



ISADORA NASCIMENTO DELLA-SÁVIA BRAGA

**INDICADORES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA
EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS**

**LAVRAS- MG
2019**

ISADORA NASCIMENTO DELLA-SÁVIA BRAGA

**INDICADORES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIVERSIDADES
PÚBLICAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Controle e Automação, para obtenção do título de Bacharel.

Orientador
Dr. Joaquim Paulo da Silva

LAVRAS-MG
2019

ISADORA NASCIMENTO DELLA-SÁVIA BRAGA

**INDICADORES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM UNIVERSIDADES
PÚBLICAS**

**INDICATORS OF ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION AT PUBLIC
UNIVERSITIES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia de Controle e
Automação, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA EM 06 DE JUNHO DE 2019
Dr. Joaquim Paulo da Silva UFLA
Dra. Sílvia Costa Ferreira UFLA
Me. Dyego Maradona Ataíde de Freitas UFLA

Prof. Dr. Joaquim Paulo da Silva
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus pelo milagre vivido em 2012, por me sustentar nos momentos de dificuldade e não me deixar desistir.

Agradeço aos meus pais, Vanda e Nelson, por todo carinho, incentivo, paciência, por enxugarem minhas lágrimas (muitas vezes por meio de ligações) e por não me deixarem desistir. Se cheguei até aqui é porque vocês acreditaram na minha capacidade mesmo quando eu duvidei. Essa conquista com certeza também é de vocês. Eu amo vocês.

Agradeço aos meus avós, Djalma, Leila, Nelson (in memoriam) e Sebastiana por todo carinho, orações e por terem acreditado em mim. Obrigada!

Aos familiares, tios, tias, primos e primas. Obrigada por toda torcida para que esse momento chegasse, em especial a Tia Sandra que com seu jeito especial, me arrancava sorrisos nos meus dias mais cinzas e também a Laura e a Gabi, os hamburguês de sábado juntamente com uma boa conversa e risos, renovavam minhas energias.

Ao Fernando, meu companheiro nessa caminhada, agradeço por todo carinho, dedicação, paciência, companheirismo. Obrigado por todo amor, por todos os cafés da manhã longos acompanhados de uma boa prosa e principalmente por me aceitar desse jeito estranho. Eu te amo!

Às minhas velhas amigas, Barbara, Dayane, Indy, Isabella, Thaynara e Vanessa. Amigas, mesmo com a distância e o tempo, nossa amizade permanece sincera e forte. Obrigado por cada momento que vivemos, por todas as risadas e histórias que temos para contar. Vocês são muito especiais e estarão sempre em meu coração!

Lavras me presenteou com muitas amizades, sem vocês não teria sido tão bom, a caminhada se tornou mais leve e os dias mais alegres. Obrigada: Bruna, Vanessa, Fran, Olivia, Ana, Nanda, Camila, Rafaela Araújo, Bruna Santos, Bruna Elisabeth, Glaucya e Paloma. E eu não poderia deixar de agradecer, àquelas que se tornaram família, que dividiram as lágrimas de alegria e tristeza, Mari, Rafa, Ana, Tainara, Lívia e Bia. E parafraseando nossa amiga Ana que já dizia: conviver é uma arte! Com vocês aprendi que isso realmente é verdade. Conviver é a arte de ser paciente, de amar, de cuidar, de entender, de rir, de cozinhar, e de muitas outras coisas que aprendemos muito bem durante esses anos. Obrigada à todas vocês!

Ao Departamento de Física, aos meus queridos chefes Sergio e Joaquim, agradeço por toda preocupação, dedicação e apoio, tudo isso foi fundamental para que eu chegasse até o fim. Aos meus amigos de profissão mais que especiais, Débora, Elias, Juliano e Diego, obrigada por toda paciência, companheirismo e afeto, com certeza vocês fizeram meus dias mais felizes.

Aos meus professores, obrigado por abrirem as portas do conhecimento.

À UFLA, todas as histórias vividas nesses anos, ficarão para sempre guardadas.

Obrigada a todos que acreditaram em mim!

RESUMO

Este trabalho utiliza indicadores de energia para caracterizar pelo comportamento no uso da eletricidade as universidades: Universidade Federal de Lavras, Universidade Federal de Ouro Preto, Universidade Federal de São João del-Rei, Universidade Federal de Viçosa e Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Estabelecer prioridades de atuação entre as Universidades e comparar os indicadores dessas instituições é um dos objetivos desse trabalho. Os indicadores energéticos foram calculados a partir dos dados de consumo das universidades, juntamente com as informações físicas, de ocupação, presentes nos planos de desenvolvimento pedagógico e relatórios de gestão. Além disso, foi feita uma análise das possibilidades que a automação traz para facilitar a gestão de energia. Visando auxiliar na análise dos resultados em alguns indicadores, períodos distintos foram utilizados, cujo comportamento tende a sofrer alterações; ou seja, letivo e férias escolares e, também, o horário fora de ponta e o horário de ponta. Os resultados foram utilizados para elaborar listas de prioridades de atuação para cada um dos indicadores e, a partir da análise desses resultados, foi possível identificar tendências e semelhanças de comportamento no uso da energia elétrica nas instituições.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética. Gestão de Energia. Indicadores Energéticos. Uso da Energia.

ABSTRACT

This work uses energy indicators to characterize the following universities: Federal University of Lavras Federal University of Ouro Preto, Federal University of São João del Rei, Federal University of Viçosa and Federal University of Vales do Jequitinhonha and Mucuri, by the behavior in the use of electricity. Establishing priorities for action among universities, and comparing the indicators of these institutions is one of the objectives of this work. The energy indicators were calculated from the universities consumption data, together with the information of physical occupation, present in the pedagogical development plans and management reports. In addition, an analysis was made of the possibilities that automation brings to facilitate energy management. Aiming to assist in the analysis of the results in some indicators, different periods were used, whose behavior tends to undergo changes, that is, school period and school holidays and also, the off-peak hours and peak hours. The results were used to elaborate lists of performance priorities for each one of the indicators and, from the analysis of these results, it was possible to identify trends and similarities of behavior in the use of electrical energy in the institutions.

Keywords: Energy Efficiency; Power management; Energy Indicators; Use of Energy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIALTEÓRICO	10
2.1 Gestão de energia elétrica	10
2.2 Automação na eficiência energética	10
2.3 Conceito e Utilização de Indicadores Energéticos	11
2.4 Indicadores Globais	12
2.4.1 Indicador de uso de energia por horário de utilização	12
2.5 Indicadores específicos	13
2.5.1 Indicador por usuário de energia	14
2.5.2 Indicador por área construída	15
2.6 Indicadores financeiros	15
3 METODOLOGIA	16
3.1 Utilização de indicadores energéticos como referência para ações de gestão	16
3.2 Caracterização por indicadores globais	17
3.3 Caracterização por indicadores específicos	17
3.4 A Universidade Federal de Lavras	18
3.4.1 Gestão de energia na Universidade Federal de Lavras	18
3.5 Outras Universidades Federais	20
3.5.1 Universidade Federal de Ouro Preto	20
3.5.2 Universidade Federal de São João del-Rei	20
3.5.3 Universidade Federal de Viçosa	20
3.5.4 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Análise dos Indicadores globais	23
4.1.1 Indicador de uso de energia por horário de utilização	23
4.2 Análise dos Indicadores específicos	27
4.2.1 Indicador por usuário de energia	27
4.2.2 Indicador por área construída (Iar)	30
4.3 Indicadores financeiros (Ifin)	30
5 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A energia elétrica é fundamental para o desenvolvimento das mais diversas atividades, no Brasil, grande parte desta é proveniente de usinas hidrelétricas, que dependem de um recurso natural finito para geração de energia; sendo assim, toda ação de redução do consumo e gestão eficiente é de extrema importância para o país. De acordo com determinadas referências, a partir das primeiras crises do petróleo na década de 70, as ações de racionalização de energia foram impulsionadas, “... que teve como consequência, dentre outras, lembrar que a energia é um bem esgotável, escasso e com preços altamente instáveis (FERREIRA; FERREIRA, 1994)”. A partir desse momento, alguns países tomaram consciência da fragilidade da economia em relação aos meios de energia utilizados nos diversos setores.

No Brasil, a consciência de racionalização teve início na década de 80, com a criação do PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia- MME e executado pela Eletrobrás. Mesmo com a criação do PROCEL, as iniciativas de eficiência energética só alcançaram maiores patamares após o racionamento de energia sofrido pelo país nos anos de 2001 e 2002, nos quais metas de redução do consumo foram impostas pelo governo.

Além disso, no ano de 2011 a ISO 50001 foi publicada. Na Associação Brasileira de Normas Técnicas a norma ABNT NBR ISO 50001:2018 – “Sistemas de gestão da energia - Requisitos com orientações para uso” tem como objetivo especificar os requisitos para estabelecer, implementar, manter e melhorar um sistema de gestão da energia (SGE). O resultado pretendido é permitir que uma organização siga uma abordagem sistemática para alcançar a melhoria contínua do desempenho energético e do SGE (ABNT, 2018).

Ações que visam melhorar a gestão de energia elétrica não são simples, geralmente, requerem análises e estudos de informações físicas e dos usos finais de energia. Existem diversas práticas para gestão e conservação energética. Com objetivo de difundi-las, novos requisitos legais relacionados à energia, soluções tecnológicas, métodos inovadores, requisitos de práticas e competência estão sendo introduzidos no mercado global. Verifica-se uma mobilização expressiva por diferentes partes interessadas, como governos, indústria,

produtores de energia, prestadores de serviços, pesquisadores, organismos de normatização e organizações ambientais e de consumidores (IEEE, 1996; RANKY, 2012).

Diante do exposto, com base em dados históricos de consumo de energia e de informações físicas de ocupação e utilização das universidades de Lavras, São João del-Rei, Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Viçosa, e Ouro Preto, o objetivo desse trabalho é utilizar alguns indicadores globais e específicos para auxiliar no processo de gestão e eficiência energética e elaborar um *ranking* de prioridade de atuação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão de energia elétrica

Segundo o dicionário, “gestão” significa o ato de gerir e administrar, cujo objetivo é o desenvolvimento consciente, baseado no esforço humano e tecnológico. Quando se fala em gestão de energia elétrica, tem-se como propósito controlar, reduzir e estimular o uso consciente da mesma. Conforme aponta o manual de orientações gerais para conservação de energia elétrica em prédios públicos da PROCEL, fazem-se necessárias iniciativa, criatividade e ações como: cursos, campanhas, adesivos, manuais que provoquem mudanças de hábitos, sejam no âmbito empresarial/institucional ou social.

Carneiro (2010) aponta que as transformações sociais e econômicas que atingem a administração pública fazem com que esta esteja apta para responder com agilidade e qualidade aos novos usuários e para consegui-lo precisa estar comprometida com modernas práticas de gestão. Pode-se associar a essas práticas de gestão o interesse das instituições públicas na eficiência energética, para isso segundo Morales (2007), os gestores devem utilizar ferramentas que os auxiliem, como faturas de energia, monitoramento de consumo e indicadores energéticos, mostrando à população que a racionalização não é apenas uma discussão utópica, mas faz parte, sim, das linhas de ação da esfera pública.

Segundo Ferreira e Ferreira (1994), gerir energia consiste em conhecer os consumos energéticos, contabilizar e seguir a evolução dos consumos de energia, dispor de dados para a tomada de decisão, agir para otimizar o resultado das ações e investimentos realizados. De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) 2017, o setor público é responsável por 8,2% da energia consumida no país. Sendo assim, a gestão de energia não é algo trivial. Considerando a atual conjuntura econômica do país, toda e qualquer ação que vise a redução de custos orçamentários poderá gerar benefícios financeiros bem como socioambientais.

2.2 Automação na eficiência energética

De acordo com Silveira (1998), a automação é um conjunto de técnicas e conceitos por meio dos quais se constroem sistemas ativos e capazes de atuar com eficiência usando informações recebidas do meio sobre o qual atuam.

A automação rompeu as barreiras da indústria, e, no decorrer do tempo, está cada vez mais presente nos mais diversificados ramos; ela pode ser utilizada para alcançar metas de cunho ambiental, por meio do controle de efluentes, emissão de gases, auxiliando na reciclagem, dentre outros. Segundo Silveira (1998), a automação busca a produção com menor custo, em maior quantidade, em menor tempo e com maior qualidade.

Há diversas maneiras para economizar energia elétrica por meio da automação, são exemplos: uso de sensores, inversores de frequência, entre outros. Algoritmos para auxílio na iluminação, baseados em presença, como utilizado no trabalho de Fornazari (2016), onde foi proposto um sistema de monitoramento e controle de consumo de energia por meio de sensores de presença, controlador lógico programável (CLP) e supervisor nas salas de aula da UTFPR campus Ponta Grossa. Com a implementação do sistema, obteve-se uma economia de aproximadamente 12%. Assim, é possível observar que com simples implementações gera-se bons resultados.

Vale destacar que a automação não dispensa bons costumes como: apagar a luz ao sair do recinto, utilizar o ar condicionado em ambiente fechado, desligar computadores e outros aparelhos.

2.3 Conceito e Utilização de Indicadores Energéticos

Os indicadores energéticos são instrumentos de avaliação do uso da energia com a finalidade de identificar a relação entre informações administrativas ou físicas, com grandezas elétricas ou de custos. De modo geral, os indicadores expressam, de forma simples, uma determinada situação que se deseja avaliar (FERNANDES, 2004). Para Abreu et al. (2010), com relação ao desenvolvimento sustentável os indicadores mostram como a quantidade de energia foi aproveitada ou não.

Os indicadores de energia são classificados de diversas maneiras. A ANEEL os define como “... instrumentos de comunicação de informações quantitativas sobre a sustentabilidade de sistemas energéticos para tomadores de decisões e o grande público...”. De acordo com Schipper et al. (2001), indicadores energéticos descrevem as relações entre o uso de energia e atividade econômica de forma desagregada, representando medições do consumo de energia e permitindo identificar os fatores que o afetam.

No trabalho de Ferreira e Ferreira (1994), os indicadores são classificados como: macroindicadores utilizados para reportar a economia como um todo (macroeconomia) ou os principais setores (um país, região ou uso final) e microindicadores, nos casos de edifícios, indústrias, residências, dentre outros. Ainda nesse trabalho os indicadores são divididos em outros dois grandes grupos: descritivos e explicativos. Os indicadores descritivos são designados para descrever alguns aspectos da eficiência energética. A combinação de vários destes indicadores resulta em relatos específicos como o consumo energético para determinada atividade final (número de computadores, ar condicionados etc.). Os indicadores explicativos são utilizados para apresentar razões de desvios nos indicadores descritivos.

Ademais, é possível dividir os indicadores em globais e específicos, os quais estão relacionados às informações físicas das unidades estudadas. E indicadores financeiros, que podem ser associados tanto aos globais como aos específicos e descrevem os custos de acordo com a utilização da energia.

Dessa forma, constata-se a existência de várias definições para indicadores, sendo limiar entre todas que esses são instrumentos desenvolvidos para fornecer informações claras a respeito da real situação do uso da energia. Diante disso, é possível considerá-los grandes aliados para realização de estudos das características de consumo da instalação, além de auxiliar na tomada de decisões para estabelecimento de políticas de gestão energética visando minimizar custos e maximizar resultados. Conseqüentemente, são contribuintes para a diminuição da emissão de gases de efeito estufa e colaboradores indiretos do desenvolvimento sustentável.

2.4 Indicadores Globais

Os indicadores classificados como globais utilizam as informações técnicas para caracterizar a unidade analisada. São responsáveis por apontar a eficiência no uso da energia elétrica de forma geral. Eles podem ser utilizados em fases iniciais de caracterização, indicando falhas técnicas ou comportamentais.

2.4.1 Indicador de uso de energia por horário de utilização

Segundo a ANEEL, os postos tarifários são definidos para permitir a contratação e o faturamento da energia e da demanda de potência diferenciada ao longo do dia. A partir da resolução normativa nº 414, de nove de setembro de 2010, onde as condições gerais de

fornecimento de energia elétrica são definidas, as distribuidoras brasileiras podem, de acordo com a curva de carga, definir 3 horas diárias consecutivas onde há maior consumo. Esse conjunto de horas é chamado horário de ponta, nesse horário o valor cobrado por *quilowatts* (kWh) hora é aproximadamente 5 vezes maior. O restante de horas do dia forma o horário fora de ponta.

Considerando isso, o uso de indicadores por horário de utilização leva em consideração a sazonalidade do consumo. No trabalho de Favato (2005), é possível encontrar a aplicação de diversos indicadores globais em instituições de nível superior. Nesse trabalho, a utilização por horário é classificada como PCR (Índice Percentual de Consumo no Período de Faturamento Reservado) e tem como objetivo caracterizar o consumo de energia no período reservado da unidade consumidora em relação ao seu consumo total.

$$PCR = \frac{\text{Energia período reservado (kWh)}}{\text{Energia total da instalação (kWh)}} \quad (2.1)$$

Este indicador pode ser utilizado nos horários de ponta e fora de ponta ou em horários determinados, mas é necessário que as informações de consumo sejam separadas por horário de interesse. Essas informações podem ser encontradas nas faturas de energia ou por meio de ferramentas de apoio. Mediante o uso deste indicador é possível averiguar o consumo de energia em determinado horário de interesse, proporcionando dados para a tomada de decisão para gestão do uso de energia na iluminação no horário de ponta, por exemplo.

2.5 Indicadores específicos

Com a finalidade de avaliar o comportamento no uso de energia elétrica, os indicadores específicos levam em consideração as informações físicas, de ocupação e os usos finais. Os resultados geralmente são utilizados para conscientização e orientação dos usuários e também para comparação com outras unidades semelhantes.

A atualização e acompanhamento dos indicadores auxilia na criação de um banco de dados com valores típicos de cada atividade e instalação, que facilitam futuros estudos e também demonstram tendências comportamentais no uso de energia, além de auxiliar na avaliação da eficácia das ações de redução de consumo colocadas em prática.

2.5.1 Indicador por usuário de energia

O indicador por usuário de energia leva em consideração o número de usuários de cada grupo nas dependências da instituição. Os usuários podem ser separados por área, setor, departamento, cargo, entre outros. No trabalho de Favato (2005), são apresentados os indicadores de Índice de Consumo Médio Mensal por Funcionários e Índice de Consumo Médio Mensal por Alunos. Esses indicadores são caracterizados pela razão entre o consumo médio mensal pelo número de indivíduos de cada grupo, são expressos por:

$$CMF = \frac{Em}{Nf} \quad (2.2)$$

Onde:

- E_m , representa energia média mensal (kWh);
- N_f , número de funcionários.

$$CMA = \frac{Em}{Na} \quad (2.3)$$

Em que:

- E_m , representa energia média mensal (kWh);
- N_a , número de alunos.

Há uma forma de maior abrangência, utilizada por Alvarez (1998), na qual são utilizadas as informações do grupo de usuários para o cálculo do indicador energético mensal por usuário.

$$Iue = \frac{En}{Us*t} \quad (2.4)$$

Onde:

- E_n , é a energia consumida no intervalo de tempo t , expressa em kWh;
- U_s , é o número total ou grupo de usuários que utilizam a energia; e
- t , corresponde ao período analisado.

Estes indicadores podem ser utilizados para caracterizar o perfil de consumo de cada grupo da unidade analisada, e, de acordo com os resultados, é possível identificar potenciais pontos de redução aliados aos hábitos de uso.

2.5.2 Indicador por área construída

O indicador por área construída é obtido por meio da razão do consumo de energia em um determinado período, pelo produto da área útil total da unidade e o intervalo de tempo desejado:

$$Iar = \frac{En}{A*t} \quad (2.5)$$

Em que:

- En, é a energia consumida no intervalo de tempo t, expresso em kWh;
- A, é a área útil total expressa em m²; e
- t, corresponde ao período de tempo analisado.

Esse indicador pode ser comparado entre instalações semelhantes, permitindo a obtenção de dados para a verificação da eficiência energética e revelando potenciais de conservação de energia elétrica, como o sistema de iluminação além de auxiliar na padronização de projetos de novos edifícios.

2.6 Indicadores financeiros

Em março de 2018, o Diretor da ANEEL afirmou que as tarifas de energia no país estão atingindo níveis preocupantes, isso significa que qualquer ação que auxilie na diminuição de gastos com a mesma será de grande valia. Os indicadores financeiros podem demonstrar como os recursos estão sendo distribuídos e utilizados dentro da instituição.

Conforme observado por Peplow et. al (2016), o consumo de energia elétrica em Instituições de Ensino pode ser reduzido por meio de ações de eficiência energética de curto prazo que geram redução imediata no consumo e demanda de energia elétrica. Logo, os indicadores financeiros se mostram grandes aliados, pois podem demonstrar o aumento dos custos ao longo do tempo. Os indicadores podem ser em relação a diversas variáveis, dentre eles indicadores financeiros por área construída e por número total de usuários.

O indicador financeiro por área construída e o indicador financeiro por total de usuários podem ser calculados por meio das equações (2.6) e (2.7) respectivamente.

$$Ifina = \frac{Ce}{A} \quad (2.6)$$

Em que:

- C_e , é o custo com energia elétrica (R\$); e
- A , é a área útil total expressa em m^2 .
-

$$Ifinu = \frac{Ce}{Nu} \quad (2.7)$$

Em que:

- C_e , é o custo com energia elétrica (R\$); e
- Nu , é o número total de usuários (docentes, discentes e téc. administrativos).

Os resultados obtidos por meio dos indicadores financeiros auxiliam na análise da evolução dos custos com energia elétrica e aponta a parcela de contribuição de cada variável específica (usuário, área etc.) na unidade.

3 METODOLOGIA

3.1 Utilização de indicadores energéticos como referência para ações de gestão

A partir do histórico de consumo e aplicação de indicadores energéticos, a metodologia descrita tem como objetivo caracterizar as unidades analisadas, auxiliando na gestão do consumo de energia elétrica, na escolha de grupos (discente, docente etc.) e/ou locais potenciais de maior economia, com o intuito de combater o desperdício. A aplicação desse instrumento não exclui a necessidade da realização de um diagnóstico energético mais aprofundado, no entanto, fornece conhecimento prévio para potenciais pontos de redução e ações necessárias para alcançar os objetivos almejados.

Os hábitos de uso da energia estão diretamente ligados a informações como: área e finalidade de utilização, equipamentos utilizados, quantidade e tipo de usuários, tempo de utilização, entre outros. Esses tipos de dados são necessários para a caracterização inicial das unidades; além disso, são essenciais para elaboração e escolha dos indicadores utilizados e de planos de ações mais eficientes.

A metodologia consiste em: levantar as informações físicas, o tipo de ocupação e dados de consumo a partir das contas de energia elétrica. Baseado no manual de orientações gerais para a conservação de energia elétrica em prédios públicos, para obtenção de bons resultados, que considerem a sazonalidade no consumo de energia, é instruído que se trabalhe com a análise de no mínimo 24 meses. Em posse dessas informações realizar aplicação dos indicadores energéticos, gerando uma lista de prioridade para cada indicador utilizado.

3.2 Caracterização por indicadores globais

A aplicação de indicadores globais, juntamente com as informações iniciais que caracterizam a unidade, poderão identificar eventuais problemas nas instalações e, levando em consideração a sazonalidade, os períodos de maior consumo poderão ser identificados.

O indicador por horário de utilização caracteriza a unidade por seu consumo no período de tempo escolhido para aplicação do PCR em relação ao consumo total. Quanto maior o número de períodos utilizados melhores serão os resultados, pois podem oferecer informações para análise de quais equipamentos permanecem em funcionamento nos períodos de baixa atividade, auxiliar na implantação de projetos de eficiência energética, substituição do sistema de iluminação, entre outros. Além de oferecer a oportunidade de com ações simples de verificação de instalações, obter-se bons resultados. Uma peculiaridade desse indicador é que a maior parte das instituições tem suas contas separadas em dois períodos, horário de ponta e horário fora de ponta. O horário fora de ponta abrange grande parte do dia, o que dificulta a análise minuciosa dos resultados obtidos.

3.3 Caracterização por indicadores específicos

Na utilização dos indicadores específicos, quanto maior o nível de detalhamento das informações relacionadas às características físicas, ocupação, horário de funcionamento, dentre outras, melhores e mais próximos da realidade serão os resultados obtidos. Isso se dá pelo fato de que, assim como os indicadores globais, os indicadores específicos consideram as particularidades de cada unidade.

Inicialmente, a unidade pode ser caracterizada pelo indicador por área total, com as informações de consumo e área edificada na instituição, ou seja, os números serão referentes ao consumo por m². É possível realizar a divisão desse indicador por departamentos, setores,

regiões e outros, mas para isso é necessário o conhecimento da parcela de consumo e a área de cada local desejado.

O indicador por usuário de energia pode gerar bons resultados no que diz respeito à caracterização do comportamento do consumo de energia, no entanto, há grande dificuldade em estimar o tempo de permanência de cada um dos grupos nas dependências da instituição, ou seja, a variação desse dado pode ocultar informações importantes para tomadas de decisões por parte da gestão, a utilização de aplicativos e o novo conceito de cidades inteligentes pode auxiliar na coleta desses dados. Porém, para efeito de comparação com unidades de usuários com características semelhantes, esse indicador pode ser grande aliado na definição da prioridade dos grupos para realização de campanhas educativas, por exemplo.

3.4 A Universidade Federal de Lavras

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) foi federalizada em 1963 e se tornou Universidade em 1994. O único campus da UFLA em utilização é amplo e contém diversos espaços: alojamentos estudantis, ginásio poliesportivo, quadras e estádio de futebol, restaurante universitário (RU), lanchonetes, centro de convivência, centro de integração universitária, fundações de apoio, 21 departamentos didáticos-científicos, entre outros.

Segundo informações contidas no portal da universidade, o campus tem uma área de 500 hectares, ou seja, seis milhões de metros quadrados, sendo aproximadamente 237250 mil metros quadrados de área construída. Além disso, há no primeiro período de 2019, 11100 alunos de graduação, 1850 alunos de pós-graduação, 766 docentes, 581 técnico-administrativos, totalizando 14941 indivíduos que utilizam os espaços da instituição.

É indiscutível que a energia elétrica faça parte de todas as atividades desenvolvidas nas instalações da Universidade e é imprescindível para muitas delas, para a UFLA a modalidade tarifária é Verde A4.

3.4.1 Gestão de energia na Universidade Federal de Lavras

Sabe-se que a UFLA é destaque na área das Ciências Agrárias. Esse campo, dentre outros aspectos lida também com a produção de energia renovável, sendo assim, já é possível observar um viés da instituição relacionado à gestão e produção de energia. Baseado no Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) 2016-2020 da UFLA, é interessante destacar que uma

das iniciativas contidas no planejamento do desenvolvimento da área de pesquisa é estimular o desenvolvimento de tecnologias estratégicas tendo como um dos destaques a energia limpa.

A estrutura existente na UFLA não estava preparada para suportar o alto crescimento da Universidade, havia problemas relacionados ao saneamento, descarte dos resíduos laboratoriais inadequado, dentre outros. Diante disso, o Plano Ambiental da instituição foi criado, e tem dado à instituição uma visibilidade internacional, pois tem como objetivo a gestão dos recursos naturais de forma responsável e sustentável. Nele, há diversas melhorias propostas, dentre elas a implementação da nova rede de energia elétrica com ligação direta da subestação da Cemig, que tem como objetivo reduzir o número de interrupções não programadas pela concessionária fornecedora de energia elétrica. Ainda nesse contexto, há também a implementação do projeto de eficiência energética, que visa a redução no consumo de energia elétrica. De acordo com o planejamento do PDI, essa implementação alcançará 75% no ano de 2019.

Analisando o PDI, é possível encontrar diversas outras ações que visam otimizar o uso e aprimorar a gestão da energia elétrica no campus, como a gestão de faturas (Telefonia fixa e móvel e energia elétrica), melhorias nas instalações elétricas e nos sistemas de energia ininterrupta (gerador e *nobreak*), além de atitudes como a purificação de água por meio de osmose reversa, que trouxe um consumo de energia, aproximadamente 80 vezes menor e, de água, 20 vezes, quando comparado ao método de destiladores utilizado anteriormente.

Vale destacar que a UFLA permanece desde 2012, como a instituição de ensino superior mais verde do Brasil. De acordo com o Plano de Desenvolvimento Institucional,

Para a UFLA, o diferencial dos resultados desse ranking é a contribuição para a formação de profissionais comprometidos com a preservação ambiental. Os resultados demonstram, ainda, a atenção da Instituição com a gestão ambiental, aspecto primordial e integrado ao processo de expansão da Universidade. As ações que deram à UFLA a primeira posição entre as instituições nacionais no GreenMetric são oriundas do Plano Ambiental Estruturante, gradativamente implementado na UFLA, desde 2009. Dentre as ações do Plano, constam a reforma de todo o sistema de energia elétrica; a implementação de sistemas de coleta e de tratamento de esgoto; a implementação de sistemas de coleta das águas pluviais; a estruturação das bacias de drenagem; o plantio de 90 mil mudas de 53 espécies nativas e frutíferas no câmpus; a adoção de medidas de preservação das nascentes, a reforma, o treinamento e a equipagem da Brigada de Incêndio; a extinção das fossas sépticas; e o programa de coleta de resíduos dos laboratórios, incluindo, também, o treinamento de técnico-administrativos de diferentes setores, além de estudantes de pós-graduação, a fim de se tornarem multiplicadores de boas práticas referentes ao uso e reuso de matérias-primas destinadas à pesquisa. (Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) 2016-2020)

Diante do exposto, é evidente o interesse por uma boa gestão do uso de energia, sendo assim, o estudo de indicadores energéticos se torna estratégico, pois, como dito anteriormente eles podem auxiliar nas tomadas de decisões e prioridade de atuação.

3.5 Outras Universidades Federais

3.5.1 Universidade Federal de Ouro Preto

A Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) foi criada em 1969, com a unificação das duas escolas tradicionais e centenárias: Escola de Farmácia e Escola de Minas. Ao longo dos anos, cresceu e ampliou seu espaço físico com a criação de novos campi, na cidade de Ouro Preto, Mariana e João Molevade.

De acordo com informações do portal da Universidade, existem 11817 alunos de graduação, sendo 11160 alunos de graduação presencial e 657 alunos de graduação à distância, 1858 alunos de pós-graduação, 1026 docentes e 752 técnico-administrativos, totalizando 12938 indivíduos que utilizam os espaços da instituição.

3.5.2 Universidade Federal de São João del-Rei

A Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), antiga Fundação de Ensino Superior de São João del-Rei (FUNREI) foi transformada em Universidade no ano de 2002. Atualmente, possui 6 campi em 5 municípios e seus cursos são distribuídos em 6 unidades educacionais.

De acordo com informações do portal da Universidade, existem 11467 alunos de graduação, 919 alunos de pós-graduação, 845 docentes e 540 técnico-administrativos totalizando 13771 indivíduos que utilizam os espaços da instituição.

3.5.3 Universidade Federal de Viçosa

A Universidade Federal de Viçosa (UFV) foi inaugurada em 1926, sendo a Escola Superior de Agricultura e Veterinária (Esav). Somente em 1969 tornou-se Universidade. Atualmente possui 3 campi nas cidades de Viçosa, Florestal e Rio Pomba.

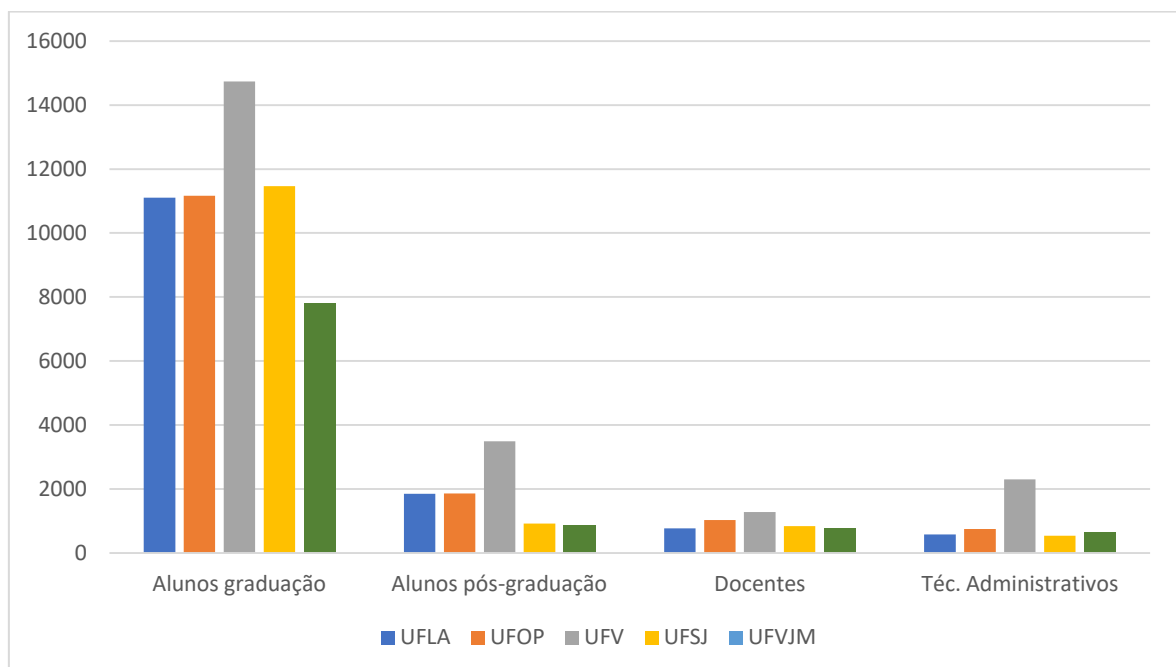
De acordo com informações do portal da Universidade, existem 14734 alunos de graduação, 3496 alunos de pós-graduação, 1286 docentes e 2298 técnico-administrativos, totalizando 21814 indivíduos que utilizam os espaços da instituição.

3.5.4 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

A Universidade Federal do Vales do Jequitinhonha e Mucuri foi fundada em 1953 por Juscelino Kubitschek como Faculdade de Odontologia de Diamantina. Em 2005, transformou-se em Universidade. Atualmente, possui 5 campi nas cidades de Diamantina, Teófilo Otoni, Janaúba e Unaí.

De acordo com informações do portal da Universidade, existem 7808 alunos de graduação, 871 alunos de pós-graduação, 787 docentes e 653 técnico-administrativos, totalizando 10119 indivíduos que utilizam os espaços da instituição.

Figura 1. Gráfico das universidades em números no ano de 2018: representação das categorias de usuários que utilizam as instituições estudadas nesse trabalho.



Legenda: UFLA: Universidade Federal de Lavras; UFOP: Universidade Federal de Ouro Preto; UFSJ: Universidade Federal de São João del-Rei; UFV: Universidade Federal de Viçosa. UFVJM: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 1. Valores referentes ao consumo médio e valor pago pelas universidades nos anos de 2017 e 2018.

	Consumo médio (kWh)	Valor pago (R\$)
UFLA	598434	292125,38
UFSJ	346325	186641,91
UFV	1387540	614284,88
UFOP	371070	179517,93
UFVJM	273120	133362,25

Fonte: Do autor (2019).

A partir da análise das contas de energia elétrica das universidades do período de janeiro de 2017 a agosto de 2018 a tabela 1 foi confeccionada, nela são apresentados valores de consumo médio e o valor pago por cada uma das universidades.

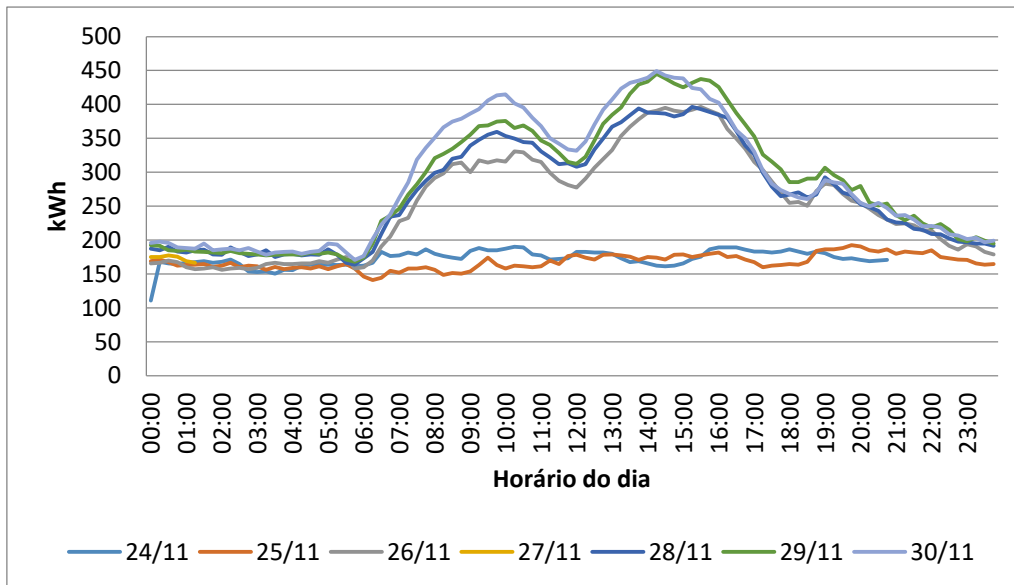
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos Indicadores globais

4.1.1 Indicador de uso de energia por horário de utilização

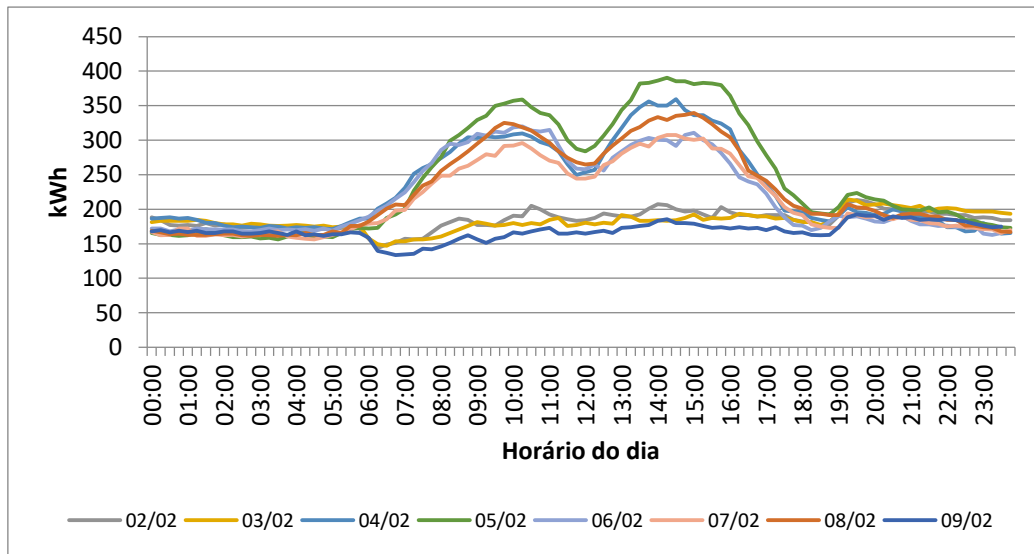
Considerando os dados do relatório de memória de massa da UFLA, dois períodos foram escolhidos, sendo eles: uma semana letiva, entre os dias 24 de novembro de 2018 e 30 de novembro de 2018, e uma semana de férias, entre os dias 02 de fevereiro de 2019 e 09 de fevereiro de 2019. O perfil de consumo de cada um deles está representado nas figuras 2 e 3, respectivamente.

Figura 2. Gráfico representando o perfil do consumo de energia elétrica na UFLA, durante semana letiva de novembro do ano de 2018.



Fonte: Do autor (2019).

Figura 3. Gráfico representando o perfil do consumo de energia elétrica na UFLA, durante semana de férias em fevereiro do ano de 2019.



Fonte: Do autor (2019).

Tabela 2. Média e desvio padrão do consumo de energia no período letivo e férias.

	Segunda-feira a sexta-feira		Sábado e domingo	
	Período letivo	Férias	Período letivo	Férias
Média (kWh)	272,53	228,91	183,65	170,08
Desvio padrão (%)	30,85	27,75	6,9	7,45

Fonte: Do autor (2019).

A Tabela 2 mostra os valores médios e o desvio padrão para cada uma das semanas estudadas. Há um desvio padrão maior durante os dias de segunda a sexta-feira, e pode ser justificado a partir da análise do perfil de consumo, onde é possível observar que o consumo nesses dias tem um comportamento menos linear, há uma elevação considerável no intervalo entre 7 horas da manhã e 17 horas da tarde, é nesse intervalo que a maior parte das atividades do campus são desenvolvidas.

Outro ponto que vale destacar é a diferença considerável na média dos consumos durante os períodos estudados. No período de férias, tem-se uma diminuição do consumo médio dos dias (segunda a sexta-feira) de aproximadamente 16% e nos finais de semana, é aproximadamente 7,4% menor em relação ao período letivo. Durante um mês, essa diferença equivale a aproximadamente 760 kWh de economia.

O período de férias pode ser um período estratégico para a gestão da instituição. Nele, como esperado há menor consumo de energia, sendo assim, medidas de economia podem ser estratégicas, como: manutenção e revisão em equipamentos para melhorias em relação ao consumo de energia, menor utilização de equipamentos em locais estratégicos, facilitar o uso em conjunto de espaços e equipamentos, desligar bebedouros dos locais pouco/não utilizados, entre outros.

A utilização do indicador PCR foi feita em dois intervalos, no horário fora de ponta (HFP) e horário de ponta (HP), na Cemig, o horário de ponta é de 17h às 20h. O período analisado foi de agosto de 2016 a agosto de 2018, para que as sazonalidades pudessem ser consideradas.

Tabela 3. Indicadores por horário de utilização (PCR) nas universidades, horário fora de ponta (HFP) e horário de ponta (HP).

Mês/ano	UFLA		UFOP		UFSJ		UFVJM	
	HFP	HP	HFP	HP	HFP	HP	HFP	HP
ago/16	0,891	0,109	0,883	0,117	0,889	0,111	0,888	0,112
set/16	0,885	0,115	0,886	0,114	0,884	0,116	0,883	0,117
out/16	0,895	0,105	0,893	0,107	0,878	0,122	0,889	0,111
nov/16	0,902	0,098	0,897	0,103	0,871	0,129	0,898	0,102
dez/16	0,911	0,089	0,906	0,094	0,848	0,152	0,913	0,087
jan/17	0,913	0,087	0,910	0,090	0,858	0,142	0,910	0,090
fev/17	0,908	0,092	0,899	0,101	0,930	0,070	0,909	0,091
mar/17	0,905	0,095	0,892	0,108	0,918	0,082	0,898	0,102
abr/17	0,887	0,113	0,874	0,126	0,886	0,114	0,885	0,115
mai/17	0,911	0,089	0,908	0,092	0,879	0,121	0,898	0,102
jun/17	0,884	0,116	0,873	0,127	0,882	0,118	0,890	0,110
jul/17	0,885	0,115	0,877	0,123	0,868	0,132	0,883	0,117
ago/17	0,889	0,111	0,877	0,123	0,893	0,107	0,888	0,112
set/17	0,882	0,118	0,871	0,129	0,877	0,123	0,878	0,122
out/17	0,900	0,100	0,899	0,101	0,861	0,139	0,893	0,107

nov/17	0,894	0,106	0,900	0,100	0,888	0,112	0,902	0,098
dez/17	0,878	0,122	0,894	0,106	0,876	0,124	0,896	0,104
jan/18	0,913	0,087	0,905	0,095	0,894	0,106	0,908	0,092
fev/18	0,904	0,096	0,898	0,102	0,875	0,125	0,898	0,102
mar/18	0,893	0,107	0,899	0,101	0,934	0,066	0,898	0,102
abr/18	0,900	0,100	0,887	0,113	0,927	0,073	0,895	0,105
mai/18	0,905	0,095	0,883	0,117	0,897	0,103	0,896	0,104
jun/18	0,894	0,106	0,877	0,123	0,873	0,127	0,881	0,119
jul/18	0,889	0,111	0,878	0,122	0,869	0,131	0,880	0,120
ago/18	0,891	0,109	0,888	0,112	0,888	0,112	0,893	0,107

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 4. Média dos indicadores por horário de utilização (PCR) nas universidades, horário fora de ponta (HFP) e horário de ponta (HP).

	UFLA		UFOP		UFSJ		UFVJM	
	HFP	HP	HFP	HP	HFP	HP	HFP	HP
Média	0,896	0,104	0,890	0,110	0,886	0,114	0,896	0,104

Fonte: Do autor (2019).

O indicador PCR tem o intuito de identificar os períodos onde há consumo de energia desnecessário. Seria ideal que os dados analisados fossem separados em maior número de períodos, e, separadamente, houvesse um período de baixa atividade humana, pois assim poderiam ser identificados quais equipamentos são utilizados durante todo o dia, fornecendo informações para realização de ações de conscientização, investigação de quais equipamentos seriam e se realmente necessitavam de estar em uso durante todo o tempo.

Os resultados desse indicador mostraram que as universidades são semelhantes em seu consumo, os indicadores tiveram valores muito próximos, não sendo necessário o estabelecimento de um *ranking* de prioridades. Em relação ao indicador do horário fora de ponta, ele engloba um período de muitas horas com diferentes perfis de uso (20h às 17h), no horário da madrugada, há pouca atividade humana, já o horário de 7h da manhã às 17h da tarde, é o intervalo onde a maior parte das atividades universitárias acontecem, o que pode explicar os valores próximos de 1 para esse indicador, mas não descarta o incentivo para que

haja campanhas educacionais de conscientização a respeito do uso consciente da energia. O PCR horário de ponta, possibilita a verificação do consumo das instituições analisadas em parte do período noturno. Os resultados demonstram um ponto positivo: nesse intervalo, o valor cobrado do kWh é aproximadamente 5 vezes maior, e todas as universidades têm indicadores baixos, o que aponta um baixo consumo nesse período.

Para a UFLA, indicadores PCR em outros horários de utilização foram feitos, com eles é possível observar melhor o uso da energia elétrica durante o dia.

Tabela 5. Indicadores PCR na UFLA.

	0h às 6h	8h às 14h	17h às 20h	19h às 23h
PCR_{UFLA}	0,13	0,25	0,10	0,12

Fonte: Do autor (2019).

A partir da Tabela 4, é possível observar como o maior número de períodos analisados auxilia na interpretação dos resultados. Os indicadores por horário de utilização na UFLA demonstram as características do uso de energia na universidade durante os intervalos pré-determinados. Os resultados retratam muito bem a rotina da universidade, no período da madrugada, onde há pouca atividade humana e no horário de 19h às 23h onde há menor utilização, os indicadores apresentam valores baixos. Para o período de 8h às 14h o indicador é um pouco mais alto, é nesse horário que há maior concentração de utilização.

4.2. Análise dos Indicadores específicos

4.2.1 Indicador por usuário de energia

O indicador de consumo de energia por usuário considerou as informações presentes no Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) de cada instituição. Esse indicador utilizou, para todas as universidades, os grupos -aluno, docente e técnicos administrativos- e, com o intuito de considerar as sazonalidades, o período utilizado foi de janeiro de 2016 a dezembro de 2017.

Tabela 6. Indicadores por grupo de usuários de energia.

	kWh/aluno	Desvio padrão (%)	kWh/docente	Desvio padrão (%)	kWh/tec.adm	Desvio padrão (%)
UFVJM	27,85	9,37	347,05	8,12	413,71	8,15
UFSJ	28,12	10,10	420,95	10,22	641,10	10,06
UFOP	31,35	12,66	465,98	12,68	480,43	12,97
UFLA	48,62	17,00	813,31	13,32	1038,06	15,65
UFV	93,41	8,54	1065,66	6,26	601,59	6,30

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 7. Indicadores por total de usuários de energia *Iue*.

	kWh/usuários	Desvio padrão (%)
UFVJM	24,41	8,11
UFSJ	25,31	10,07
UFOP	27,68	12,68
UFLA	44,01	16,85
UFV	69,10	7,19

Fonte: Do autor (2019).

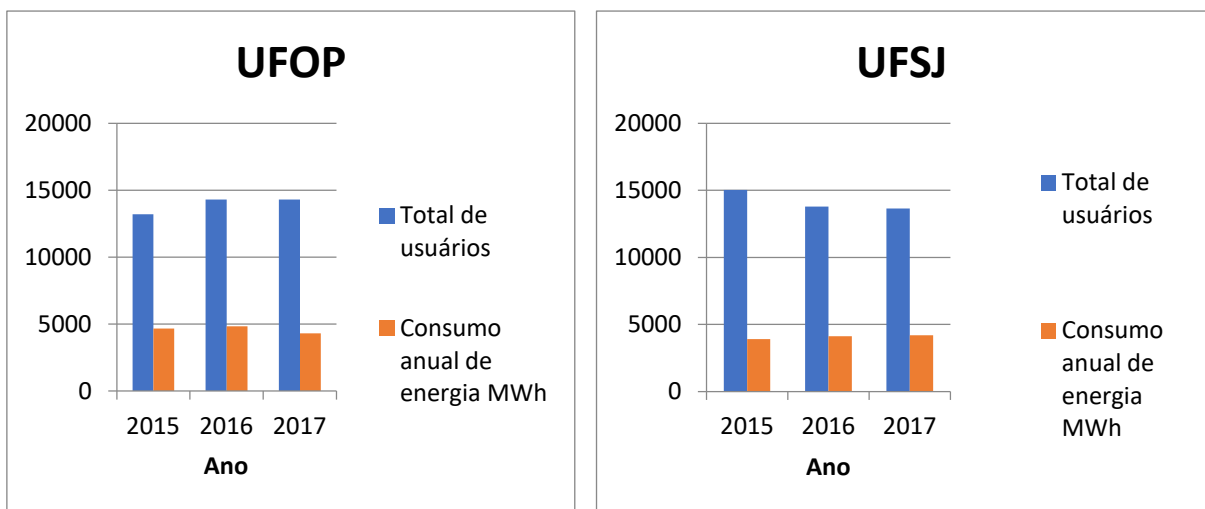
Cada um dos indicadores por grupo foram calculados considerando o consumo total de energia das universidades, o fator determinante para cada um dos resultados, além do consumo é o número de indivíduos de cada grupo. A partir do estudo das Tabelas 5 e 6, é possível perceber que há uma grande variação em relação à quantidade de kWh equivalente por grupo de usuário entre a UFV e as demais universidades.

Estabelecendo um *ranking* de prioridade para atuação no que diz respeito à redução da quantidade de kWh por usuário das instituições (TABELA 5), com medidas educativas, utilização de adesivos, realização de palestras, dentre outras alternativas, tem-se: a Universidade Federal de Viçosa ocupando o primeiro lugar, a Universidade Federal de Lavras

ocupando o segundo lugar, seguido da Universidade Federal de Ouro Preto, Universidade Federal de São João del-Rei e Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

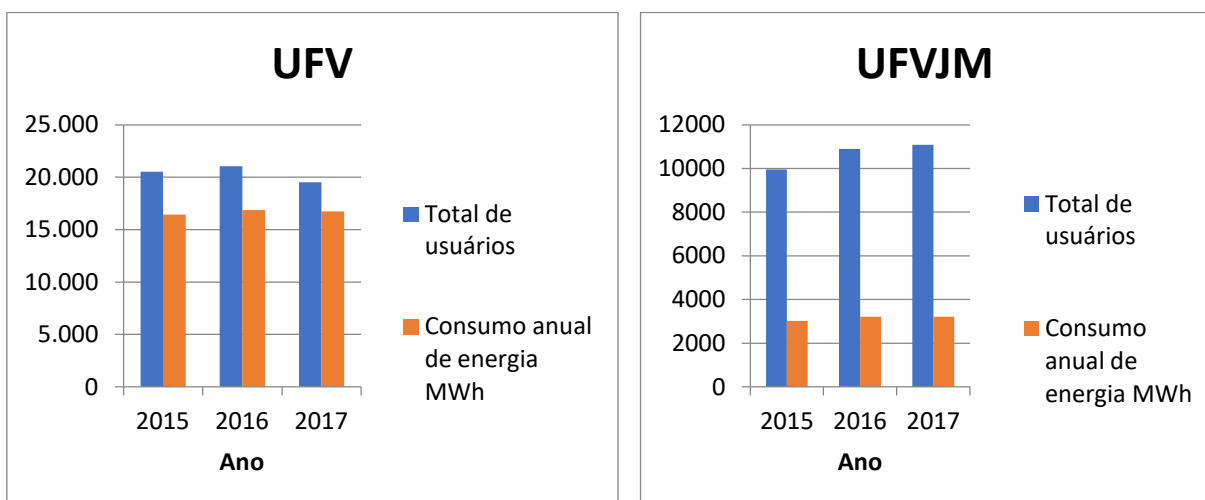
Em seguida, é possível observar a relação entre o número total de usuários e o consumo anual de energia pelas instituições nos anos de 2015 a 2017. É interessante perceber o seguinte fato: quando há um aumento no número de usuários significativos, o mesmo aumento não acontece para o consumo. No caso da UFLA, para um aumento de aproximadamente 15% no grupo de usuários, houve um aumento de aproximadamente 6% no consumo de energia elétrica.

Figura 4. Gráfico do consumo de energia anual e o número de usuários da UFOP e UFSJ.



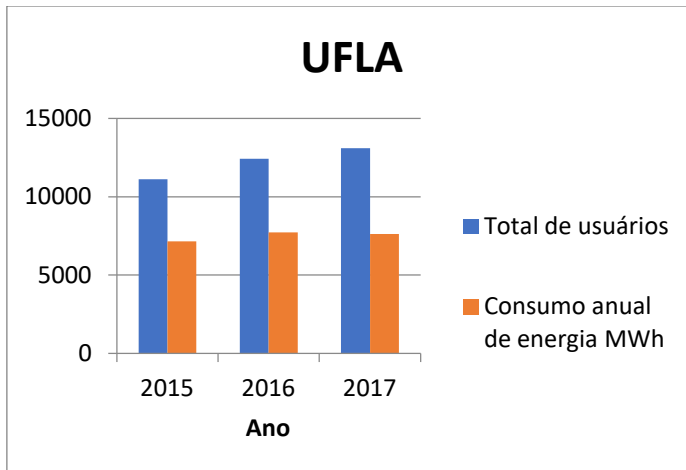
Fonte: Do autor (2019).

Figura 5. Gráfico do consumo de energia anual e o número de usuários da UFV e UFVJM.



Fonte: Do autor (2019)

Figura 6. Gráfico do consumo de energia anual e o número de usuários da UFLA.



Fonte: Do autor (2019).

4.2.2 Indicador por área construída (Iar)

Para o cálculo dos indicadores por área construída, foram utilizados valores do consumo de energia durante o período de janeiro de 2018 a agosto de 2018, equivalente a 243 dias e 5832 horas, além do valor da área construída de cada instituição (essa informação foi obtida por meio do plano de desenvolvimento institucional de cada instituição e nos relatórios de gestão), sendo assim, os indicadores apresentados são referentes a média mensal.

Tabela 8. Indicadores por área construída de energia.

Universidade	Área construída (m ²)	Iar (W/m ²)
UFSJ	436172,00	1,07
UFVJM	149207,14	2,23
UFLA	237250,00	2,52
UFV	471107,32	4,00
UFOP	151000,00	4,90

Fonte: Do autor (2019).

Levando em consideração as diferenças entre as estruturas físicas de cada Universidade estudada, como: a UFLA é a única composta por apenas um campus em utilização e além do fato de que área construída pode englobar amplas e diversificadas construções. O indicador calculado é uma fonte de dados que pode auxiliar nos projetos de

novos prédios nas Universidades, com a implementação de instalações sustentáveis para o uso de energia solar, captação de água da chuva, utilização de técnicas de orientação solar, troca do sistema de iluminação e aparelhos de ar condicionado, entre outros.

Estabelecendo um *ranking* de atuação entre as universidades, temos em ordem de prioridade: Universidade Federal de Ouro Preto, a Universidade Federal de Viçosa, a Universidade Federal de Lavras, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e a Universidade Federal de São João del-Rei.

Para a UFLA, alguns locais dentro do campus foram escolhidos, a partir da análise da representatividade dentro de universidade, para que um *ranking* de prioridade interno fosse criado. Os locais eleitos foram: alojamento estudantil, salas de aula, biblioteca universitária, centro de convivência, restaurante universitário, departamentos didáticos-científicos e pró-reitorias.

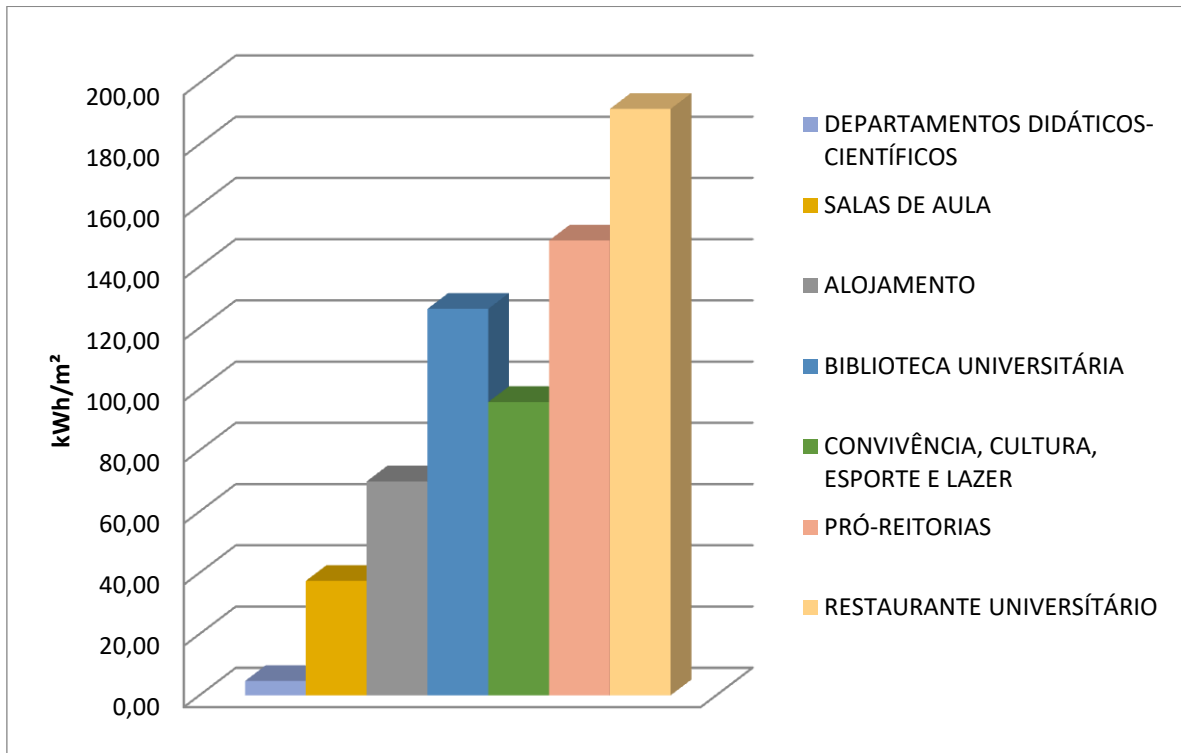
Esses indicadores apresentam valores mensais e possuem alguns pontos que devem ser considerados, por exemplo: os departamentos didáticos científicos possuem diferenças entre si, como a presença de equipamentos e laboratórios de diferentes naturezas. Essas e outras diferenças não são levadas em consideração nesse indicador, o ponto chave nele é a área construída e não a utilização final de energia elétrica em cada área. Mas, apesar desse fato, é possível obter resultados que sinalizam uma ordem de prioridade.

Tabela 9. Indicadores por área construída nos locais escolhidos na UFLA.

Local	Área construída (m²)	Iar (kWh/m²)
Departamentos didáticos-científicos	135418	4,68
Salas de aula	16960	37,39
Alojamento	9078	69,86
Centro de convivência	6621	95,79
Biblioteca universitária	5024	126,23
Pró-reitorias	4269	148,56
Restaurante universitário	3311	191,54

Fonte: Do autor (2019).

Figura 6. Gráfico representando indicadores por área construída nos locais da UFLA.



Fonte: Do autor (2019).

A partir dos resultados dos indicadores financeiros por áreas específicas da UFLA, uma ordem de prioridade de ações pode ser definida como: em primeiro lugar, restaurante universitário, pró-reitorias, biblioteca universitária, centro de convivência, alojamento, salas de aula e departamentos didáticos científicos. Esse *ranking* fornece um parâmetro para início de ações, mas não é possível desconsiderar as particularidades de cada ambiente, como o restaurante universitário que utiliza muitos equipamentos industriais. Para os outros locais, a realização de campanhas educativas pode trazer bons resultados, incentivando hábitos como apagar as luzes, desligar os computadores ou deixar em modo *stand-by* (menor gasto de energia), utilizar ao máximo a luz natural, abrir janelas no lugar da utilização de ar condicionado, entre outras ações simples.

4.3 Indicadores financeiros (I_{fin})

Após obter os custos mensais da energia elétrica para o ano de 2018, utilizou-se a média do período para o cálculo dos indicadores financeiros, estes apresentam valores mensais de custo. Por meio deles é possível apontar a parcela de contribuição de cada variável

específica com o custo total de energia elétrica, além de fazer uma ligação direta dos valores gastos com energia e os custos totais das unidades.

Tabela 10. Indicadores financeiros de custo mensal por usuário.

Universidade	I_{finU} R\$/usuário	Desvio padrão (%)
UFVJM	12,50	13,60
UFSJ	13,64	14,95
UFOP	16,82	18,96
UFLA	21,48	17,83
UFV	30,28	16,11

Fonte: Do autor (2019).

Tabela 11. Indicadores financeiros de custo mensal do m² construído.

Universidade	I_{finA} R\$/m²	Desvio padrão (%)
UFSJ	0,43	18,60
UFVJM	0,91	15,38
UFV	1,18	11,86
UFOP	1,20	16,67
UFLA	1,23	13,74

Fonte: Do autor (2019).

Os indicadores financeiros permitem associar o valor gasto pela instituição em relação ao seu custo total. A partir desses indicadores, é possível perceber que algumas universidades possuem valores próximos, isso pode ser resultado de semelhanças como número de cursos noturnos, infraestruturas semelhantes, entre outras características.

Associado ao indicador por área construída (I_{ar}), esse indicador também é uma ferramenta de auxílio para tomadas de decisões em relação a projetos a serem construídos, troca e manutenção de aparelhos, atualização do sistema de iluminação, entre outros.

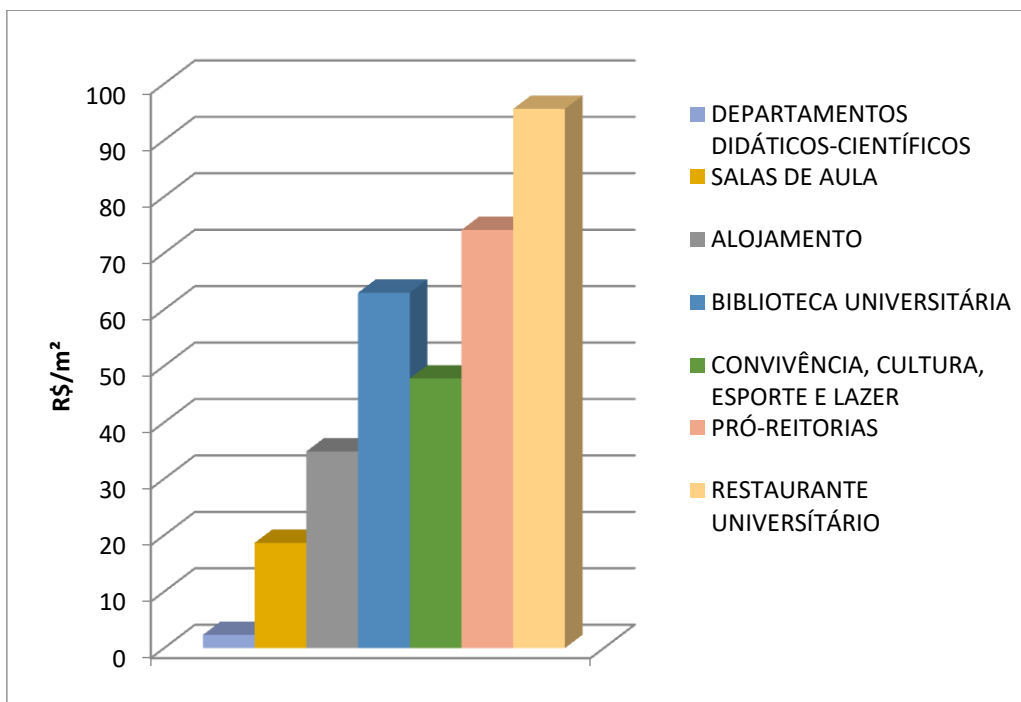
Com o objetivo de enriquecer a análise dos indicadores por área construída de locais específicos da UFLA, os indicadores financeiros foram calculados.

Tabela 12. Indicadores financeiros de custo mensal do m² construído dos locais específicos da UFLA.

Local	Área construída (m ²)	I _{finA} (R\$/m ²)
Departamentos didáticos-científicos	135418	2,34
Salas de aula	16960	18,66
Alojamento	9078	34,85
Centro de convivência	6621	47,79
Biblioteca universitária	5024	62,98
Pró-reitorias	4269	74,14
Restaurante universitário	3311	95,56

Fonte: Do autor (2019).

Figura 7. Gráfico representando indicadores financeiros por área construída nos locais da UFLA.



Fonte: Do autor (2019).

Sendo assim, com os resultados obtidos, é possível estabelecer uma relação monetária de cada espaço escolhido, além de apontar a parcela de contribuição mensal de cada local em relação ao custo total de energia do campus, tendo a mesma lista de prioridade do indicador por área construída e assim como discutido anteriormente, não é possível desconsiderar as particularidades de cada área estudada.

5 CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi feito um estudo dos indicadores energéticos das Universidades Federais de Lavras, Ouro Preto, Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Viçosa e São João del-Rei, com intuito de analisar o uso da energia elétrica em cada uma delas, sem desconsiderar suas particularidades.

A aplicação de indicadores energéticos é uma ferramenta importante para auxiliar os gestores das instituições; a partir dos resultados obtidos, é possível caracterizar o uso de energia em locais, grupos de usuários e horários, possibilitando a tomada de decisões com maior assertividade.

Os indicadores por horário de utilização têm a qualidade de seus resultados atrelada ao número de intervalos estudados. Para a realização desse trabalho, apenas foi possível obter o PCR de períodos com características distintas para a Universidade Federal de Lavras, pois as outras universidades apresentaram somente as contas de energia. Para a UFLA, obteve-se bons resultados, foi possível perceber que, no período de baixa atividade humana, o consumo de energia elétrica também é baixo, o que indica que não há grande quantidade de equipamentos ligados durante todo o tempo.

Os indicadores por usuário de energia, demonstraram que as universidades têm gastos diferenciados para cada um dos grupos estudados; foi possível perceber que, mesmo com um aumento significativo no número de usuários, o consumo de energia não acompanha esse crescimento, o que aponta uma característica interessante: as universidades têm gastos fixos como o da iluminação pública, que não varia de acordo com o número de usuários dela, isso pode ser um dos motivos para o comportamento observado.

O indicador por área construída proporcionou a observação de um fato interessante: as universidades, com maior prioridade nos indicadores anteriores, apresentaram melhor desempenho nesse indicador. Para os espaços escolhidos para estudo na UFLA, observou-se uma variação expressiva nos resultados, isso pode ser atrelado à não caracterização de cada espaço, cada departamento didático-científico tem sua peculiaridade que não é abordada nesse indicador, mas, apesar disso, os resultados podem auxiliar na identificação dos focos para a realização de campanhas educativas, por exemplo.

Os indicadores financeiros por área construída tiveram resultados próximos entre todas as universidades. Eles, juntamente com os indicadores por área construída, fornecem informações importantes para tomadas de decisão. Em relação aos locais escolhidos na

UFLA, o restaurante universitário, apresenta a menor área estudada. Uma alternativa para obtenção de melhores resultados é a caracterização dos equipamentos que compõem as áreas analisadas.

Por fim, os indicadores estudados poderão ser utilizados como fontes de informações para auxiliar em projetos de eficiência energética, apontar locais com prioridade de ações e auxiliar a gestão em outras decisões. Além disso, é válido destacar que, entre as universidades estudadas nesse trabalho, somente a Universidade Federal de Lavras apresenta em seu Plano de Desenvolvimento Institucional um Plano Ambiental sendo a única que possui uma diretoria exclusiva para assuntos como esse - a Diretoria de Meio Ambiente (DMA).

REFERÊNCIAS

FERREIRA, J. J.; FERREIRA, T. J. **Economia e Gestão da Energia**. Lisboa: Texto, 1994. 156p.

A universidade centenária. Disponível em: <<https://ufla.br/aceso-a-informacao/10-institucional/sobre-a-ufla/3-a-universidade-centenaria>> Acesso em 15 de maio de 2019.

ABREU, et al. **Energia, Sociedade e Meio Ambiente**. 2010.

CARNEIRO, M. F. S. **Gestão pública: o papel do planejamento estratégico, gerenciamento de portfólio, programas e projetos e dos escritórios de projetos na modernização da gestão pública**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas **Sistemas de gestão da energia – Requisitos com orientações para uso**. Disponível em <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=403947>> Acesso em 19 de maio. 2019.

CIMA, F. M. **Utilização de Indicadores Energéticos no Planejamento Energético Integrado** [Rio de Janeiro] 2006 XIII, 195 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Planejamento Energético, 2006)

RIBEIRO, Bruno de O. G.; SILVA, Kiane Alves e. **Indicador de eficiência energética para auxiliar a tomada de decisão de investimento em projetos de eficiência energética em instituições de ensino**. 2018. 73 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

Contratos administrativos: Modelos de relatórios de fiscalização. Disponível em: <<http://proplag.ufla.br/contratos-administrativos>> Acesso em 19 de maio. 2019.

Elétrica, NG. **A automação e a economia de energia**.

Disponível em: <http://www.ngeletrica.com.br/automacao-industrial/automacao-e-economia-de-energia>. Acesso em 25 de maio. 2019.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional – BEN 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2010. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1143895/2.1+-+BEN+2018+-+Documento+Completo+em+Portugu%C3%AAs+-+Ingl%C3%AAs+%28PDF%29.pdf/9db490ec-4cdb-4502-b0a4-f1e3940a744b>>. Acesso em 12 de maio de 2019.

Escolha UFOP. Estrutura. Disponível em: <<https://escolha.ufop.br/por-que-ufop/estrutura>> Acesso em 15 de maio. 2019.

ESPAÇO FÍSICO DA UFV - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Cadastro de Espaço Físico - PAD/PPO - DEZ/2007. Disponível em: <<http://arquivo.ufv.br/proplan/files/fra/area.htm>>

FERNANDES, D. **Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial.** Revista FAE, vol. 7, n. 1. Curitiba, 2004.

FORNAZARI, E; BORGES, F. G. **Automação e controle do consumo de energia elétrica em blocos de salas de aulas em universidades públicas, buscando a eficiência energética.** 2016. 87. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Eletrônica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2016

História UFV. Disponível em: <<https://www.ufv.br/historia/>> Acesso em 15 de maio.2019.

IEEE. **IEEE Recommended Practice for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities.** In: IEEE Std 739-1995 (Bronze Book). [S.l: s.n.].

LESME, A. **Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ),** 2014. Disponível em: <<https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/universidades/ufsj-universidade-federal-sao-joao-del-rei.htm> > Acesso em 26 de maio.2019

Manual PROCEL orientações gerais para economia de energia em prédios públicos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80063/manual_PROCEL_orientacoes_gerais_predios_publicos.pdf?fbclid=IwAR1Fs41iwxOm3zeYxd46ntKJWmtumZD-nMxxBhyL2lmCVFhoyKEFdNW2xGs>. Acesso em 10 de maio.2019.

Matriz orçamentária 2018 Universidade Federal de Ouro Preto. Disponível em: https://dof.ufop.br/sites/default/files/dof/files/lei_orcamentaria_2018.pdf?m=1516205207. Acesso em 25 de maio.2019.

Matriz orçamentária 2018 Universidade Federal dos Vale do Jequitinhonha e Mucuri. <http://www.forplad.andifes.org.br/sites/default/files/MatrizOCC2017.pdf>. Acesso em 25 de maio de 2019. Acesso em 25 de maio. 2019.

MORALES, C. **Indicados de Consumo de Energia Elétrica: Classificação por Prioridades de Atuação na Universidade** de São Paulo. São Paulo, 2007.

Plano de desenvolvimento institucional UFLA 2016-2020. Disponível em:< http://www.ufla.br/pdi/wpcontent/uploads/2017/04/PLANO_DE_DESENVOLVIMENTO_INSTITUCIONAL-UFLA-2016-2020_V1_1.pdf> Acesso em 19 de maio de 2019.

Plano de desenvolvimento institucional UFV 2018-2023. Disponível em:< http://www.ppo.ufv.br/?page_id=164> Acesso em 21 de maio de 2019.

Plano de desenvolvimento institucional UFOP 2016-2025. Disponível em:< <https://ufop.br/noticias/institucional/pdi-ufop-2016-2025>> Acesso em 21 de maio de 2019.

Plano de desenvolvimento institucional UFVJM 2017-2021. Disponível em:< http://media.ufvjm.edu.br/content/uploads/sites/105/2017/07/PDI_2017_2021-2.pdf> Acesso em 21 de maio de 2019.

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Engenharia. Grupo de Eficiência Energética. **USE - Uso Sustentável da Energia [recurso eletrônico]:** guia de orientações / PUCRS, FENG, GEE, PU; coord. PROAF. - Dados eletrônicos. - Porto Alegre: PUCRS, 2010. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/biblioteca/manualuse.pdf>>

RANKY, P. G. **Sustainable energy management and quality process models based on ISO 50001:2011 the International Energy Management Standard.** In: 2012 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology (ISSST). Anais... IEEE, maio. 2012.

RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 414, DE 9 DE SETEMBRO DE 2010. Disponível em:<<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf>> Acesso em 15 de maio. 2019.

SAIDEL, M. A; FAVATO, L. B.; MORALES, C. **Indicadores Energéticos e Ambientais: Ferramenta Importante na Gestão da Energia Elétrica.** Departamento de Engenharia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Eficiência Energética – CBEE/ABEE. Belo Horizonte, 2005.

SCHIPPER, et al. **Indicators of Energy Use and Carbon Emissions: Explaining the Energy Economic Link.** *Annual Review of Energy and the Environment*, n. 26, p. 49-81, 2001.

SILVEIRA, P. R.; SANTOS, W. E. **Automação e controle discreto.** São Paulo, Érica, 1998, p. 229

UFPA em números. Disponível em:<<https://ufpa.br/aceso-a-informacao/10-institucional/sobre-a-ufpa/12848-ufpa-em-numeros>> Acesso em 19 de maio. 2019.

Universidade Federal de São João del-Rei. Disponível em:<https://ufsj.edu.br/dplag/a_ufsj.php> Acesso em 15 de maio.2019.

UFOP em números. Disponível em: <<https://ufop.br/ufop-em-numeros>> Acesso em 19 de maio. 2019.

UFSJ em números. Disponível em: <<https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/pplan/UfsjemNumeros20142017.pdf>> Acesso em 19 de maio.2019.

UFV em números. Disponível em:< <http://www.ppo.ufv.br/wp-content/uploads/2018/11/UFV-EM-N%C3%9AMEROS-2018-Gr%C3%A1fica.pdf>> Acesso em 19 de maio. 2019.