação de setores energéticos na Amazônia Legal, mesmo internacionalmente, por conta de sua posição geográfica estratégica em uma tríplice fronteira (Bolívia-Brasil-Peru), visando solucionar parte da lacuna tecnológica aderente e disseminar conhecimento na região.

Com sede dentro do campus da Ufac, sua fundação ocorre de maneira paralela à criação de cursos de Bacharelado em Engenharia Elétrica na região, e também a construção das UHEs do Rio Madeira, reafirmando sua função como formador de pessoal capacitado.

Recentemente, as linhas de atuação do Ceeac foram reformuladas, e estão pautadas em três principais eixos de pesquisa:

## **I – “Extratativismo Energético” (Geração Distribuída/Micro redes)**

Resultado esperado: As comunidades suprindo sua demanda de energia, de forma sustentável e com baixo custo dentro dos desafios da Amazônia, buscando a vocação da região e aceleração do desenvolvimento das competências locais.

## **II – Desenvolvimento Sustentável**

Resultado esperado: Estudos ambientais de critérios/metodologia com desenvolvimento de boas práticas aliado aos anseios das comunidades locais. Os critérios devem ser integrados a todos os eixos das pesquisas, considerando o ciclo de vida do sistemas desde o início do processo de implantação da geração de energia até o seu descomissionamento.

### **III – Eficiência Energética (Biomassa/Energia Solar)**

Resultado esperado: Estudos para gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais ou obter o mesmo serviço (“realizar trabalho”) com menos energia, aderente ao ambiente regional.

Embora focado na melhora da eficiência energética e no desenvolvimento energético e tecnológico da região, o Ceeac compreende também, dadas as características da Amazônia Legal, inevitáveis aspectos de desenvolvimento social, incluindo-se neste, a vertente de sustentabilidade.

O Ceeac possui parceria com diversas instituições, funcionamento em rede, de forma orgânica, onde todos os integrantes podem contribuir para o seu desenvolvimento, através de uma forte estrutura de compliance e, principalmente, transparência nos processos e gastos. Além disso, possui notória capacidade técnica em seu ramo de atuação e vem executando com sucesso projetos de Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação, e de Eficiência Energética regidos pela Lei n. 9.991/2000, como demonstra este relatório.

Atualmente o Ceeac atua na execução de três projetos que se concentram entre Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética (EE). Através de financiamento da Energisa Acre, está sendo finalizado projeto de eficiência energética nos prédios da Federação das Indústrias do Estado do Acre - Fieac, onde foram substituídas lâmpadas e aparelhos condicionadores de ar por unidades mais eficientes. Paralelamente são executados dois projetos com a Companhia Energética de Brasília - CEB, ambos no âmbito de P&D, sendo o primeiro projeto acerca do desenvolvimento de um laboratório de automação de subestações e o segundo a elaboração de um Sistema de Governança Integrada da CVA (Conta de Variação de Valores de Itens da “Parcela A”) com Simulador de Eventos Estocásticos e Análise de Riscos”.

# Eficiência energética e uso racional de energia elétrica na Universidade Federal do Acre

A chamada pública da Aneel Nº. 001/2016 Projeto Prioritário de Eficiência Energética e Estratégico de P&D: “Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior” trouxe como motivação a redução dos recursos gastos com pagamento da fatura de energia elétrica das instituições públicas, por meio de ações de eficiência energética e implantação de sistemas de geração própria de energia.

A partir desse objetivo, o Centro de Excelência em Energia do Acre elaborou e executou um projeto de eficiência energética que teve como beneficiária a Universidade Federal do Acre, intitulado Eficiência Energética e Uso Racional de Energia Elétrica na Universidade Federal do Acre – Ufac. Esse projeto teve como financiador a Energisa Acre, que realiza a distribuição de energia elétrica no estado do Acre, e pertence ao Grupo Energisa, uma das maiores empresas do setor elétrico brasileiro, que atua nas áreas de geração, transmissão e distribuição.

O projeto foi iniciado no fim de 2017, com atividades relacionadas ao planejamento e estruturação da equipe. No ano seguinte, com uma equipe ampliada, iniciou-se o georreferenciamento de todos os postes da universidade e o recolhimento de informações de estruturas e rede instalada, necessárias para iniciar as medições do consumo dos blocos. Nessa etapa foi encontrado o primeiro desafio, pois além das instalações elétricas estarem defasadas, era necessário desligar a energia dos blocos para instalar os medidores, o que não poderia ser feito em horário comercial, pois consequentemente interromperia

as atividades acadêmicas. Ademais, em 2018, foram realizadas as pesquisas de opinião com a comunidade acadêmica.

Já em 2019, foram adquiridos os equipamentos para a ação de *retrofit* da iluminação, para a instalação da mini usina fotovoltaica, e para a instalação das três estações solarimétricas, as duas últimas ações foram concluídas neste mesmo ano. A mini usina fotovoltaica é composta de 496 painéis e tem potência instalada de aproximadamente 180 kWp.

No ano de 2019 também foi concluída a instalação dos medidores de consumo de energia elétrica, além da realização de simulações de etiquetagem conforme o PBE Edifica.

Já a troca das lâmpadas foi concluída nos primeiros meses de 2020, totalizando 14.255 lâmpadas novas instaladas de tecnologia LED, que resultou na significativa diminuição da potência instalada do sistema de iluminação e também no aumento da iluminância média.

O encerramento do projeto ocorreu com o workshop, realizado no dia 19 de fevereiro de 2020, no qual participaram todas as partes interessadas (Ufac, Energisa Acre e Eletrobras), além da equipe de alunos e profissionais executores. Neste evento foi apresentado o caminho percorrido, os desafios encontrados e os resultados de cada etapa. Adicionalmente, foram divulgados os resultados a longo prazo na forma de 14 artigos científicos submetidos a congressos ou revistas científicas.

Ao todo, foram investidos R\$ 2.317.204,61 (dois milhões trezentos e dezessete mil duzentos e quatro e sessenta e um centavos) na execução do projeto.

# Sumário

|   |    |
|---|----|
| 1. PROJETO PRIORITÁRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA   | 10 |
| 1.1 Geração distribuída   | 12 |
| 1.2 Retrofit de iluminação  | 15 |
| 1.3 Plano de etiquetagem  | 19 |
| 2. PROJETO ESTRATÉGICO DE PESQUISA & DESENVOLVIMENTO  | 28 |
| 2.1. Sistema de gestão de energia   | 30 |
| 2.2. Estudo de rede   | 33 |
| 2.3. Potencial de geração por recurso solar   | 35 |
| 2.4. Curso de Eficiência Energética   | 38 |
| 3. WORKSHOP DE FINALIZAÇÃO DO PROJETO   | 42 |
| 4. TRABALHOS DECORRENTES  | 44 |
| 5. PERSPECTIVAS PARA FUTURO   | 48 |
| A visão da Energisa sobre o Projeto de eficiência energética e uso racional de energia elétrica na Ufac | 50 |
| A Universidade como beneficiária das ações dos projetos   | 54 |
| Equipe do projeto   | 58 |



1

Projeto  
Prioritário de  
Eficiência  
Energética

O Projeto Prioritário de Eficiência Energética (PEE) foi realizado em busca de difundir as ações de eficiência energética na Universidade, por este motivo foram realizadas os três grandes grupos de ações descritos a seguir: a implantação de mini usina de geração distribuída, o *retrofit* da iluminação de ambiente internos da Ufac e a elaboração de um plano de etiquetagem dos edifícios da Ufac.

Com a implantação de mini usina de geração distribuída houve uma redução de demanda de energia da Universidade, e também uma mudança visual no Campus, agregando a tecnologia sustentável ao ambiente universitário.

Da mesma forma, o *retrofit* da iluminação não contribuiu apenas para reduzir o consumo de energia da Universidade, mas proporcionou um significativo aumento da iluminância, levando a um maior conforto visual aos ambiente internos da Ufac.

Por fim, o plano de etiquetagem se fez necessário para avaliar os edifícios da universidade, a fim de classificar a eficiência energética destes e indicar possíveis pontos de melhorias e ações de efficientização no futuro.

Para este projeto foram investidos R\$ 1.105.883,40, sendo R\$ 693.772,52 alocados na implantação do sistema de geração distribuída e R\$ 412.110,88 utilizados no *retrofit* da iluminação da Universidade.

Através das intervenções aplicadas no âmbito do projeto, a redução no consumo de energia do campus sede da Universidade poderá atingir até 13,3% por mês, somando os benefícios do *retrofit* de iluminação e da geração fotovoltaica.

*Três grandes grupos de ações: implantação de geração distribuída, o retrofit da iluminação da Ufac e um plano de etiquetagem dos edifícios da Ufac.*

## 1.1 Geração distribuída

A Geração distribuída é uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima dos consumidores, sendo válida para diversas fontes de energia renováveis como a energia solar, eólica e hídrica. No caso deste projeto, foi feita a opção pela geração da energia elétrica através da implantação de painéis fotovoltaicos.

Esses painéis fotovoltaicos foram instalados em três locais diferentes da Ufac, um no gramado em frente à biblioteca (Planta 1), um no solo em frente ao Ceeac (Planta 2) e o último na cobertura do Ceeac (Planta 3), ocupando no total uma área de aproximadamente 992 m<sup>2</sup>.

*Três plantas de geração fotovoltaica  
ocupando a área total de 992 m<sup>2</sup>.*



A escolha de separar as plantas foi estratégica e buscou cumprir alguns objetivos. A primeira planta foi instalada em um local com grande visualização por todos que adentram na universidade, possibilitando uma grande divulgação dessa tecnologia e seus benefícios. Já a segunda planta, foi pensada para funcionar como um laboratório fotovoltaico externo para envolvimento e capacitação dos alunos de graduação da Universidade. Por último, a terceira planta foi instalada na cobertura do edifício que abriga o Ceeac, permitindo que os técnicos do Centro façam um acompanhamento bem próximo desse sistema, bem como possam dar continuidade ao desenvolvimento dos seus estudos no tema.

As três plantas são compostas por inversores, módulos fotovoltaicos, e demais acessórios necessários ao funcionamento dos geradores fotovoltaico (cabos, conectores, estruturas de fixação e equipamentos para monitoramento da geração).

A planta 1 possui 166 módulos fotovoltaicos, atingindo uma potência instalada de aproximadamente 60 kWp. Conforme pode ser visto na Figura 1, essa planta fica localizada bem na frente da rotatória de entrada da Ufac, por onde passam todos os veículos que acessam a entrada principal, e ao lado da biblioteca central da Universidade.



Figura 1: Planta Fotovoltaica 1, localizada ao lado da Biblioteca Central Ruy Alberto Costa Lins.

Já a planta 2 possui 66 módulos fotovoltaicos, atingindo uma potência instalada de 24 kWp, conforme apresentada na Figura 2.



Figura 2: Planta Fotovoltaica 2, localizada em frente ao Ceeac.

Por fim, a planta 3 possui 264 módulos fotovoltaicos atingindo uma potência instalada de aproximadamente 96 kWp. Como pode ser visto na Figura 3, essa planta ocupa boa parte da cobertura do edifício do Ceeac.



Figura 3: Planta Fotovoltaica 3, localizada no telhado do Ceeac.

As três plantas juntas totalizam 496 módulos fotovoltaicos instalados, o que confere uma potência total aproximada de 180 kWp.

*496 módulos fotovoltaicos instalados,  
com potência total de 180 kWp.*

Esse sistema de geração apresenta uma produção média mensal de 22,07 MWh/mês, com uma produção anual média ajustada de 239,28 MWh/ano e uma vida útil de 25 anos, como pode ser visto na Tabela 1.

Em apenas um mês as instalações fotovoltaicas implantadas produzem energia suficiente para suprir todo o consumo energético de oito meses do Bloco ocupado pelo Centro de Educação, Letras e Artes (Cela) da Ufac, que foi de aproximadamente 22,75 MWh entre 01 de agosto de 2019 e 31 de março de 2020.

*A energia produzida em 1 mês é suficiente para suprir o  
consumo de 8 meses do Bloco ocupado pelo Cela.*

## DADOS DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

| Modelo                | Policristalino |
|-----------------------|----------------|
| Potência do Módulo    | 365 W          |
| Demanda Máxima Gerada | 180 kWp        |
| Produção Média Mensal | 22,07 MWh      |
| Produção Média Anual  | 239,28 MWh     |
| Vida Útil             | 25 anos        |

Tabela 1: Características técnicas do gerador fotovoltaico utilizado no projeto.

A expectativa de que essas plantas de geração fotovoltaica proporcionem, através da redução de demanda na ponta e a economia de energia, o benefício anual de R\$ 63.491,34 como apresentado na Tabela 2.

## BENEFÍCIOS DA INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA IMPLEMENTADA

|  |              |
|--|--------------|
| Energia Economizada/ano                      | 239,28 MWh   |
| Benefício Anualizado da Geração Fotovoltaica | R\$63.491,34 |

Tabela 2. Fontes Incentivadas: Benefício anualizado de geração incentivada do projeto.

## 1.2 Retrofit de iluminação

Antes das ações, o sistema de iluminação da universidade abrangia diversos tipos e tecnologias de lâmpadas diferentes, que nem sempre proporcionaram condições adequadas para a realização das aulas e demais trabalhos, como pode ser visto na Figura 4.

Nos ambientes internos, caracterizados como prédios administrativos, prédio acadêmicos e áreas de esporte, eram utilizadas lâmpadas do tipo fluorescentes compactas e tubulares ou LED (sem Selo Procel),

basicamente, com potências que variavam de 10 W a 32 W e reatores de 3 W, quando necessário. Já nos ambientes externos, tais como áreas esportivas, as lâmpadas mais utilizadas eram as de alta pressão (vapor de sódio, vapor de mercúrio e vapores metálicos) variando 50 W até 400 W de potência, com os seus respectivos reatores.

Durante a execução do projeto foram trocadas 14.255 lâmpadas antigas por lâmpadas novas do tipo LED, mais eficientes e com Selo Procel.

*14.255 lâmpadas antigas trocadas por novas,  
tipo LED com Selo Procel*



Figura 4. Antes (esquerda) e depois (direita) do retrofit da iluminação em um laboratório.



Para o novo sistema foram instaladas lâmpadas LED tipo bulbo, tubular, spot e também refletores, que custaram R\$ 291.861,33, como é apresentado em detalhes na Tabela 3.

## LÂMPADAS

| Tipo         | Potência (W) | Quantidade | Preço unitário (R\$) | Preço Total (R\$) |
|--------------|--------------|------------|----------------------|-------------------|
| Led bulbo    | 12           | 584        | 17,07                | 9.968,88          |
| Led tubular  | 10           | 890        | 14,25                | 12.682,50         |
| Led tubular  | 18           | 12.568     | 17,70                | 222.453,60        |
| Led spot     | 4            | 29         | 23,23                | 673,67            |
| Led refletor | 50           | 18         | 151,12               | 2.720,16          |
| Led refletor | 100          | 166        | 261,22               | 43.362,52         |
| Total        |              |            |                      | 291.861,33        |

Tabela 3. Tipos, potência, quantidade e preço das lâmpadas LED utilizadas no retrofit da iluminação.

O valor final apresentado na Tabela 3 representa uma redução de R\$ 132.710,27 em relação ao valor originalmente projetado para a aquisição dos equipamentos de iluminação, resultado principalmente de pesquisas de mercado bem executadas para que os melhores preços fossem obtidos.

A Figura 5 mostra a equipe técnica realizando a troca de lâmpadas na Ufac em diferentes ambientes.



Figura 5. Realização do *retrofit* da iluminação.

A expectativa de redução de consumo é de aproximadamente 335,33 MWh, deste modo obtendo um benefício anualizado de R\$ 137.632,24, como mostra a Tabela 4.

| BENEFÍCIO DO RETROFIT DA ILUMINAÇÃO |                |
|-------------------------------------|----------------|
| Redução de demanda na ponta         | 62,43 Kw       |
| Energia economizada/ano             | 175,54 MWh/ano |
| Benefício Anualizado do Retrofit    | R\$ 70.977,31  |

Tabela 4. Iluminação: Benefício anualizado da iluminação do projeto.

É importante ressaltar que, devido ao uso da tecnologia LED com o Selo Procel, a redução do consumo de energia veio acompanhada com um incremento da iluminância nos ambientes. As salas de aula utilizadas pelo curso de Licenciatura em Física, por exemplo, antes do *retrofit* apresentavam uma iluminância média de 350 lux e após o *retrofit* passaram para média de 570 lux (incremento de 65%).

*Incremento de até 65% da iluminância  
nas salas de aulas*

Outro fator utilizado para avaliar o *retrofit* da iluminação foi o índice de Densidade de Potência Relativa, indicado pelo Procel para comparar o sistema de iluminação já instalado com o projeto, de modo que um sistema de iluminação é dito mais eficiente se apresentar menor Densidade de Potência para o mesmo nível médio de iluminância. Neste estudo de caso, ainda que a iluminância média seja maior após o *retrofit*, esta ação apresentou uma redução de até 36,7% do índice de Densidade de Potência se comparado ao sistema existente posteriormente a troca de lâmpadas, o que confirma que o novo sistema de iluminação é mais eficiente.

Vale destacar que todas as lâmpadas substituídas no escopo deste projeto foram descartadas corretamente, para que não houvesse qualquer prejuízo ao meio ambiente.

## 1.3 Plano de etiquetagem

Uma das etapas do projeto foi realizar um plano de etiquetagem para todos os prédios do Campus Rio Branco da Universidade Federal do Acre - Ufac, local onde foram executadas as ações de Eficiência Energética.

Basicamente, essa etapa consistiu na execução de simulações do processo de etiquetagem para os prédios da Ufac, a fim de identificar a classificação de eficiência energética destes, e, por fim, indicar possíveis pontos de melhorias e ações de efficientização a serem adotadas pela Universidade no futuro.

*Realizada a simulação do processo de etiquetagem para todos os prédios do Campus Rio Branco da Ufac.*



O processo de etiquetagem de prédios tem como objetivo desenvolver e apoiar projetos na área de conservação de energia em edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas.

Segundo a metodologia adotada para a Etiquetagem, são analisados os sistemas de envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Deste modo, a etiqueta pode ser concedida parcialmente.

A etiqueta Ence disponibiliza o conhecimento do nível de eficiência energética da edificação. Além disso, indica o atendimento de requisitos em normas e regulamentos técnicos (RTQ'S), e classifica em mais eficiente (A) a menos eficiente (E), como mostra a Figura 6.



Figura 6. Etiqueta PBE Edifica para edificações comerciais, de serviços e públicas.

Para realizar a simulação de etiquetagem dos prédios da Ufac foi utilizado o simulador WebPrescritivo, do PBE Edifica. que é uma ferramenta de avaliação da Ence pelo método prescritivo para edifícios comerciais, públicos e de serviços. Para utilizar este simulador o usuário deve fornecer os parâmetros de projeto de envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Deste modo, a ferramenta gera o resultado da classificação de eficiência parcial para os três sistemas e também a etiqueta geral da edificação. É importante frisar que esta é uma ferramenta de simulação e que, portanto, não concede a ENCE para as edificações.

*Foram identificados pontos de melhorias e possíveis ações de efficientização a serem adotadas pela Universidade nas edificações.*

Para compreensão da metodologia utilizada são apresentadas as figuras de 7 a 11, que demonstram a simulação do edifício Edilberto Perigot de Souza Filho, que é sede do Núcleo de Apoio à Inclusão (NAI) e do curso de Psicologia da Ufac.

A Figura 7 mostra como foi o preenchimento dos pré-requisitos gerais, onde foi indicado que o prédio apresenta a possibilidade de medição por uso final e não possui sistema de aquecimento de água.

Figura 7: Pré-requisitos gerais WebPrescritivo: Simulação edifício Edilberto.

Já a Figura 8 apresenta o preenchimento dos pré-requisitos da envoltória, como a transmitância térmica da cobertura e parede, e também as dimensões do edifício e as características das coberturas. Para esse sistema o edifício obteve a classe C.

Figura 8. Sistema de Envoltória WebPrescritivo: Simulação edifício Edilberto.

A Figura 9 exibe como foram preenchidos os pré-requisitos da iluminação, os quais podem ser definidos pela área ou pela atividade do edifício, neste caso foi escolhido a área. O prédio Edilberto atende a divisão de circuitos, no entanto a contribuição de luz natural não é atendida e o desligamento automático não se aplica. Além disso, foram inseridas a potência total do sistema de iluminação e a área total do edifício, que obteve classe C. A classe 'A' não foi atendida apenas pela falta de contribuição de luz natural, visto que a potência por área

está abaixo do valor máximo para obtenção da classe A, que foi um resultado positivo do *retrofit* da iluminação.

**Iluminação**

Por áreas do edifício  Por atividades do edifício

Pré-Requisitos de todos os ambientes

Divisão de circuitos  Atende  Não atende  
 Contribuição da luz natural  Atende  Não atende  Não se aplica  
 Desligamento automático  Atende  Não atende  Não se aplica

| Atividade             | Nº. de Unidades | Pré-Requisitos por ambientes |                             |                         | Potência [W] | Área [m <sup>2</sup> ] |
|-----------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------|------------------------|
|                       |                 | Divisão de circuitos         | Contribuição da luz natural | Desligamento automático |              |                        |
| 1 Escola/Universidade | - 1 +           | Atende                       | Não atende                  | Não se aplica           | 90018        | 1809,08                |

Calcular Eficiência | Limpar

**C**

\* Desde que observados os pré-requisitos de divisão dos circuitos

Figura 9. Sistema de Iluminação WebPrescritivo: Simulação edifício Edilberto.

O último sistema avaliado foi o condicionamento de ar, ao qual a classe é dada em função dos aparelhos de ar condicionados instalados, sendo necessário informar a capacidade e a eficiência energética de cada aparelho. Além disso, são inseridos os valores da área útil e da área condicionada do edifício. Para o Edilberto a classe foi B, como mostra a Figura 10.

**Condicionamento do Ar**

Pré-Requisitos Gerais

Possui isolamento de tubulações  
 Não possui isolamento de tubulações

Condicionadores de ar etiquetados

| Ambiente       | Nº. de Unidades | Tipo  | Capacidade [BTU/h] | Eficiência [W/W] | Etiqueta |
|----------------|-----------------|-------|--------------------|------------------|----------|
| 1 sala de aula | 8               | split | 18000              | 3,49             | A        |
|                |                 | split | 18000              | 3,49             | A        |
|                |                 | split | 18000              | 3,49             | A        |
|                |                 | split | 18000              | 3,49             | A        |
|                |                 | split | 18000              | 3,49             | A        |
|                |                 | split | 18000              | 3,49             | A        |
|                |                 | split | 18000              | 3,49             | A        |
|                |                 | split | 18000              | 3,49             | A        |
| 2              | NA              | split | 9000               | 3,24             | A        |
|                |                 | split | 35000              | 3,03             | B        |
|                |                 | split | 58000              | 3,04             | B        |
|                |                 | split | 48000              | 3,04             | B        |
|                |                 | split | 55000              | 2,84             | C        |

Condicionadores de ar não etiquetados

| Condicionador de ar | Capacidade [BTU/h] | Nível de eficiência | Pré-requisitos                      | Classe de eficiência |
|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 1                   |                    | A                   | <input type="checkbox"/> Visualizar |                      |

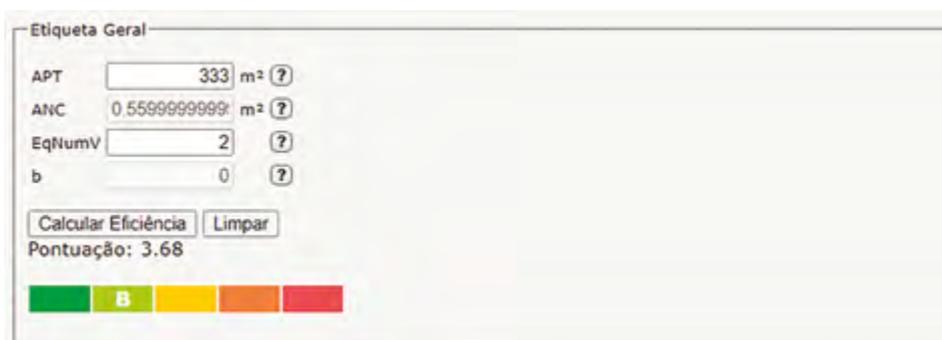
AU: 1609,08 m<sup>2</sup>  
 AC: 1335,62 m<sup>2</sup>

Calcular Eficiência | Limpar

**B**

Figura 10. Sistema Condicionamento de ar: Simulação edifício Edilberto.

Por fim, tem-se a etiqueta geral, que é dada apenas após a simulação das etiquetas parciais, visto que seu resultado depende destas. No entanto, também é necessário especificar a área de circulação não condicionada e o número de ambientes não condicionados. Neste caso, o edifício teve sua etiqueta geral classe B, com pontuação de 3.68, como apresentado na Figura 11.



Etiqueta Geral

APT  m² ?

ANC  m² ?

EqNumV  ?

b  ?

Pontuação: 3.68

**B**

Figura 11: Etiqueta Geral WebPrescritivo: Simulação edifício Edilberto.

Foram realizadas as simulações para etiquetagem geral de 42 edifícios, a partir da análise de cada sistema individual, como foi realizada para o edifício Edilberto Perigot.

Para a envoltória, os prédios foram classificados com etiquetas nível 'C' e 'E', sendo 30 prédios com nível 'C' e 12 com nível 'E'. Os prédios que atingiram classe 'E', receberam esta classificação devido principalmente a transmitância térmica das áreas não condicionadas, que não possuem forro, aumentando este índice. A Figura 12 retrata o edifício ainda em construção do curso de Bacharelado em Direito, que apresenta características de envoltória parecidas com a maioria dos demais edifícios da universidade.



Figura 12: Exemplo de edifícios da Ufac - Bloco de Direito.



Sobre a iluminação, todos os prédios analisados receberam o *retrofit* da iluminação recentemente, o que diminui a potência instalada. No entanto foi atingido apenas a classe 'C', devido os edifícios não atenderem ao pré-requisito de aproveitamento de luz natural. Além disso, o pré-requisito de desligamento automático não se aplicava a maioria dos edifícios analisados.

A biblioteca da universidade retrata na Figura 13, tem área adequada para o desligamento automático, no entanto não apresenta este sistema, como também o aproveitamento de luz natural não ocorre, visto que as fileiras de luminárias próximas às janelas não detêm um sistema manual ou automático de desligamento separado dos demais.



Figura 13. Exemplo do sistema de iluminação: Biblioteca Central da Ufac.



O sistema de condicionamento de ar atingiu a classe 'A' em 03 prédios, classe 'B' em 34 prédios e classe 'C' em 05 prédios. Os edifícios com melhor classe neste sistema são o CELA, um dos blocos mais novos da universidade e por isso apresenta equipamentos com etiqueta 'A' e 'B'. Sintest e Laboratório de Hidráulica completam a lista de classe 'A', ambos possuem poucos aparelhos de ar condicionado instalados, mais antigos, porém com boa classificação.

Na etiqueta geral a classe predominante foi a 'B', visto que foram 29 edifícios nesta classificação, destes a pontuação variou entre 3,51 e 4,02, sendo a média de 3,61. Os demais blocos obtiveram classificação 'C', sendo a menor pontuação de 2,75 do Centro de Convivência. Este resultado é apresentado na Tabela 5 abaixo.

### SIMULAÇÃO DE ETIQUETAGEM SEGUNDO O MÉTODO PRESCRITIVO

| Edifícios                          | Envoltória | Iluminação | C. de Ar | Etiqueta Geral/<br>Pontuação |
|------------------------------------|------------|------------|----------|------------------------------|
| Omar S. de Paula                   | C          | C          | B        | B/ 3,53                      |
| Edilberto P. de S. Filho           | C          | C          | B        | B/ 3,78                      |
| Francisco C. Mangabeira            | C          | C          | B        | B/ 3,51                      |
| Geraldo G. de Mesquita             | E          | C          | B        | B/ 3,55                      |
| Francisco A. V. Nunes              | C          | C          | B        | B/ 3,72                      |
| Lab. Anatomia                      | E          | C          | B        | C/ 3,36                      |
| Medicina                           | C          | C          | B        | B/ 3,85                      |
| Cela                               | C          | C          | A        | B/ 3,92                      |
| M. Rubens Ludwig                   | E          | C          | C        | C/ 2,92                      |
| Elda Moreira                       | C          | C          | B        | C/ 3,35                      |
| Pesquisa, pós-graduação e mestrado | C          | C          | B        | B/ 3,73                      |
| Walter Félix I                     | C          | C          | B        | B/ 3,54                      |
| Walter Félix II                    | C          | C          | B        | B/ 3,61                      |
| Jersey N. de B. Nunes              | C          | C          | B        | B/ 3,85                      |
| NTI/NIEAD                          | C          | C          | B        | B/ 3,52                      |

|                                |   |   |   |         |
|--------------------------------|---|---|---|---------|
| S. José G. dos Santos          | C | C | B | B/ 3,80 |
| Esther de F. Ferraz            | C | C | B | B/ 3,87 |
| Jorge Kalume                   | C | C | B | B/ 3,83 |
| Francisco W. Dantas            | C | C | B | B/ 3,75 |
| G. Joaquim Macedo              | C | C | C | B/ 3,69 |
| M. Mário D. Andrezza           | C | C | B | B/ 3,88 |
| Adufac                         | C | C | B | B/ 3,73 |
| Sintest                        | C | C | A | B/ 3,82 |
| Eng. Florestal II              | C | C | C | C/ 3,36 |
| Lab. Sementes                  | C | C | B | B/ 3,61 |
| Djalma Batista                 | C | C | B | B/ 3,85 |
| Áulio G. A. de Souza           | E | C | B | C/ 3,46 |
| Jarbas G. Passarinho           | E | D | B | C/ 3,35 |
| João M. Furtado                | E | C | B | B/ 3,54 |
| Elias M. Simeão F.             | C | C | B | B/ 4,02 |
| Música e Artes Cénicas         | C | C | B | B/ 3,81 |
| Biblioteca Central             | C | C | C | C/ 3,23 |
| Clóvis B. França               | E | C | B | C/ 3,30 |
| Centro de Convivência          | E | C | B | C/ 2,75 |
| Restaurante Universitário      | C | C | B | B/ 3,74 |
| Coordenações de Ed. Física     | E | C | B | B/ 3,92 |
| Academia e Ginástica           | C | C | B | C/ 3,43 |
| Anfiteatro Garibaldi C. Brasil | C | C | B | B/ 3,81 |
| Euclides de O. Figueiredo      | E | C | C | C/ 3,41 |
| Lab. Agronomia                 | E | C | B | C/ 3,45 |
| Lab. Hidráulica                | E | C | A | C/ 3,41 |
| Anatomia Vegetal               | C | C | B | B/ 3,82 |

Tabela 5. Resultado da simulação de etiquetagem segundo o método prescritivo, realizada por meio do WebPrescritivo, de 42 edifícios da Ufac.

Conforme pôde ser observado na Tabela 5, ainda há espaço para que os edifícios avaliados possam se tornar mais eficientes e, dessa forma, atingir a eficiência energética ideal (Classe A da Ence). Contudo, para

atingir esse patamar, é preciso que sejam adotadas medidas de melhorias, de forma simultânea, em mais de um dos sistemas avaliados pela etiquetagem, a saber: envoltória, iluminação e condicionamento de ar.

Com relação ao sistema de envoltória, é preciso melhorar algumas características estruturais, principalmente da cobertura, que foi a grande responsável pela limitação da classificação nesse sistema. A adoção de uma estrutura de telhas e forros que apresentem menor transmitância térmica, como, por exemplo, a utilização de duas camadas de telha metálica intercalada com poliuretano e a substituição de forros de pvc por uma laje maciça de 10 cm certamente tornaram esse sistema mais eficiente.

Para melhorar ainda mais a eficiência do sistema de iluminação é preciso fazer uma alteração no circuito elétrico de cada ambiente, de modo que as luminárias próximas as janelas tenham um interruptor próprio, que possibilite o desligamento dessas toda vez que luz natural forneça iluminância suficiente para realização dos trabalhos.

Já para tornar o sistema de condicionamento de ar das edificações mais eficientes, é preciso a realização de um *retrofit* que considere não somente a classe de eficiência energética dos aparelhos, mas também a sua capacidade em função da área, para garantir o correto dimensionamento dos equipamentos a serem utilizados.

Em uma nova simulação de etiquetagem para o edifício Edilberto, por exemplo, ao adotar o valor da transmitância térmica da cobertura com as características indicadas anteriormente, o sistema de envoltória atingiria a classe B. Caso fosse adotado um esquema elétrico que permitisse o aproveitamento de luz natural, o sistema de iluminação seria classificado como A. Desse modo o edifício já receberia a etiqueta geral classe A, sem que sejam necessárias alterações nos aparelhos de ar condicionado.

Vale destacar que antes da adoção de qualquer medida aqui proposta, é interessante que seja realizado um estudo específico para cada edificação, onde devem ser detalhadas as medidas mais indicadas para cada uma delas.



2

Projeto  
Estratégico de  
Pesquisa &  
Desenvolvimento

O Projeto Estratégico de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) foi realizado com o objetivo de disseminar a cultura da eficiência energética e fomentar a pesquisa no âmbito acadêmico.

Diante desse cenário, foi implantado no campus da Ufac um projeto piloto de gestão e gerenciamento de energia, através da instalação de medidores nos prédios da instituição, garantindo monitoramento de forma individualizada dos diversos blocos. Os dados obtidos foram organizados e tratados para que se pudesse realizar um estudo e diagnóstico da rede.

Foram implantadas também três estações solarimétricas em diferentes localidades do Acre (Cruzeiro do Sul, Rio Branco e Brasiléia), que irão apoiar a realização de estudos e projetos de geração de energia em toda a Região e também em áreas de pesquisa de outros cursos ofertados pela Ufac, assim como para toda a comunidade civil.

Além disso, com o objetivo de divulgar os principais conceitos e ações de eficiência energética realizadas na Ufac, foram realizadas 4 edições de um curso de eficiência energética para os alunos de diversos cursos da Universidade e de seu Colégio de Aplicação.

O valor inicialmente previsto para o projeto de P&D foi de R\$ 1.270.668,00, no entanto foram gastos R\$ 1.211.321,21. Essa economia de R\$ 59.346,79 se deve, principalmente, à redução com os gastos previstos para os materiais e equipamentos, mais uma vez resultado de pesquisas de mercado bem executadas para que os melhores preços fossem obtidos.

*Foram realizadas diversas ações com o objetivo de disseminar a cultura da eficiência energética e fomentar a pesquisa no âmbito acadêmico.*

## 2.1 Sistema de gestão de energia

O sistema de gestão de energia tem o propósito de estudar de forma minuciosa a maneira como vem sendo utilizada a energia na instituição, através da análise do comportamento individualizada por bloco e da aplicação dos conhecimentos acerca de eficiência e gestão energética.

Para tanto, foram realizadas a avaliação de eficiência e gestão energética em blocos acadêmicos e administrativos da Ufac, servindo como fundamentação para tomadas de decisão futuras em relação às ações de economia nos gastos com energia elétrica. Os dados também servirão para auxiliar nas pesquisas futuras que necessitem de dados de consumo no campus, fazendo estas obterem resultados com o menor grau de erro, tendo dessa maneira maior relevância na comunidade acadêmica.

Para implementação do sistema de gestão de energia, foram adquiridos:

- //// Medidores para quadro;
- //// Transformadores de corrente;
- //// *Software* de gestão energética.

A instalação desses equipamentos foi precedida por visita para averiguação das condições do local, acessórios necessários para instalação e consulta aos responsáveis pelo prédio sobre o desligamento do fornecimento de energia durante a instalação. Os equipamentos ficam acomodados nos quadros gerais de luz e força (QGBT) de cada bloco, abrigados e protegidos.

A instalação dos medidores foi sempre realizada em consonância com as atividades acadêmicas, visando causar o menor prejuízo possível, com duração média de uma hora, com retorno das atividades normais logo após esse período.

Foram utilizados transformadores de corrente que variavam de 50/5A a 600/5A para medição das correntes de forma reduzida, e utilizadas amostras de tensão diretamente dos barramentos. A partir das informações recolhidas o equipamento é capaz de fornecer diversas grandezas como potências ativa e reativa, fator de potência e consumo.



Figura 14. Instalação do medidor de energia em um quadro.

Foram instalados 53 medidores nos blocos da Ufac, conforme listados na Tabela 6. A instalação foi realizada no segundo semestre de 2019, e os dados obtidos foram utilizados para fundamentar os estudos da rede de distribuição elétrica do campus, incrementando-os com dados específicos de consumo individualizado.

*Através da instalação de 53 de medidores a universidade está apta a fazer o monitoramento em tempo real.*

O produto principal (sistema de gestão) é aplicável de forma genérica a qualquer instalação que tenha consumo centralizado de energia elétrica. É apropriada especialmente para instalações com mais de um prédio, como universidades, escolas, hospitais etc. O caso considerado teve como base uma instalação de média tensão, mas pode também ser aplicado em instalações de baixa.

## BLOCOS COM MEDIDORES INSTALADOS

| Nome do Bloco                | Nº de Série | Nome do Bloco                    | Nº de Série |
|------------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
| Félix Bestene                | 30000407    | Pró-reitoria                     | 30000410    |
| Omar Sabino                  | 30000415    | Sintest                          | 30000403    |
| Bloco Setor Médico           | 30000380    | Letras                           | 30000427    |
| Edilberto Parigot            | 30000390    | Bacurau                          | 30000423    |
| Walter Felix I               | 30000417    | Enfermagem                       | 30000408    |
| Walter Felix II              | 30000385    | Física/Saúde coletiva            | 30000426    |
| Jersey Nazareno              | 30000393    | Medicina                         | 30000429    |
| Clóvis Barros França         | 30000419    | Psicologia                       | 30000425    |
| Bloco de Engenharia Elétrica | 30000406    | Eng. Civil                       | 30000422    |
| Cela                         | 30000368    | Viveiro                          | 30000418    |
| Sistemas de Informação       | 30000372    | Núcleo de Pesquisa               | 30000440    |
| Doutorado                    | 30000412    | Herbário                         | 30000361    |
| Agronomia                    | 30000434    | Prefeitura                       | 30000437    |
| Matemática                   | 30000413    | Garagem                          | 30000432    |
| Artes Cênicas                | 30000383    | Adufac                           | 30000439    |
| Gogra/Dire                   | 30000420    | Lab. de Hidráulica               | 30000431    |
| Eng. Florestal               | 30000438    | Defensoria Pública               | 30000405    |
| Bloco Ilha                   | 30000379    | Coordenações                     | 30000382    |
| Lab. química e biodiesel     | 30000435    | Teatro                           | 30000384    |
| Lab. de Solos                | 30000387    | Centro de convenções             | 30000400    |
| Bionorte                     | 30000424    | Educação física                  | 30000386    |
| Veterinária                  | 30000396    | Coordenação de Filosofia         | 30000399    |
| Hospital Veterinário         | 30000414    | Bloco Multidisciplinar           | 30000397    |
| Biblioteca                   | 30000411    | Lab. Prof.a Francisca Corina     | 30000395    |
| Niead                        | 30000433    | Blocos I e II isolados florestal | 30000402    |
| Reitoria                     | 30000428    | Anexo Eng. Civil                 | 30000404    |
|                              |             | Coordenações                     | 30000416    |

Tabela 6: Blocos de instalação dos medidores.

## 2.2 Estudo de rede

O estudo e diagnóstico técnico, usando o modelo da rede, inseriu o resultado do tratamento das medições e simulou o comportamento atual, em termos de fluxo de potência. Nessa etapa, foi possível identificar a situação das instalações quanto a níveis de tensão e carregamento dos equipamentos, e avaliar o perfil de consumo dos prédios.

Utilizou-se, para o estudo e diagnóstico técnico da rede, o *software* SINAPgrid, no qual modelou-se a rede, sendo elaborada uma base de dados que representa a rede de distribuição de média tensão da universidade, com 34 transformadores para baixa tensão. A elaboração deste modelo de simulação fez uso das informações contidas nas bases de dados do Ceeac, fazendo sua avaliação e atualização de acordo com a situação da rede em 2019. A Figura 15 mostra o diagrama do modelo.



Figura 15. Diagrama da rede primária da universidade.

A simulação foi utilizada para o cálculo do fluxo de potência com duas configurações de carga. Primeiro considerando cargas constantes, com fatores de potência iguais e fator de utilização variando entre três patamares (carga leve, média e alta). Depois, utilizou-se o resultado da campanha de medição realizada em outubro de 2019 para ajustar as cargas das instalações medidas, e calcular das instalações que não

tiveram medição, com base na diferença entre a soma das medições e o registro de fronteira do alimentador.

Também foram simuladas as medidas e os impactos de algumas propostas para diminuir o consumo e os gastos com energia na universidade. Simulou-se, por exemplo, o comportamento atual, em termos de fluxo de potência, sendo possível identificar a situação das instalações quanto a níveis de tensão, carregamento dos equipamentos e avaliar o perfil de consumo dos prédios. Também foi realizada a simulação da inserção de bancos de capacitores na rede da universidade para o suprimento de reativos, e ainda o efeito dos geradores fotovoltaicos instalados no escopo do Projeto de Eficiência Energética.

A partir dos estudos foi concluído que cada solução proposta gerou resultados específicos devendo suas aplicações serem avaliadas de forma individual pela Universidade. A utilização de banco de capacitores para redução de reativos, por exemplo, pode gerar redução de nos gastos com energia reativa. O custo médio de aquisição de banco de capacitores adequado para a aplicação proposta é de R\$ 25.000,00 e a redução anual de gastos com energia reativa a partir da instalação do mesmo é de R\$ 47.000,00, se mostrando essa uma solução altamente atrativa pelo rápido retorno financeiro que dar-se-ia em menos de um ano.

Vê-se, portanto, que esse produto representa um importante patrimônio de informação para a Universidade, que pode ser atualizado com os progressos da rede e permite a realização de análises com grande potencial de impacto positivo no planejamento e operação da rede.

*Constatou-se que com uma ação simples de instalação de um banco de capacitores ter-se-ia uma economia anual de R\$ 47.000,00, com o payback inferior à um ano.*



## 2.3 Potencial de geração por recurso solar

Buscando a introdução da pesquisa de cunho científico aliada aos objetivos do projeto, foram previstas as instalações de 3 estações solarimétricas em diferentes localidades do Acre (Cruzeiro do Sul, Rio Branco e Brasiléia), e especificamente dentro do território da universidade.

*Três estações solarimétricas  
em diferentes localidades do Acre.*

As estações em sua forma operativa oferecem subsídios para a estimação do potencial de geração de energia fotovoltaica dos campi. As estações são padronizadas (Figura 16) e foram projetadas para operarem de maneira autônoma tanto pelo provimento de energia elétrica quando para o envio de dados. As estações implantadas atendem todos os requisitos previstos nas notas emitidas pela Aneel (2016) e EPE (2017), quanto às especificações técnicas mínimas recomendadas para a validação de estudos produzidos a partir dos dados coletados.



Figura 16. Estações solarimétricas instaladas (da esq. p/ dir.):  
Rio Branco, Brasiléia e Cruzeiro do Sul.

Os sensores presentes nas estações são:

- //// Piranômetro;
- //// Anemômetro;
- //// Pluviômetro;
- //// Barômetro;
- //// Termo Higrômetro.

A partir dos sensores relacionados é possível efetuar medidas de grandezas como radiação solar, direção e intensidade dos ventos, pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar.

A coleta, armazenamento, e disponibilização aberta de dados solarimétricos da região amazônica, permite não apenas a avaliação do potencial de geração fotovoltaica dessa local, mas auxilia a tomada de decisão de outras áreas relevantes, como projetos de sistema de irrigação agrícola.

De fato, a aplicabilidade da base de dados solarimétricos se estende a áreas além da de geração de energia. A aplicabilidade do produto principal do projeto (metodologia para diagnóstico de eficiência energética), por sua vez, está atrelada especificamente a projetos de eficiência energética, mas abrange instalações de quaisquer tipos, e é especialmente adequada a prédios públicos com consumo distribuído e contabilização centralizada.

A base de dados obtida como produto secundário contém informações sobre o monitoramento de direção e velocidade do vento; precipitação, umidade do ar, pressão, temperatura e radiação. Essas informações, disponíveis abertamente ao público, são necessárias para projetos de geração de energia, mas também de outros segmentos da economia, como da agropecuária e do planejamento urbano.

O Ceeac produziu estudo sobre potencial solarimétrico que se baseia na determinação do potencial solar, imprescindível para a estimativa

de quantidade de energia a ser gerada por uma usina solar fotovoltaica. Essa informação é que determinará a viabilidade econômica de um empreendimento.

Para a definição do potencial fotovoltaico de uma região primeiramente são necessários dados de irradiância ou irradiação em uma série histórica mínima de 10 anos. O uso de uma série de dados decenal tende a anular os efeitos de variabilidade interanual do recurso ocasionada pelo ciclo solar e pelas demais variabilidades climáticas. Essas séries de longo prazo costumam ser dados sintéticos, produzidos com base nos valores da irradiância que alcança o todo da atmosfera, combinados com imagens via satélite que avaliam o grau de nebulosidade, ou com modelos matemáticos que estimam a transmitância atmosférica. Contudo, esses modelos podem superestimar ou subestimar a quantidade do recurso na região em função de especificidades microclimáticas como por exemplo, um excesso de umidade na região não previsto pelo modelo utilizado.

Por isso é de suma importância a instalação de estações solarimétricas na região e a coleta de uma série histórica mínima de um ano que deverá ser utilizada para a calibração da série sintética de longo prazo. A partir da série histórica de longo prazo calibrada procede-se ao cálculo do montante de irradiação no plano inclinado. Para países localizados na zona tropical, o potencial é definido pela inclinação igual a latitude e orientação para Norte. Essa configuração maximiza a incidência da radiação nos módulos ao longo do ano.

Quanto maior o acesso aos dados de irradiância, mais precisa será a estimativa da irradiação em plano inclinado. A irradiação incidente em plano inclinado é dada pela soma das irradiações direta, difusa e refletida que incidem nesse plano. Se a série histórica obtida possuir valores não só de irradiância global horizontal, mas também de irradiância difusa horizontal e direta normal, as parcelas da irradiação em plano inclinado podem ser obtidas com maior nível de precisão. Dada a variabilidade diária e horária do recurso solar, atualmente

define-se o valor de P50 da irradiação horária mensal ou anual para a determinação do potencial solar fotovoltaico.

*Estudo com o potencial de geração de energia  
fotovoltaica para três regiões do Acre.*



## 2.4 Curso de Eficiência Energética

Com objetivo de divulgar os conceitos e as ações de eficiência energética, o Ceeac promoveu 4 edições do curso de eficiência energética para alunos da Ufac.

De modo a atingir mais público, uma das edições do curso foi realizada de forma alternativa, em uma versão mais compacta, através de palestras ministradas para os seguintes departamentos da universidade, no campus de Rio Branco: Bacharelado em Educação Física; Licenciatura em Educação Física; Bacharelado em História; Bacharelado em Ciências Sociais; e Bacharelado em Jornalismo.

*Realizadas 4 edições do curso  
de eficiência energética.*



Ao todo, foram capacitados em eficiência energética mais de 240 alunos da Ufac. A Figura 17 mostra o registro de uma das palestras realizadas para os alunos do curso de licenciatura em Física.



Figura 17. Curso de Eficiência energética com alunos de Licenciatura em Física.

Adicionalmente, adaptou-se o curso para os alunos do ensino médio do Colégio de Aplicação da Ufac, onde também foi realizada uma palestra. O registro desse evento está mostrado na Figura 18.

*Mais de 240 alunos com capacitação básica em eficiência energética .*



Figura 18. Curso de Eficiência Energética na Escola de aplicação.

O impacto desses eventos foi considerado muito positivo, principalmente pelo engajamento dos alunos, que se mostraram bastante envolvidos com o tema. Um exemplo desse envolvimento é o panfleto de divulgação que foi elaborado pelos alunos do departamento de História logo após a realização do treinamento. Conforme apresentado na Figura 19, os alunos já estão passando para outras pessoas alguns conceitos aprendidos nos treinamentos realizados pelo Ceeac.



Figura 19 - Divulgação produzida pelos alunos de História como resultado do curso de eficiência energética.

Com objetivo de mensurar quantitativamente os efeitos dos cursos no consumo de energia da Universidade, foram realizados os levantamentos do consumo de energia dos blocos que abrigam os alunos dos departamento para qual as palestras foram ministradas em dois momentos: na semana anterior e na semana seguinte às palestras. Mais uma vez o impacto dos treinamentos foi considerado muito positivo, uma vez que foram identificadas reduções de consumo de até 4,39%, como mostram os gráficos da Figura 20 (Consumo energético do Bloco Bacurau antes dos eventos) e da Figura 21 (Consumo energético do Bloco Bacurau depois dos eventos).

*Redução de até 4,39% do consumo de energia após a realização dos treinamentos.*

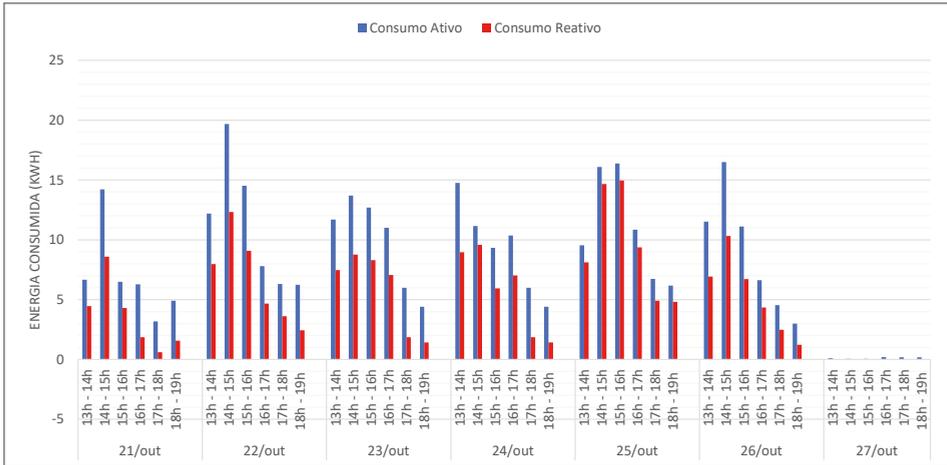


Figura 20 - Perfil de consumo do bloco Bacarau antes do Curso de Eficiência Energética

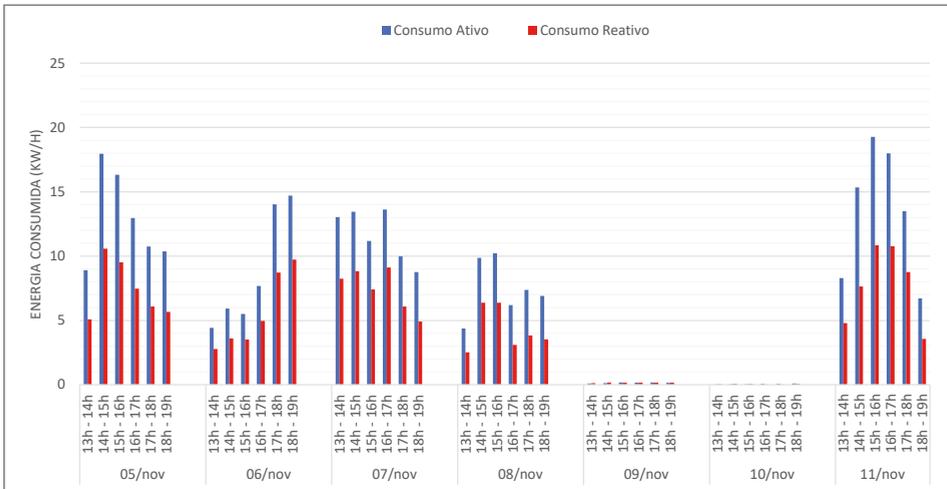


Figura 21 - Perfil de consumo do bloco Bacarau após o Curso de Eficiência Energética



3

*Workshop de*  
finalização  
do projeto

A consolidação e divulgação dos resultados gerais do projeto foi realizada em um seminário apresentado na Ufac no dia 19/02/2020. Nesse evento, reuniram-se fisicamente os representantes das principais partes interessadas (Ufac, Energisa Acre e Ceeac), foram apresentados os resultados do Projeto de Eficiência Energética e do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento – ambos resposta à chamada 001/2016 da Aneel.

Nessa oportunidade também foram discutidos alguns rumos a serem seguidos para que os resultados obtidos com o projeto sejam perenes e funcionem cada vez mais como inspiração para a realização de outros projetos semelhantes.

*Workshop para divulgação dos resultados e discutir rumos a serem seguidos.*



Figura 22: Mesa convidada para a abertura do seminário final.

Na Figura 22 é apresentada a mesa convidada para o evento, e a Figura 23, a equipe de alunos e profissionais executores do projeto.



Figura 23: Equipe executora do projeto presente no seminário.



4

Trabalhos  
decorrentes

**D**ecorrente do projeto, foram realizadas e estão em realização, as produções científicas listadas na Tabela 7, assim como os locais de submissão e index correspondentes (quando revista ou jornal). Esse fato demonstra o reconhecimento do setor científico da importância e da qualidade dos trabalhos realizados.

*13 trabalhos científicos produzidos.* 

### PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS ACERCA DO PROJETO

| Publicação/ Conferência        | Qualis                    | Título do trabalho   | Status      |
|--------------------------------|---------------------------|--|-------------|
| IET RPG - Engenharias          | A1                        | Evaluation of energy efficiency actions in public higher education buildings in the Amazon region                                      | Finalizado  |
| EUPVSEC 2020                   | Conferência Internacional | Potencial of the Amazon region and the impact of forest fires on photovoltaic generation   | Em produção |
|                                |                           | Impact of Amazonian climate and forest fires on photovoltaic generation  | Em produção |
| T&D Latin America 2020         | Conferência Internacional | Impacts of photovoltaic insertion on distribution losses in the Amazon   | Finalizado  |
| Sustainable Cities and Society | A1                        | Eficiência energética e uso racional de energia elétrica em prédios públicos da região Amazônica                                       | Em produção |
| Energy and Buildings           | A1                        | Metodologia e avaliação de potencial de geração solar fotovoltaico utilizando multimetro solarimétricos, meteorológicos e particulados | Em produção |

|                                       |                      |  |             |
|---------------------------------------|----------------------|--|-------------|
| Citenel                               | Conferência Nacional | Programa de eficiência energética em prédios públicos da região amazônica: avaliação do caso do Campus da Ufac                                     | Em produção |
|                                       |                      | Potencial solarimétrico da região amazônica e o impacto de incêndios florestais na geração fotovoltaica  | Em produção |
|                                       |                      | Impacto do clima amazônico e dos incêndios florestais na geração fotovoltaica  | Em produção |
|                                       |                      | Impactos de Inserção Fotovoltaica em Perdas de Distribuição: Um estudo de caso em rede de distribuição em campus universitário da região amazônica | Finalizado  |
|                                       |                      | Eficiência energética e uso racional de energia elétrica em prédios públicos da região Amazônica   | Finalizado  |
|                                       |                      | Metodologia e avaliação de potencial de geração solar fotovoltaico utilizando multimedidores solarimétricos, meteorológicos e particulados         | Em produção |
| Congresso Brasileiro de Energia Solar | Conferência Nacional | Eficiência energética, Pesquisa e Desenvolvimento e geração fotovoltaica na Ufac (Universidade Federal do Acre)                                    | Finalizado  |

Tabela 7: Publicações técnico-científicas acerca do projeto.



Adicionalmente, foram produzidos e aprovados os trabalhos de conclusão de curso de 4 bolsistas do Ceeac, apresentados exclusivamente ao curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da Ufac, listados na Tabela 8.

*4 trabalhos de conclusão de curso produzidos  
por bolsistas do Ceeac.*

### TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO

| Título   | Autor                                   |
|--|---|
| Estudo de caso da inserção de minigeração fotovoltaica na rede de distribuição de energia elétrica do campus Rio Branco da Ufac usando OPENDSS | Lucas Matheus de Sousa Lima             |
| Análise dos perfis de tensão e fator de potência da rede da Ufac através do fluxo de carga, utilizando SINAPgrid                               | Gabriel Mendonça Guilherme              |
| Aplicação de um protótipo de automação elétrica de baixo custo como método de eficiência energética  | Demetrius Barahuna<br>Guimarães Bezerra |
| Georreferenciamento da rede de distribuição elétrica da Ufac   | Taynara Bastos Trindade                 |

Tabela 8: Trabalhos de conclusão de curso realizados.

5



Perspectivas  
para o futuro



A visão da  
Energisa sobre  
o Projeto de  
Eficiência  
Energética e  
Uso Racional de  
Energia Elétrica  
na Ufac

O Projeto de Eficiência Energética e Uso Racional de Energia Elétrica na Ufac – Universidade Federal do Acre foi um projeto do Programa de Eficiência Energética da Energisa Acre realizado a partir de uma iniciativa da Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica, através da Chamada de Projetos de EE Prioritário e P&D Estratégico nº 01/2016 – “Eficiência Energética e Minigeração em Instituições Públicas de Educação Superior”, a qual estimulava as distribuidoras de energia elétricas brasileiras investissem os recursos provenientes do PEE – Programa Nacional de Eficiência Energética, em projetos que tivessem como beneficiárias as instituições públicas de ensino superior que alinhassem as eficientizações energéticas com ações de pesquisa e desenvolvimento com o intuito de selecionar projetos pilotos e demonstrativos em que suas execuções fornecessem subsídios importantes para a formulação de políticas públicas de combate ao desperdício de energia elétrica em unidades consumidoras da administração pública.

Nesse interim, a Energisa Acre (na época Eletroacre) com a parceria do Ceeac – Centro de Excelência em Energia do Acre concebeu o Projeto para atender à Ufac, maior e mais importante instituição superior de ensino do estado, sendo aprovado pela Aneel. Com um investimento total de R\$ 2.317.204,61 (sendo que as ações de de P&D totalizam R\$ 1.211.321,21 e as de EE R\$ 1.105.883,40) o Projeto contempla a substituição das 14.255 lâmpadas do campus Rio Branco da Ufac, por lâmpadas de LED, mais modernas e eficientes energeticamente, além da ligação dos 496 painéis solares fotovoltaicos (sendo 264 no telhado e 232 no solo) à rede de energia elétrica, o que representa uma geração de 180 kWp de energia, sendo até o momento a maior usina solar fotovoltaica instalada em uma instituição pública do estado, trazendo redução de consumo de energia da universidade.

Diante do cenário instigado pela Aneel por meio da Chamada a Energisa Acre em parceria com a Ceeac propôs o Projeto para atender à Ufac, tendo como beneficiário o campus Rio Branco, trabalhando em duas frentes, a saber:

- //// PEE, cujo objetivo geral é a reduzir o consumo de energia elétrica da unidade consumidora em questão;
- //// P&D, cujo objetivo geral é disseminar a cultura de eficiência energética no âmbito acadêmico, através do aumento do conhecimento do tema por meio da monitoração do consumo próprio, estudos dos hábitos regionais de consumo, estudos e monitoração da rede elétrica interna, pesquisas de potenciais para geração por fontes alternativas, fomento à inovação e desenvolvimento tecnológico de automação.

O Projeto possibilitou que a Ufac trocasse todo o seu sistema de iluminação e incentivasse a mudança dos hábitos de consumo de toda a comunidade acadêmica (professores, alunos e funcionários das instituições de educação), além da implantação de minigeração de energia elétrica nas Universidade, contribuindo significativamente na redução de seus gastos com energia elétrica. O Projeto fomentou ainda uma nova forma de gestão energética, por meio de ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação, entre outras ações de capacitação profissional, além de buscar criar uma cultura de eficiência energética na formação de futuros profissionais, tendo em vista que tal cultura é de grande relevância para a sociedade como um todo.

O grande diferencial do Projeto, desde a sua origem é mesclar as ações de eficiência energética e de pesquisa e desenvolvimento, algo até então inédito no estado do Acre, e justamente nesse último é que acreditamos que estamos deixando o maior legado, tendo em vista que os diversos estudos realizados, como os hábitos de consumo de energia e/o os dados levantados pelas 3 estações solarimétricas instaladas servirão de apoio para estudantes e profissionais do setor elétrico.

Desde sua concepção, nós da Energisa percebemos o Projeto de Eficiência Energética e Uso Racional de Energia Elétrica na Ufac como altamente promissor tendo em vista que a introdução da geração distribuída no campus de Rio Branco da Universidade Federal do Acre proporcionaria, além da redução da fatura de energia, uma experiência em ações de eficiência energética e GD, com envolvimento

dos funcionários, professores e alunos, que poderá ser replicada em outras instituições do estado, carente em ações nesse sentido. Vislumbramos ainda o seu caráter altamente inovador, tendo em vista que a instalação de um sistema de minigeração fotovoltaica no campus da universidade, acoplado com ações de eficiência energética, e ainda provendo insumos técnicos para atividade de P&D.

A aplicabilidade da tecnologia no campus da Ufac é importante não só para o Acre, mas também para toda região Norte e pode servir como referência para novos projetos, considerando as características regionais da Amazônia e a inovação é um dos valores mais importantes para o Grupo Energisa.

Ficamos contentes em investir os recursos do PEE da distribuidora nesse Projeto, tão imprescindível para a Ufac, tendo em vista que embora a Universidade conte com corpo técnico especializado e apto, os investimentos necessários seriam vultosos para serem assumidos com verba própria da instituição.

Enfim, acreditamos que o Projeto é importante não só para nós da Energisa, para o Ceeac e até da Ufac, mas para toda comunidade acreana, com ênfase aos que estudam ou atuam no mercado de energia elétrica.

## Energisa Acre

//// José Adriano Mendes Silva – Diretor Presidente

//// Ricardo Alexandre Xavier Gomes – Diretor Técnico Comercial

//// Equipe PEE – Pedro Henrique Melo Costa, Antônio Carlos Alves de Farias, Rennard de Oliveira Brito e Michelle Luiz de Almeida

//// Equipe PED – Vinicius Ferreira Goulart, Gustavo Tavares Rodrigues, Ana Flávia de Paula Amaral

A Universidade  
como beneficiária  
das ações dos  
projetos

A energia limpa é vista como solução sustentável para as projeções de urbanização em massa nos últimos anos. Temos vivido num momento crítico onde, segundo informações do Fórum Global de Eficiência Energética, mais de 50% da população mundial (cerca de 4 bilhões de pessoas) moram em cidades. A expectativa para o final desse século é de 85%. Nesse sentido, políticas que busquem soluções que direcionem a população ao uso correto de recursos naturais, diminuirá a poluição ambiental e criam alternativas para utilização de energia limpa, sendo mais do que bem vinda e necessária para toda nossa sociedade. Urge, portanto, que a urbanização seja efetuada de forma mais inteligente e isso pode acontecer.

As pesquisas, projetos e implantações na área de energia limpa que são efetivadas atualmente, farão diferença no futuro de nossas cidades, de nossos países, do planeta. O conhecimento e os produtos já existem porém, faz-se necessário acelerar a integração, combinados com incentivos legislativos e financeiros, pois as possibilidades de cidades sustentáveis e energeticamente eficientes são ilimitadas.

Nesse contexto, com objetivo de alternativa energética sustentável, a Ufac, o Ceeac e a empresa Energisa Acre, somaram esforços em favor de um bem comum: concretizar parceria utilizando o conceito de eficiência energética e o uso racional de energia.

A Ufac, que foi criada no dia 25 de março de 1964 pelo Decreto Estadual nº. 187, e federalizada em 05 de abril de 1974, pela Lei nº. 6.025 e Decreto nº.74.706, está localizada na Amazônia Ocidental, região norte do país, especificamente no Campus Universitário, com uma área aproximada de 292 hectares, possui quase 50 (cinquenta) cursos de Graduação e mais de 30 (trinta) cursos de Pós-Graduação (Especializações, Mestrados e Doutorados), avaliada com Conceito Institucional Nota 04 (quatro) junto ao Ministério da Educação (numa escala que varia de 1 a 5).

A Ufac é a única universidade pública e gratuita de todo o Estado do Acre (que depende exclusivamente de recursos oriundos do Governo Federal para o seu funcionamento). A busca por apoio político e recursos orçamentários é incessante, contudo se espera maior adesão política para projetos dessa natureza que futuramente possam trazer mais resultados e disponibilizar alternativas energéticas sustentáveis para a população acreana. Temos na região amazônica uma grande perspectiva de geração de energia solar, onde projetos de residências e empresas auto sustentáveis com fornecimento de sua própria energia podem ser viáveis e apropriados.

O Projeto de Eficiência Energética (PEE), executado pelo Ceeac foi um “divisor de águas”, um “marco”, um “catalisador” indispensável, mediante adoção de métodos e melhores práticas, esforço resultante da parceria público-privada, proporcionando investimentos em eficiência energética. Através de vários editais e chamadas públicas disponibilizadas anualmente que visam contemplar Projetos que contribuam para alterar a realidade de determinada comunidade, cidade ou região, o Projeto do Ceeac foi aprovado e executado com equipe capacitada e detentora de know-how, cujo maior beneficiária foi toda a comunidade universitária da Ufac (com mais de 10 mil pessoas em circulação nos turnos matutino, vespertino e noturno), de modo que foram trocadas em salas administrativas, salas de aulas, corredores, passarelas, praças e locais de eventos, mais de 14 mil lâmpadas fluorescentes convencionais por lâmpadas com iluminação LED, bem como a construção de três geradores fotovoltaicos para captação de energia solar, que já representam entre 8 a 10% na redução do consumo de energia da Ufac.

Projetos pioneiros e inovadores como esses, que buscam engajar toda a comunidade universitária no conceito de sustentabilidade, também trazem múltiplas alternativas de Ensino e Pesquisa a acadêmicos: sejam egressos dos vários cursos, especialmente da área de engenharia elétrica existente na instituição. Certamente, a concepção e execução

do Projeto de Eficiência foram concretizadas com o devido êxito e a excelência certificada, estando em consonância com os objetivos constantes no planejamento estratégico da Ufac - missão, visão de futuro e valores (inovação, compromisso, respeito à natureza, respeito ao ser humano, efetividade, pluralidade e cooperação).

**Guida Aquino**

Reitora da Ufac

# Equipe do projeto

## **Aline Santana Gallina**

Graduanda em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Acre, ano de conclusão 2020. Bolsista do Centro de Excelência em Energia do Acre no Projeto Eficiência Energética e Uso Racional de Energia Elétrica na Universidade Federal do Acre.

## **Amanda Luiza Alab de Souza**

Pós-graduanda em Gerenciamento de Projetos da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG) com previsão de conclusão no segundo semestre de 2020, pós-graduanda em Engenharia de Segurança do Trabalho também pelo PUC-MG com previsão de conclusão no primeiro semestre de 2021. Graduação em Engenharia Elétrica pelo IESACRE (2017). Engenheira pesquisadora do Ceeac no período de Jan/2018 - Abr/2019, atualmente Analista de Projetos na Energisa Acre.

## **Claudiane Duarte Magalhães**

Graduanda em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Acre (Ufac), previsão de conclusão em 2021. Vice-Presidente executiva da Empresa Junior - Instituto Luminus - de Engenharia Elétrica da Ufac. Bolsista no Centro de Excelência em Energia do Acre (Ceeac)

## **Demetrius Barahuna Guimarães Bezerra**

Graduação em Engenharia Elétrica pela Ufac (2019). Graduação em Sistemas de Informação pela Fameta (2018).



## **Ivo Ordonha Cyrillo**

Engenheiro eletricitista em Energia e Automação pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, obteve seu título de mestre na mesma escola com ênfase em Sistema de Potência no tema de regulamentação da qualidade da energia. Em 2013 obteve o diploma de MBA executivo pelas escolas francesas Dauphine e IEA-Sorbonne em Paris. Atualmente desenvolve estudos e consultoria na Sinapsis Inovação em Energia, atuando em P&D junto a distribuidoras de energia elétrica e em projetos de ciência comportamental na distribuição de água e esgoto.

## **Jersileide Rufino da Silva**

Graduada em Gestão Pública pelo Centro Universitário Uninter (2012). Cursando Direito na UNAMA Faculdade da Amazônia desde 2019. Atualmente é auxiliar administrativa do Centro de Excelência em Energia do Acre. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração Pública.

## **João Paulo Oliveira Brilhante**

Estudante de Engenharia Elétrica na universidade federal do acre, ex-bolsista do projeto de extensão Escola Mais Eficiente na Ufac, ex-bolsista no Ceecac, Ex coordenador do Crea-jr Ac, atualmente é estagiário no departamento de qualidade na Energisa Acre.

## **José Humberto Araújo Monteiro**

Obteve os títulos de Bacharel e Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Pará (UFPA) nos anos de 2005 e 2008, respectivamente. É Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), concluído em 2014. Atualmente, é Professor Adjunto II da Universidade Federal do Acre (Ufac), vinculado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET). Tem interesse na área de Sistemas Elétricos de Potência, mais especificamente, nas áreas de energias renováveis, planejamento energético, transmissão de energia elétrica, modelagem de sistemas elétricos e técnicas de alta tensão.

## **Lucas Costa Vichinsky**

Acadêmico de engenharia, bolsista do Ceeac (2018), ex-presidente e ex-diretor de marketing da empresa júnior de engenharia elétrica da Ufac. Bolsista no Centro de Excelência em Energia do Acre (Ceeac)

## **Lucas Matheus de Sousa Lima**

Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Acre com formação prevista em 2020. Atua como bolsista no Centro de Excelência em Energia do Acre com interesse nas áreas de eficiência energética e energias renováveis.

## **Luzenilda Costa da Silva**

Graduação em Engenharia Elétrica – Centro Universitário Uninorte (2018). Bolsista Pesquisadora do Ceeac na área de Energia, Energia renováveis, política energética.

## **Marcelo Aparecido Pellegrini**

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1995), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1998) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2003). Atualmente é sócio-diretor da Sinapsis Inovação em Energia, coordenador de projetos no iAPTEL - Instituto APTEL, pesquisador da Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia e colaborador do Enerq/USP.

## **Marcos Antonio Viana Maia**

Graduação em Engenharia Elétrica - Centro Universitário Uninorte (2019); Pós-Graduando em Engenharia de Segurança no Trabalho pelo Centro Universitário UNINORTE, ano de conclusão 2021. Bolsista do Ceeac na área de Energia, Energia renováveis, política energética (2018-2019).

### **Matheus Paolo dos Anjos Mourão**

Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Acre (Ufac), com formação prevista para 2020/2021; estagiário na Energisa Acre, atuando no setor de manutenção de linhas transmissão de alta tensão (230kV até 34,5 kV) e subestações e estagiário no Centro de Excelência em Energia do Acre, atuando na área de automação, desenvolvimento e manutenção de sistemas.

### **Melquesedeque Sage Brilhante**

Graduando em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Acre com formação prevista para 2020. Foi bolsista do PET Economia de 2017 a 2020, ministrou monitoria das disciplinas de microeconomia I e II, atuou no Ceeac (Acre) de 2018 a 2019, atuou no projeto de pesquisa política pública agroambiental e queimadas agropecuárias na Amazônia,; uma análise econômica de 2019 a 2020, atuou no projeto de extensão diagnóstico da criança e do adolescente (2020).

### **Mirabor José Leite Júnior**

Bacharel em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal do Acre (2019) e mestrando em Agricultura de Precisão pela Universidade Federal do Santa Maria com término previsto para 2022. Atua nas áreas de geoprocessamento e confecção de mapas.

### **Nádia Coelho Pontes**

Engenheira eletricista formada pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, em 2019. Área de especialização de Energia e Automação elétricas. Realizou, durante a graduação, iniciação científica com projetos na área de energia fotovoltaica. Atualmente é colaboradora na Sinapsis Inovação em Energia (SP).



## **Vinicius Oliveira da Silva**

Doutorando pela Escola Politécnica da USP (Epusp). Especialista em Integração Energética e América Latina pela OLADE (2018). Mestre em Ciências pela EPUSP (2015). Graduação em Engenharia Mecânica pela Unesp (2011) com período sanduíche na Epusp (2010). Professor assistente e pesquisador do GEPEA/EPUSP, pesquisador do BET/RCGI/USP e Ceeac.

## **Wanderley Araújo de Castro Júnior**

Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Acre (2017). Técnico Administrativo da Universidade Federal do Acre. Tem experiência em Engenharia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: sistema de aterramento, solo, proteção, geração eólica e circuito impresso.



[www.ceeac.org](http://www.ceeac.org)

