



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ – IFCE**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PRPI**

**PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO – PROEXT**

**GABINETE DA DIREÇÃO GERAL – CAMPUS MARACANAÚ**

**Edital nº 013/2017-GDG-PROAPA**

**Área Temática 02: Internet das Coisas e Energia**

**Título: Monitoramento, supervisão e controle do consumo de energia elétrica no  
IFCE - Campus Maracanaú visando a eficiência energética**

**Maracanaú, 09 de janeiro de 2018.**

## **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil vive atualmente um momento de crise energética ocasionada principalmente pela seca e escassez de chuvas periódicas que reduziram os níveis dos reservatórios das usinas hidroelétricas a valores críticos, além da falta de investimentos, má execução nos gastos dos recursos financeiros destinados a ampliação e construção de novas usinas hidroelétricas, e do atraso nas obras (IWASHITA, 2015; FILHO, 2015; PORTAL TERRA, 2015). Além disso, o uso das termoelétricas, que dependem da queima de óleo, carvão e gás para complementar o fornecimento de energia, são acionadas sempre que o setor hidroelétrico ameaça não suprir a demanda de consumo, encarecendo o preço do MWh ao consumidor final (PORTAL BRASIL, 2015).

Como se não bastasse à crise energética, vive-se também um momento de dificuldades políticas e econômicas em que os recursos destinados às instituições de ensino públicas são cada vez menores para suprir todas as suas despesas. É neste cenário que gestores devem promover ações que reduzam suas despesas fixas, de combate ao desperdício e para incentivar o desenvolvimento de suas instituições de ensino.

Dentre as despesas fixas mensais, o consumo de energia elétrica é um dos mais impactantes, pois está relacionado com o aumento de pessoal, seja técnico administrativo, professores e/ou alunos, e com o crescimento físico da instituição através do aumento do número de salas de aula, laboratórios, restaurantes acadêmicos e ampliações de outros espaços físicos que demandam naturalmente um maior consumo de energia elétrica. Neste contexto, é preciso utilizar a eletricidade do IFCE - Campus Maracanaú de forma consciente e responsável, evitando-se o desperdício através dos seguintes objetivos.

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Este projeto de pesquisa tem por objetivo geral, promover ações de combate ao desperdício de energia elétrica no IFCE - Campus Maracanaú tendo como premissa o seu uso eficiente utilizando tecnologias de monitoramento, diagnóstico e controle das principais cargas elétricas presentes no Campus utilizando o conceito da internet das coisas para troca de informações entre os mais variados dispositivos e/ou setores do Campus.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para que o objetivo geral deste projeto de pesquisa seja alcançado, é preciso elencar os seguintes objetivos específicos:

- Conscientizar toda a comunidade acadêmica sobre a importância de se evitar o desperdício de energia através de palestras, grupos de diálogos e fixação de cartazes informativos mostrando a importância do uso eficiente de energia elétrica;
- Identificar todos os equipamentos que estão conectados a rede elétrica do Campus e assim criar um relatório com os maiores consumidores por ambiente, departamento ou bloco;
- Verificar todas as luminárias instaladas nos ambientes internos (salas de aula, laboratórios, sala de professores, coordenações, auditório e outros espaços presentes no bloco administrativo), e externos do Campus (Postes, refletores de quadra e piscina), e assim criar um relatório com os maiores consumidores por ambiente, departamento ou bloco.
- Realizar estudo sobre quais ambientes podem aproveitar a luminosidade natural gerada pela luz do sol e assim reduzir a quantidade de lâmpadas acesas durante o período diurno.
- Substituir as lâmpadas atuais por lâmpadas de LED que apresentam melhor eficiência na iluminação e menor consumo de energia.
- Automatizar pelo menos um laboratório didático presente no Campus, como protótipo do projeto, objetivando a eficiência energética. Será realizado todo o controle e monitoramento dos sistemas de iluminação, climatização e controle de acesso deste ambiente de forma presencial e à distância, em que várias variáveis de ambiente serão medidas e armazenadas em um banco de dados para tomada de decisões e análise de todas dinâmicas envolvidas, além da comunicação com outros sistemas inteligentes permitindo aos gestores melhor controle nos gastos em energia.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Ações proativas no sentido de redução do consumo e capacitação de projetos voltados a eficiência energética são fundamentais para o desenvolvimento sustentável do país e da educação pública de um modo geral, permitindo um futuro melhor para todos. Esta consciência pela eficiência energética interessa também as concessionárias fornecedoras, pois a eficiência aumenta a competitividade e a permanência no mercado,

garantindo recursos para melhorar seus serviços e atender toda a população, além de evitar em comprometer o meio ambiente reduzindo a degradação pela inundação de grandes áreas das barragens, para implementação de projetos de novas usinas geradoras. Além disso, a necessidade da redução do consumo de energia elétrica frente ao desafio de promover o crescimento do IFCE - Campus Maracanaú demanda uma conscientização de economia de energia, busca por outras fontes produtoras de energia, tais como a solar e eólica, e aperfeiçoamento de equipamentos, sistemas de climatização e iluminação. O uso racional da energia pode se tornar um diferencial de sustentabilidade econômica, onde os Campus que não estiverem buscando novas formas de economia estarão com crescimento limitado. Sendo assim, este projeto de pesquisa apontará metodologias e estratégias que possibilitem a economia de energia no IFCE - Campus Maracanaú.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

De acordo com a ANEEL (2018), a eficiência energética pode ser definida como uma atividade técnico-econômica que tem por objetivo propiciar um uso otimizado de matéria-prima fornecida pela natureza. Sendo específico ao consumo de energia elétrica, o Brasil além de ter uma das tarifas mais altas, não tira o melhor da energia que consome. De acordo com a Revista Exame (2016), num *ranking* que avaliou a eficiência entre as 12 maiores economias do mundo, o país é o décimo colocado geral. Segundo o estudo, o melhor desempenho brasileiro em termos de eficiência energética está relacionado a área de transporte e o pior desempenho veio do quesito esforços nacionais, que analisa a existência e iniciativas de criação de políticas e legislações específicas para fomentar o uso consciente da energia.

Uma instituição de ensino pode ser considerada mais eficiente energeticamente quando proporciona condições ambientais (iluminação, climatização) e acionamento de máquinas (refrigeradores, máquinas de xerox, motores e bombas de água) com menor consumo de energia, junto à incorporação de fontes renováveis de energia, tais como painéis fotovoltaicos e geradores eólicos, em sua instalação elétrica.

#### **3.1 Iluminação**

Uma sala bem iluminada é indispensável para o processo de ensino e aprendizagem, pois o desempenho dos alunos e a atuação dos professores sofrem

influência direta do nível de luminosidade dos ambientes. Em salas de aula escuras, a atenção dos estudantes tende a ser menor, pois a ausência de luz induz o organismo a produzir hormônio chamado de melatonina, responsável pela diminuição do ritmo biológico. Outros problemas relacionados com a iluminação inadequada são fadiga, dores de cabeça e irritabilidade nos olhos, que, em longo prazo, pode se tornar uma lesão ocular (GODOY, 2018). A Figura 1 apresenta duas situações relacionadas a iluminação de salas de aula.

**Figura 1 - Iluminação de uma sala de aula**



**a. Sala de aula mal iluminada**



**b. Sala de aula com ótima iluminação**

A Figura 1.a (LORENTI, 2017) apresenta uma sala mal iluminada em que os alunos ficam dispersos e sem concentração durante a aula e na Figura 1.b (ANÁPOLIS, 2012) apresenta uma sala com ótima iluminação em que os alunos e o professores estão concentrados na atividade que está sendo proposta ao grupo. Portanto, uma sala bem iluminada é um ambiente facilitador do processo de aprendizagem. Mas qual o valor de luminosidade ideal para uma sala de aula?

Segundo a Norma ABNT NBR 8995, substituta da antiga norma ABNT NBR 5413, a luminância em salas de aula deve ser de 300 lux nas escolas primárias e secundárias, e nos ambientes de estudos voltados para adultos ou atividades noturnas, o nível deve ser de 500 lux. Para que estes níveis de luminosidade sejam alcançados é preciso utilizar uma combinação de luz natural, proveniente do sol, com iluminação artificial feita por lâmpadas. Neste último tipo de iluminação, fatores como potência, tipo e quantidade de lâmpadas dentro da sala de aula impactam diretamente no consumo de energia elétrica. Hoje, com o uso das lâmpadas LED, é possível reduzir a quantidade de lâmpadas dentro de um ambiente devido sua eficiência e baixo consumo, e assim reduzir os gastos com energia elétrica.

Além disso, é preciso melhor aproveitar a luz do sol e utilizar as lâmpadas o necessário para manter a iluminação de acordo com a Norma. Finalmente, o ato de ligar e desligar as lâmpadas quando a sala estiver com pessoas ou vazia, e o aproveitamento da luz natural, são simples ações que representam economia no consumo de energia.

### 3.2 Climatização

Da mesma forma que uma sala de aula bem iluminada é um elemento facilitador do processo de ensino, uma sala com temperatura controlada reduz o nível de agitação dos alunos, o desconforto térmico e propicia um ambiente agradável. A Figura 2 ilustra um exemplo de uma sala de aula que dispõe de aparelhos de ar condicionado, ventiladores e janelas para circulação do ar. A partir da temperatura interna da sala, define-se qual equipamento de climatização será utilizado.

**Figura 2 - Exemplo de sala com climatização mista (KOHLRAUSCH, 2017)**

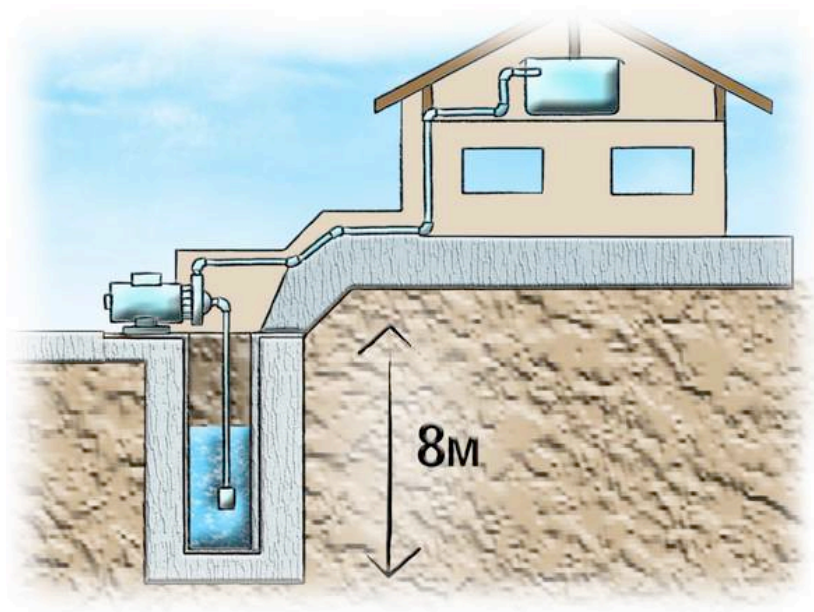


Sendo o principal equipamento utilizado para climatização de ambientes, o ar condicionado é o maior vilão da economia de energia, pois é um dos maiores consumidores dentro de uma instituição de ensino. Portanto, um ótimo dimensionamento, o tipo de tecnologia de funcionamento do compressor e a forma de utilização são premissas básicas na busca por eficiência energética.

### 3.3 Acionamento de Máquinas

São geralmente motores de indução trifásico conectados direta ou indiretamente a rede elétrica para promover circulação de água em sistemas de filtragem de piscinas, a elevação de água de cisternas, poços profundos ou cacimbas para caixas d'água de abastecimento de blocos, ou em sistemas de irrigação de plantas ou campo de futebol. Dependendo da potência, quantidade e número de ciclos de funcionamento podem demandar uma parcela considerável na conta de energia de uma escola.

**Figura 3 - Sistema de abastecimento de água usando bomba d'água**



A Figura 3 apresenta o sistema de bombeamento de água de um poço profundo para uma caixa d'água. A bomba de água é ligada/desligada sempre que o nível da caixa d'água superior se encontrar baixo ou alto, respectivamente. Cada ciclo de liga/desliga demanda um gasto de energia extra principalmente, se tais equipamentos estão conectados de forma direta a rede elétrica.

### 3.4 Automação visando a eficiência energética

O termo automação é uma variante de automatização e vem do latim *Automatus*, cujo significado é “mover-se por si”. Automação significa o ato de automatizar. Hoje, a palavra é largamente empregada quando o assunto é a substituição do trabalho do ser humano pelo emprego da eletrônica. A palavra automação pode se referir a um sistema



que utiliza processos automáticos na execução de atividades e na verificação de seu próprio funcionamento em trabalhos antes feitos pelo ser humano.

No âmbito de uma instituição de ensino e objetivando a eficiência energética, a automação é considerada uma poderosa ferramenta para otimizar processos tradicionais de uma escola. Na iluminação, lâmpadas acesas durante o dia nos corredores de escolas sem a presença de alunos e/ou professores é uma situação comum, conforme apresentado na Figura 4 (ANGELONI, 2014).

**Figura 4 - Lâmpadas acesas em corredores durante o dia**



Apesar das políticas de incentivo ao uso de energia consciente, é comum encontrarmos salas de aula, laboratórios ou outros ambientes com as luminárias ligadas em que o uso de sensores de presença e relés fotoelétricos, apresentados nas Figuras 5 e 6, resolveriam este problema. Sensores de presença desligariam luminárias esquecidas ligadas e relés fotoelétricos evitariam que lâmpadas externas, como a de corredores, fossem ligadas com a presença de luz natural.

**Figura 5 - Sensores de Presença para Iluminação (ELETRICISTA BRASIL, 2018)**





A Figura 5 ilustra o princípio de funcionamento de um sensor óptico de presença do tipo infravermelho passivo, a presença do calor humano de uma pessoa aciona o dispositivo que liga as lâmpadas e na sua ausência, desliga as lâmpadas.

**Figura 6 - Relé Fotoelétrico (ELETROREDE, 2017)**



Uma outra problemática em que a automação ajudaria a resolver, seria o uso de ar condicionados ligados em horários fora do período das aulas, por exemplo no horário do almoço. Além desta problemática, é uma prática muito comum entre os usuários "setar" um valor de temperatura muito abaixo do que o ar condicionado pode atingir. Esta prática além de aumentar o consumo de energia, aumenta os desgastes do equipamento e demandas por manutenção. O uso de sensores de presença em conjunto com sensores de temperatura podem realimentar a malha de controle do funcionamento destes equipamentos.

E, finalmente, o controle de bombas para abastecimento de caixas d'água utilizando boias de mercúrio evitam que as mesmas sequem. Quando utilizadas em sistemas de irrigação, relés fotoelétricos podem ligar as bombas d'água de forma automática no período da noite por um tempo definido pelo usuário, evitando desperdício de água e energia elétrica.

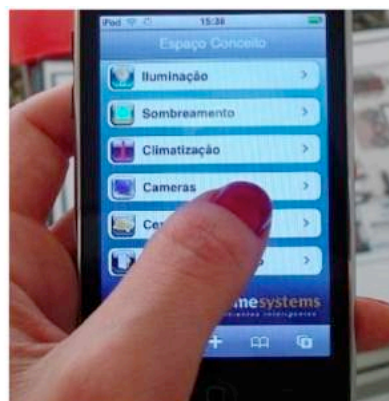
Uma vez medidas todas as variáveis envolvidas nos sistemas de iluminação, climatização e acionamento de máquinas é possível traçar um perfil estratégico de consumo de energia, em que o gestor pode acompanhar de forma *on-line* o consumo de energia do campus por bloco ou setor, ter acesso a distância do estados (ligado/desligado) de lâmpadas, aparelhos de ar condicionados e bombas d'água através de um sistema supervisor, e poder desligá-los caso julgue necessário. As Figuras 7 e 8 ilustram uma tela de um sistema supervisor em que os estados de todas as variáveis

dos sistemas podem ser visualizados e/ou alterados a qualquer momento de uma sala central ou através de um smartphone ou tablet, respectivamente.

**Figura 7 - Exemplo de sistema supervisório (AJ AUTOMAÇÃO, 2018)**



**Figura 8 - Controle de Processos no tablet e smartphones**



Utilizando o conceito de internet das coisas, esta nuvem de dados poderá alimentar futuramente *softwares* inteligentes para tomadas de decisões, visando a economia de energia.

#### **4. METODOLOGIA PROPOSTA**

O trabalho será desenvolvido no Instituto Federal do Ceará - Campus Maracanaú e coordenado por um dos seus servidores de conhecimento da área do projeto, de acordo com a seguinte metodologia:

1. Estudos preliminares sobre artigos científicos que tratam sobre eficiência energética utilizando o conceito da internet das coisas.

2. Estudo das principais cargas elétricas instaladas na rede do Campus.
3. Divulgação do programa de conscientização do uso eficiente de energia elétrica.
4. Desenvolvimento de sistema de monitoramento e controle dos sistemas de iluminação, climatização e acionamento de máquinas.
5. Desenvolvimento de sistema supervisor e/ou aplicativo para smartphones e tablets.
6. Criação de nuvem de dados a partir dos dados coletados para alimentação de um *software* inteligente para tomada de decisões.

## 5. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

A seguir são listadas as principais atividades que serão desenvolvidas ao longo deste projeto de pesquisa.

Atividade	Execução do Projeto											
	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05	Mês 06	Mês 07	Mês 08	Mês 09	Mês 10	Mês 11	Mês 12
1. Pesquisa bibliográfica	X	X	X									
2. Estudo sobre os principais tipos de cargas elétricas	X											
3. Estudo sobre sensores		X	X									
4. Estudo sobre sistemas supervisórios		X	X	X								
5. Estudo sobre desenvolvimento de aplicativos para smartphones e/ou tablet		X	X	X	X	X						
6. Implementação prática de hardware e software para aquisição de dados e controle.							X	X	X	X	X	
7. Desenvolvimento do sistema de monitoramento e controle do consumo de energia do Campus								X	X	X	X	X
8. Escrita de trabalhos científicos e relatórios												X

## 6. RESULTADOS ESPERADOS

Com a finalização deste projeto espera-se identificar todas as cargas elétricas presentes na rede do Campus e assim ter uma ideia de quais são os maiores consumidores de energia. Reduzir o desperdício de energia utilizando o recurso da automação para monitorar e controlar sistemas de iluminação, climatização e acionamento de máquinas. E, finalmente, com a redução de nossas despesas com esse insumo, podemos destinar mais recursos para a assistência aos alunos, para o setor de

manutenção do Campus, para melhorar a qualidade das refeições no restaurante acadêmico, compra de livros e equipamentos para laboratórios.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] IWASHITA, J. Portal o Setor Elétrico. **Estamos entrando em uma nova crise energética?** Disponível em: <http://www.osestoreletrico.com.br/web/colunistas/juliana-iwashita/1262-estamos-entrando-em-uma-nova-crise-energetica.html>. Acesso em: 22 mai. 2015.
- [2] FILHO, J. G. M. Diário do Comércio. **Crise Energética Brasileira**. Disponível em: <http://www.diariodocomercio.com.br/noticia.php?id=134830>. Acesso em: 22 mai. 2015.
- [3] PORTAL TERRA. **Crise Energética: Os motivos da crise energética**. Disponível em: <http://www.terra.com.br/noticias/energia/crise/motivos.htm>. Acesso em: 22 mai. 2015.
- [4] PORTAL BRASIL. **Infraestrutura: Sistema Interligado Nacional atende 98% do mercado brasileiro**. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/sistema-interligado-nacional>. Acesso em: 22 mai. 2015.
- [5] BARBOSA, Vanessa. **Os 5 países líderes em eficiência energética**. Revista Exame. *On-line*. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/economia/os-5-paises-lideres-em-eficiencia-energetica/#>. Acessado: 07/01/2018.
- [6] ANEEL. **Programa de Eficiência Energética**. Agência Nacional de Energia Elétrica. *On-line*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/pt/programa-eficiencia-energetica>. Acessado: 07/01/2018.
- [3] GODOY, Plínio. **Como projetar a iluminação de salas de aula?** Revista Digital AECweb. *On-line*. Disponível em: [https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/como-projetar-a-iluminacao-de-salas-de-aula\\_15468\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/como-projetar-a-iluminacao-de-salas-de-aula_15468_10_0). Acessado: 07/01/2018.
- [7] LORENTI, Gilson. **Professor transforma sala de aula em uma câmera escura gigante**. Meio Bit. *On-line*. Disponível em: <http://meiobit.com/360442/professor-transforma-sala-de-aula-em-uma-camera-escura-gigante/>. Acessado: 08/01/2018.
- [8] ANÁPOLIS. **Anápolis supera meta do Ideb no ensino fundamental**. Prefeitura de Anápolis. *On-line*. Disponível em: <http://www.anapolis.go.gov.br/portal/multimidia/noticias/ver/an-polis-supera-meta-do-ideb-no-ensino-fundamental>. Acessado: 08/01/2018.
- [9] KOHLRAUSCH, Marcelo. **Educação: salas de aula da rede municipal de ensino serão climatizadas**. *On-line*. Disponível em: <http://marcelovereador.com.br/educacao-salas-de-aula-da-rede-municipal-serao-climatizadas/>. Acessado: 08/01/2018.
- [10] C&C. **Bomba d'água**. Casa e construção. Disponível em: <http://www.cec.com.br/dicas-construcao-bomba-d-agua?id=219>. Acessado: 08/01/2018.

[11] ANGELONI, Jorge Luiz. **Eficiência energética nas escolas públicas na região do Vale Araranguá**. 31º SEURS - Seminário de Extensão Universitária da Região Sul. Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Araranguá. 2014.

[12] ELETRICISTA BRASIL. **Instalação de sensor de presença SP**. *On-line*. Disponível em: <http://www.eletricistabrasil.com.br/nossos-servicos-eletricos/instalacao-sensor-presenca/>. Acessado: 08/01/2018.

[13] ELETROREDE. **Relé fotoelétrico NF 220V**. *On-line*. Disponível em: <https://www.eletrerede.com.br/rele-fotoelettrico-nf-220v-ilumatic.html>. Acessado: 08/01/2018.

[14] AJ AUTOMAÇÃO. **IHM ou supervisorio?** *on-line*. Disponível em: <http://www.ajautomacao.com/ihm-ou-supervisorio/>. Acessado: 08/01/2018.