Uso eficiente da energia elétrica em escolas da rede pública do Amapá

Argemiro Midonês Bastos[1], João Vitor de Oliveira Garcia[2], Mardoqueu Carneiro de Oliveira[2] e Tales Barros Marcello[2]

[1]Professor no Instituto Federal do Amapá - IFAP. e-mail: argemiro.bastos@ifap.edu.br
[2]Aluno do Curso Técnico Integrado em Informática - IFAP. Bolsista da Fundação Tumucumaque. e-mail: Jonhvictap16@hotmail.com
[2]Aluno do Curso Técnico Integrado em Informática - IFAP. Bolsista da Fundação Tumucumaque. e-mail: mardoqueu_oliveira@hotmail.com
[2]Aluno do Curso Técnico Integrado em Informática - IFAP. Bolsista da Fundação Tumucumaque. e-mail: tbmarcello@hotmail.com

Resumo: O estudo analisou as condições de consumo de energia elétrica, no período de 2009 a 2011, de seis escolas públicas no Município de Macapá, considerando em tal análise número de usuários, localização e quantidade e qualidade dos equipamentos instalados e sua adequação ao ambiente da escola. O objetivo foi identificar as características do consumo em cada escola, estabelecendo um índice comparativo entre consumo e número de usuários (ICU) e consumo e número de dias letivos (ICE). Para isso, durante visitas às escolas foi feito o levantamento do perfil de consumo de energia elétrica, considerando os equipamentos elétricos disponíveis e identificando quantidade, potência e tempo médio de uso diário. A partir destas informações, e somando-se às entrevistas com servidores das escolas e dados medidos pela Companhia de Eletricidade do Amapá, foi possível estimar a potência (carga) instalada e traçar um perfil do consumo de energia elétrica diferenciado para equipamentos e iluminação. Os resultados da pesquisa sugerem que o uso racional da energia elétrica nas escolas ainda não é uma realidade, pois o desperdício pode ser percebido pelo aumento de consumo intra e interanual. A escola Gabriel de Almeida Café destacou-se como a unidade com maior ICU (159,02 kWh/usuário), o que equivale a 32 vezes o ICU da escola Raimunda dos Passos (4,86 kWh/usuário). Espera-se que estes resultados auxiliem no planejamento e gestão das ações, projetos e programas do setor da educação, e do financiamento da educação pública estadual na sensibilização para o consumo racional de energia elétrica nas escolas públicas do Amapá.

Palavras–chave: Consumo, desperdício, energia, escola,

Introdução

Mesmo na região com maior disponibilidade de recursos hídricos, como é a Amazônia, os custos de produção de energia elétrica são elevados. Para a construção da Usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte (PA), que será a terceira maior do mundo, por exemplo, serão gastos 19 bilhões de reais para uma capacidade de geração de 11.233 MW (ANEEL, 2011), o que equivale a um custo de R$ 1.691,45 por kW gerado. No entanto, as boas práticas de consumo consciente adotadas podem representar “um custo” bem menor para cada kW economizado, sem contar a diminuição dos impactos ambientais que são causados pela geração de energia, que muitas vezes mudam por completo o ecossistema e a vida dos moradores do local onde este empreendimentos se instalam.

Economizar energia elétrica é, então, mais barato que produzi-la utilizando fontes hidrelétricas ou termoelétricas. O uso racional da energia elétrica, praticada individual ou coletivamente, além de reduzir a conta mensal, beneficia diretamente o meio ambiente. No Amapá, devido à dependência de energia elétrica de fontes agressivas ao meio ambiente como as usinas termoelétricas que produzem mais de 60% da energia disponibilizada pela ELETRONORTE (ANEEL, 2011), e sendo uma das mais poluentes, ela também modifica características dos rios, causando mudanças no lugar. Devemos diminuir a necessidade que temos em utilizá-la e para tanto, o uso racional de energia deve ser entendido como prática necessária para evitar possíveis racionamentos provocados ou por falta de chuvas ou por falta de combustível para funcionamento das usinas termoelétricas.

A Secretaria Estadual de Educação (SEED) gerencia 416 escolas em todo o estado, destas 89 estão localizadas na zona urbana do município de Macapá e 23 em Santana. Na zona urbana de Macapá, 12 escolas têm mais de 1.500 alunos. Não há um setor na SEED responsável pelo recebimento das contas de energia elétrica das escolas e tais contas também não são enviadas para a unidade consumidora cadastrada. Ou seja, poucos sabem quanto cada escola consome de energia elétrica o que torna difícil estabelecer qualquer ação afirmativa com metas de consumo nestas escolas.

Diante desta preocupação, o projeto investigou quanto de energia elétrica é consumido nas escolas públicas e se há relação entre a quantidade consumida e o número de alunos e como este consumo varia ao longo

ISBN 978-85-62830-10-5
VII CONNEPI©2012

do ano. Esta informação é importante tanto para Governo do Estado que "paga a conta" quanto para o diretor da escola que pode melhor administrar o consumo de energia elétrica em sua escola.

Cabe acrescentar que tão importante do que conhecer "quanto" se consome de energia elétrica nas escolas públicas do Amapá, é identificar "como" esse consumo se concretiza; pois as unidades consumidoras atendidas pela CEA com alta tensão, além do consumo também pagam pela demanda contratada. Esta demanda representa uma quantidade mínima de energia que deverá ser fornecida pela concessionária mediante o pagamento de um preço previamente ajustado, independentemente da efetiva utilização; em contrapartida, naquilo que ultrapassar a potência de energia contratada, haverá cobrança extra por parte da fornecedora.

Então, fica explícita a relevância da pesquisa, tanto pela contribuição ao avanço no processo de conhecimento das condições de funcionamento e consumo de energia elétrica nas escolas públicas do Amapá, quanto à disponibilização de seus resultados aos agentes mais diretamente encarregados do planejamento e gestão das ações, projetos e programas do setor da educação, e do financiamento da educação pública estadual.

Material e Métodos

Foram selecionadas seis escolas públicas estaduais no municipio de Macapá, tendo como critério o número de alunos matriculados em 2011, divulgados pela equipe técnica da SEED. Foi elaborada uma lista preliminar das escolas que possuíam um número de alunos matriculados superior a 1.700. Optou-se, em seguida, por uma distribuição destas escolas nas zonas norte, sul e central do município de Macapá, de forma a caracterizar o consumo em zonas distintas. Através deste critério de seleção, buscou-se obter uma lista de escolas que pudessem enquadrar-se na condição de escolas com maior consumo de energia elétrica medidos pela CEA nos três últimos anos e com isso avaliar a hipótese de que o consumo é proporcional ao número de usuários nas escolas.

O levantamento de dados foi realizado *in loco* pela equipe de pesquisadores no período de novembro a dezembro de 2011. A fase anterior à aplicação dos questionários consistiu de capacitação para instrumentalizar os bolsistas quanto às noções básicas de eletricidade e preenchimento dos questionários. A pesquisa nas escolas iniciou pelo levantamento do perfil de consumo de energia elétrica, considerando os equipamentos elétricos disponíveis e identificando quantidade, potência e tempo médio de uso diário. A partir destas informações, e somando-se às entrevistas com servidores das escolas, foi possível estimar a potência (carga) instalada em cada escola e traçar um perfil do consumo de energia elétrica diferenciado para equipamentos e iluminação.

O estudo abordou duas dimensões do consumo nas escolas: uma qualitativa, que identificou a carga instalada e uso de equipamentos e iluminação, e outra quantitativa que estimou o consumo médio mensal e o comparou aos valores medido pela CEA. Nesta dimensão, os pesquisadores utilizaram um roteiro de observação (anexo 1), assim como a realização de entrevistas (não transcritas) com os servidores das escolas. A aquisição de dados seguiu o proposto no "Manual de Economia de Energia Elétrica na Escola" (Disponível em http://www.institutosolvi.com/biblioteca/st/3.pdf).

Para a segunda dimensão, foram estimados os valores de consumo médio para cada escola a partir das informações prestadas pelos servidores e da observação *in loco* dos pesquisadores. Convém ressaltar que tal estimativa pode ser superestimada em razão da falta de conhecimento dos servidores quanto ao tempo efetivo de funcionamento dos equipamentos e uso de iluminação. Mesmo assim, estes valores auxiliaram na elaboração do perfil de cada escola. Esta estimativa foi comparada aos valores medidos de energia, em kWh, medidos pela CEA, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2012 para as seis escolas pesquisadas.

A partir dos valores de consumo medidos pela CEA foram calculadas as médias de consumo mensal e anual de cada escola e avaliada a variação inter e intra-anual no consumo. Como cada escola poderia apresentar uma variação de suas atividades durante o ano letivo, foi estabelecido um Índice de Consumo por Escola (ICE) dividindo o consumo total durante o ano de 2011 pelo número de dias letivos (200) definidos pela legislação. Outro índice utilizado foi o Índice de Consumo por Usuário (ICU) para cada escola, dividindo o consumo total durante o ano de 2011 pelo número de usuários (professores + alunos + servidores) na escola.

Foi utilizado o pacote de aplicativos 2010 Microsoft Office da Microsoft Corporation: Access 2010, para confecção de um banco de dados e Excel, 2010 para o tratamento estatístico.

A construção do banco de dados com as informações dos formulários aplicados nas escolas mereceu especial atenção, pois houve a necessidade de verificar se os formulários apresentavam alguma inconsistência ou se havia campos incompletos. Em alguns casos, como determinação da área construída, a informação não era conhecida nem da direção nem da SEED. Após a construção do banco de dados e verificação da consistência dos mesmos, foram elaboradas tabelas no programa Excel das seis escolas pesquisadas e em conjunto a equipe de pesquisadores discutiu as principais conclusões da pesquisa no que concerne à interpretação dos diferentes perfis de consumo encontrados nas escolas e a relação consumo/usuário e localização das escolas.

Resultados e Discussão

A pesquisa utilizou informações fornecidas pelas secretarias das escolas (números de alunos, professores, funcionários, salas de aula, turnos, turmas e calendários) e CEA (histórico de contas de energia). Nas seis escolas visitadas foram feitos levantamentos sobre os equipamentos e suas rotinas de utilização para uma melhor caracterização quantitativa e qualitativa de cada ambiente (em especial as salas de aula). Nos ambientes analisados foram observados itens como iluminação artificial, iluminação natural, cor das paredes, conforto térmico, aberturas, ventilação natural e ventilação mecânica. Quanto ao fornecimento de energia elétrica, as escolas pertencem à classe de consumidores B3 (poder público) com tarifas de R$ 21,650000 para demanda e R$ 0,101980 para consumo. A análise qualitativa pode ser resumida abaixo:

Escola Estadual Dr. Alexandre Vaz Tavares: Foi observado na visita que a escola possui um diferencial por ser climatizada – possui 46 aparelhos de ar condicionado de 21.000 BTU's (2.000 W). Tais aparelhos não são eficientes em razão da idade (modelos antigos) o que afeta bastante o consumo de energia elétrica. Algumas lâmpadas estavam queimadas e outras acesas quando há a presença de luz solar por conta dos relés fotoelétricos estarem com defeito, fazendo com que as lâmpadas permaneçam ligadas de forma ininterrupta. A manutenção dos relés ajudaria bastante a diminuir o consumo de energia, e as árvores da parte da frente do prédio deveriam ser podadas com um tempo, pois ao crescerem obstruem a iluminação natural e acionam os relés dos postes de iluminação durante o dia. É necessária a troca das lâmpadas incandescentes do corredor que dá acesso à quadra por lâmpadas fluorescentes que são mais econômicas e eficientes; e as lâmpadas das salas de aula poderiam ser desligadas nos intervalos ou quando não houver mais aula em algumas delas. Em termos de consumo, observou-se uma diminuição de 5,6 % do consumo anual medido em 2009 de 205.697 kWh para 194.176 kWh em 2011. Este valores de consumo, permitiram calcular o ICE de 970,9 kWh/dia letivo e um ICU de 89,52 kWh/usuário. Foi estimado que o consumo com equipamento seja de 93,8 % do consumo total. A escola apresenta alta tensão e a demanda contratada junto à CEA frequentemente é superada, isso onera o custo do consumo ao final do mês. A média mensal de consumo desta escola no ano de 2011 foi de 16.181,3 kWh.

Escola Estadual Antônio Ferreira Lima Neto: A escola não é climatizada. Foram identificados 80 ventiladores de teto com potência de 140 W e apenas 10 aparelhos de ar condicionado de 10.500 BTU's (1.000 W). A área construída ocupa quase todo o terreno da escola. Há uma boa distribuição das lâmpadas (todas fluorescentes) e a utilização dos demais equipamentos parecem demonstrar uma boa racionalidade no uso dos mesmos. Em termos de consumo, observou-se um aumento de 23,8 % do consumo anual medido em 2009 de 101.226 kWh para 125.273 kWh em 2011. Este valores de consumo, permitiram calcular o ICE de 626,4 kWh/dia letivo e um ICU de 59,12 kWh/usuário. Foi estimado que o consumo com equipamento é de 62,9 % do consumo total. A escola apresenta alta tensão e a demanda contratada junto à CEA frequentemente é superada, isso onera o custo do consumo ao final do mês. A média mensal de consumo desta escola no ano de 2011 foi de 10.439,4 kWh.

Escola Estadual Antônio Messias Gonçalves da Silva: O problema mais facilmente identificado na escola está relacionado à iluminação. A escola possui um amplo espaço com grandes dimensões, mas não há a necessidade de existir tantas lâmpadas, como nas salas de aula do prédio principal. São doze lâmpadas por sala, sendo que são 16 salas, e não há necessidade de serem ligadas as lâmpadas externas do prédio em horários que ainda há iluminação natural. A escola utiliza 70 ventiladores comuns de 65 W e 25 ventiladores de teto de 120 W, que poderiam ser desligados nos intervalos entre os turnos. Ressalta-se a importância da manutenção nas instalações hidráulicas do prédio, pois foram encontradas torneiras quebradas jorrando água e contribuindo para o acionamento continuo das "bombas" da escola (há 5 com potência individual de 11.400 W). Em termos de consumo, observou-se um aumento de 2,9 % do consumo anual medido em 2009 de 230.565 kWh para 237.379 kWh em 2011. Este valores de consumo, permitiram calcular o ICE de 1.186,9 kWh/dia letivo e um ICU de 104,71 kWh/usuário. Foi estimado que o consumo com equipamento é de 79,7 % do consumo total. A escola apresenta alta tensão e a demanda contratada junto à CEA frequentemente é superada, isso onera o custo do consumo ao final do mês. A média mensal de consumo desta escola no ano de 2011 foi de 19.781,6 kWh.

Escola Gabriel de Almeida Café: A área construída é ampla, com 5.500 m^2, constituindo-se assim a maior dentre as escolas pesquisadas. É também a que possui o maior número de usuários: 2.560, sendo 2.400 alunos. A escola é parcialmente climatizada – possui 40 centrais de ar de 2.000 W e 200 ventiladores de 140 W. A escola também possui 100 computadores com monitor de 200 W. Tais aparelhos, segundo o levantamento da pesquisa, são os que mais consomem energia, devido o tempo que permanecem em funcionamento, mas não necessariamente em uso. Há pouco aproveitamento tanto da iluminação natural quanto da ventilação, pois as salas são pintadas com cores escuras e fisicamente dispostas de forma a não aproveitar a ventilação natural. Em termos de consumo, observou-se um aumento de 56 % do consumo anual medido em 2009 de 260.360 kWh para 407.090 kWh em 2011. Este valores de consumo, permitiram calcular o ICE de 2.035,5 kWh/dia letivo e um

ICU de 159,02 kWh/usuário; os maiores registrados entre as escolas. Apesar de a escola possuir 800 lâmpadas fluorescentes: 200 de 20 W e 600 de 40 W, o consumo estimado com iluminação é de apenas 25 % do consumo total. A escola apresenta alta tensão e a demanda contratada junto à CEA frequentemente é superada, isso onera o custo do consumo ao final do mês. A média mensal de consumo desta escola no ano de 2011 foi de 33.924,2 kWh.

Escola Estadual Maria Cavalcante: Apesar de ser uma escola inaugurada a menos de 5 anos, a escola não é climatizada. Dispõe de apenas 7 centrais de ar de 3.500 W e 42 ventiladores de teto com potência de 120 W. São 48 os computadores utilizados na escola, cada um com potência de 300 W. Estes ligados em média 7 horas por dia são responsáveis por boa parte do consumo verificado. Quanto à iluminação, algumas lâmpadas, durante a visita à escola, estavam ligadas mesmo com a iluminação natural ainda presente. Enquanto ocorria uma programação na quadra da escola foi possível observar que as salas estavam com luzes e ventiladores ligados mesmo na ausência de alunos. Em termos de consumo, observou-se um aumento de 45,2 % do consumo anual medido em 2009 de 104.594 kWh para 151.886 kWh em 2011. Este valores de consumo, permitiram calcular o ICE de 759,4 kWh/dia letivo e um ICU de 78,09 kWh/usuário. Foi estimado que o consumo com equipamento é de 79,5 % do consumo total. A escola apresenta alta tensão e a demanda contratada junto à CEA frequentemente é superada, isso onera o custo do consumo ao final do mês. A média mensal de consumo desta escola no ano de 2011 foi de 12.657,2 kWh.

Escola Estadual Raimunda dos Passos: Nesta escola a estimativa de consumo de 2 aparelhos de ar condicionado de 2.000 W e 3 centrais de ar de 3.500 W é superior a dos 76 ventiladores de 120 W. A escola está situada na zona norte de Macapá e atende a 1.719 alunos nos três turnos de funcionamento. Durante a vista à escola foi observado que os locais onde foram colocados as centrais de ar e os aparelhos de ar-condicionado prejudicam a eficiência dos mesmos. Foi possível notar também que algumas lâmpadas estavam ligadas desnecessariamente (pelo menos 10) em pleno dia. A bomba d'água de 610 W é usada por muito tempo, chegando quase a 16 horas por dia, todos os dias, já que aos domingos tem aula. As cores das salas de aula não aproveitam a iluminação artificial; enquanto as janelas impedem um melhor aproveitamento da luz natural. Em termos de consumo, observou-se uma diminuição de 4,3 % do consumo anual medido em 2009 de 9.298 kWh para 8.895 kWh em 2011. Este valores de consumo, permitiram calcular o ICE de 44,5 kWh/dia letivo e um ICU de 4,86 kWh/usuário. Foi estimado que o consumo com equipamento é de 56,1 % do consumo total. A escola não apresenta demanda contratada junto à CEA, isto significa que o custo do consumo ao final do mês deve-se somente ao que foi efetivamente consumido. A média mensal de consumo desta escola no ano de 2011 foi de 988,3 kWh.

A partir dos resultados das pesquisas, foi possível diagnosticar que o uso racional da energia elétrica nas escolas ainda não é uma realidade. Os alunos amapaenses conhecem os transtornos causados pelos racionamentos que o estado enfrentou em anos anteriores, mas pouco contribuem para a economia de eletricidade em estabelecimentos públicos como a escola. A identificação de quanta energia elétrica é consumida nas escolas proporciona à comunidade escolar uma melhor organização e gestão dos recursos que são repassados à escola, ainda que seja o poder público estadual o responsável pelos pagamentos das faturas. Neste sentido, os resultados obtidos pela pesquisa não pretendem indicar um culpado pelo mau uso da energia elétrica, mas sim subsidiar a proposição de ações afirmativas que busquem sensibilizar toda a comunidade escolar para os benefícios do uso racional desta energia. A seguir, são apresentados comentários sobre os pontos mais relevantes diagnosticados na pesquisa.

Relação consumo e número de usuários

A restrição quanto ao critério de escolha das escolas pesquisadas possibilitou uma pesquisa com escolas com quantitativo de usuários semelhantes, mesmo que se possa diferenciá-las em escolas de grande ou médio porte. Foi observado que as escolas apresentaram consumo total no ano de 2011 bem distintos; sendo o maior para a escola Gabriel de Almeida Café (407.090 kWh) com 2.560 usuários, e o menor para a escola Raimunda dos Passos (8.895 kWh) com 1.829 usuários. Ainda assim, considerando as demais escolas, foi possível identificar uma correlação entre consumo de energia no ano de 2011 e o número de usuários na escola (Figura 1). Como a correlação é alta (R^2 = 0,9), esta relação entre as variáveis pode ser representada por um modelo linear, e demostra a proporcionalidade de aumento de consumo com o aumento do número de usuários. No entanto, este fator de forma isolada não é suficiente para explicar o uso de energia nas escolas.

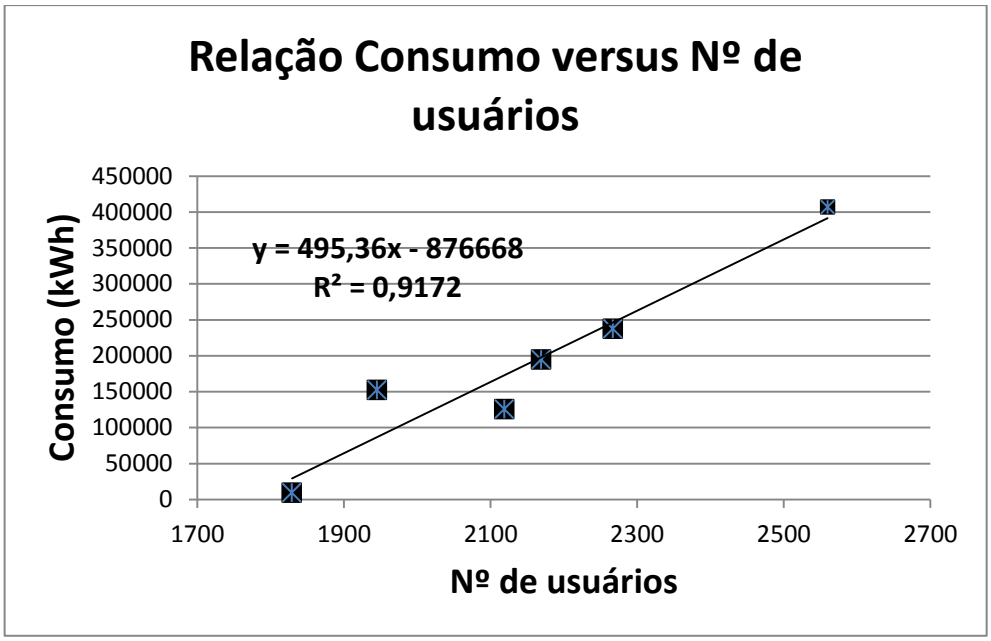

Figura 1. Relação Consumo versus Nº de usuários.
Fonte: Dados da pesquisa

A pesquisa mostrou uma tendência de acréscimo no consumo de energia elétrica nas escolas fortemente influenciada pelo quantitativo de usuários. Porém, há de se considerar também como fator contribuinte para o aumento de consumo as atividades (feiras, gincanas, ações sociais, etc.) e serviços prestados pela escola aos alunos e à comunidade em geral (laboratório de informática, videocassete, DVD, Datashow, som, etc.). Assim, seria possível explicar o fato que escolas com número de usuário bem próximos possam apresentar consumos sensivelmente diferentes.

Quanto à variação do consumo

O aumento no consumo de energia pode refletir tanto o grau de desenvolvimento e bem estar da população como o de desperdício e falta de compromisso desta mesma população com o uso racional da energia elétrica. Das seis escolas pesquisada, quatro apresentaram aumento no consumo anual total (Tabela 1). Em alguns casos, como da escola Gabriel de Almeida Café este aumento foi superior a 50%.

Tabela 1 - Variação percentual do consumo no período de 2009 – 2011 para as escolas pesquisadas.

Id	Escola	Variação do consumo no período de 2009 – 2011 (%)	Consumo médio mensal (kWh)
01	Alexandre Vaz Tavares	(-) 5,6	16.181,3
02	Antônio Lima Neto	(+) 23,8	10.439,4
03	Antônio Messias	(+) 2,9	19.781,6
04	Gabriel de Almeida Café	(+) 56	33.924,2
05	Maria Cavalcante	(+) 45,2	12.657,2
06	Raimunda dos Passos Santos	(-) 5,6	988,3

Fonte: Dados da pesquisa

A escola Alexandre Vaz Tavares foi a que apresentou a menor diminuição no consumo anual total com índices de 5,6%. Não foi possível investigar se este aumento está relacionado ao aumento no número de matrículas registrado pelas escolas. É provável, no entanto que o aumento seja devido somente ao aumento do desperdício de energia, pois foram observadas em todas as escolas lâmpadas e equipamentos ligados nas dependências da escola mesmo sem a presença de alunos, por exemplo.

As escolas apresentaram o mesmo perfil de consumo (Figura 2), no qual se observa os picos de consumo nos meses de abril e setembro. Este comportamento apresenta uma curiosidade: picos nos meses de abril e setembro; quando se esperava apenas um pico no segundo semestre, devido ao período menos chuvoso em nossa

região. Se considerarmos que o mês de abril pode ser considerado um mês “frio” e setembro um mês “quente”, há aqui a preocupação de que os picos de consumo no segundo semestre ocorrem num período característico de pouca precipitação no estado do Amapá e consequente ameaça de racionamento de energia elétrica.

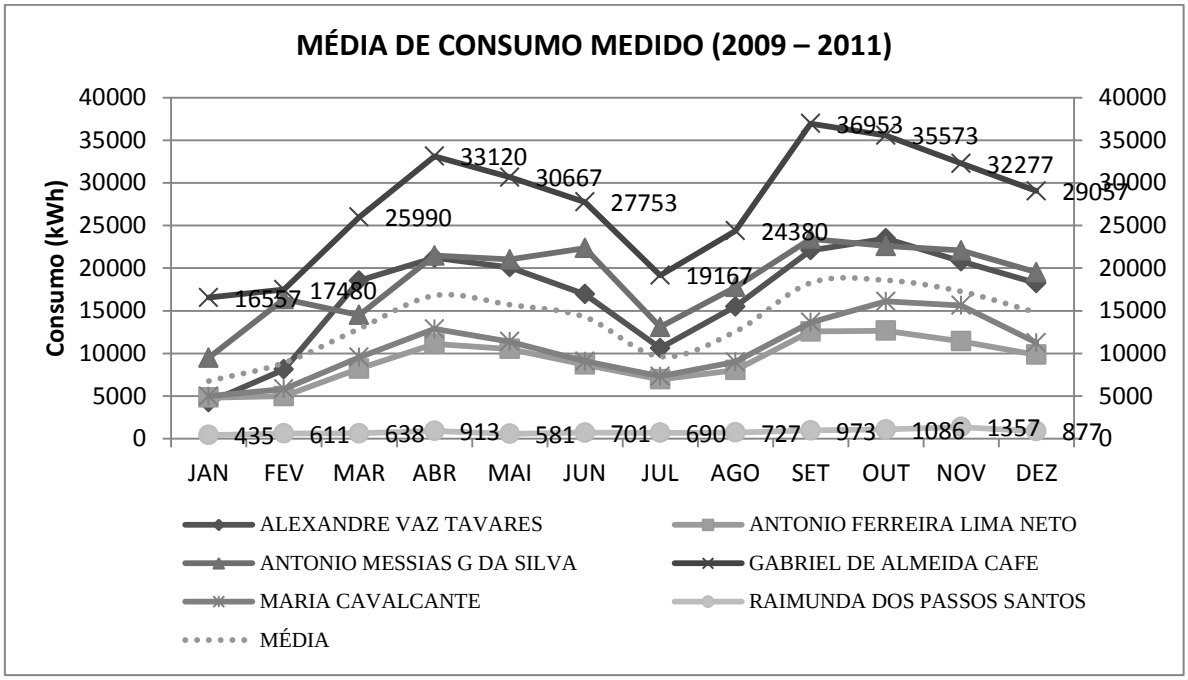

Figura 2. Média de consumo no período de 2009 - 2011 das seis escolas pesquisadas no município de Macapá. Fonte: CEA

Cabe destacar ainda que a escola Gabriel de Almeida Café, mesmo no mês destinado às férias dos alunos e professores, apresentou média de consumo superior ao pico de consumo de escolas como Maria Cavalcante, Antônio Neto e Raimunda dos Passos, sendo que, comparada a esta última o consumo médio foi 34 vezes maior!

Quanto ao uso de equipamentos e iluminação

Em estudo de caso detalhado de escolas públicas da cidade de Itabira, estado de Minas Gerais, realizado por Souza (2005) em 3 escolas municipais e 3 estaduais, a autora concluiu que o consumo devido à iluminação variou de 75% a 90% do consumo total. Esta conclusão concorda com o disposto no Manual de Economia de Energia Elétrica na Escola (SÃO PAULO, 2001) que afirma que o consumo com iluminação nas escolas pode representar de 70% a 80% do consumo total.

Diferentemente, a presente pesquisa aponta como principal fator de desperdício de energia elétrica nas escolas o uso de equipamentos (Figura 3), dentre eles os aparelhos de ar condicionado ou centrais de ar. Geralmente estes equipamentos são ligados no inicio do dia e desligados somente no final do expediente, estão obsoletos quanto a sua eficiência e são instalados nas salas sem qualquer observação técnica. Tomemos como exemplo a escola Gabriel de Almeida Café que possui 40 centrais de potência igual a 2.000 W. Segundo estimativa da pesquisa, estas centrais permanecem ligadas durante 7 horas por dia, o que representa um consumo diário de R$ 57,11. Mesmo as escolas que utilizam apenas ventiladores, com potência bem inferior às das centrais e ar condicionados, o desperdício também é observado. Portanto, não se trata de desligar ou não usar os dispositivos de maior potência, mas sim utilizá-los em concordância com as condições ambientais e técnicas que cada equipamento necessita.

Quanto à iluminação, o desperdício deve-se ao fato que nas escolas, frequentemente, a iluminação está dividida por circuitos elétricos acionados através de disjuntores localizados no quadro geral. Esse tipo de controle é extremamente ineficiente porque mantém ligada a iluminação em lugares desocupados, sem que os usuários possam atuar sobre ela. Seria possível obter uma economia significativa de energia com a instalação de interruptores para um grupo reduzido de lâmpadas, ou mesmo, o uso de sensores de presença em algumas dependências da escola, como corredores e banheiros.

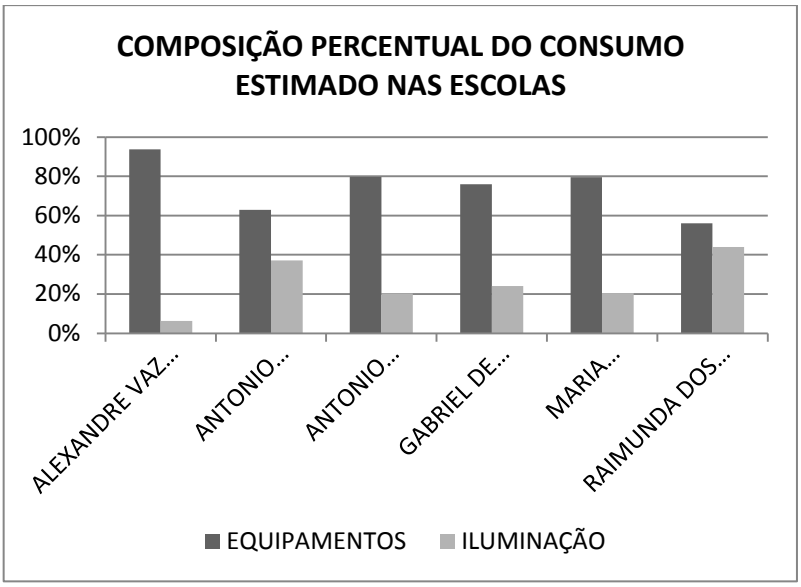

Figura 3. Composição percentual do consumo estimado nas escolas.
Fonte: Dados da pesquisa

Cabe ressaltar que em todas as escolas pesquisadas o consumo estimado foi menor que a média do consumo medido pela CEA, isto significa que os equipamentos e iluminação permanecem ligados por mais tempo do que aquele estimado pelos pesquisadores.

Quanto à demanda contratada

A resolução nº 456 de 29 de novembro de 2000 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), define os seguintes tipos de demanda:

Demanda contratada: Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

Demanda faturável: Valor da demanda de potência ativa, identificado de acordo com os critérios estabelecidos e considerada para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW).

Demanda de ultrapassagem: Parcela da demanda medida que excede o valor da demanda contratada, expressa em quilowatts (kW).

As escolas, uma vez solicitada a ligação da energia elétrica à CEA, devem estabelecer com essa última um contrato duplo, de consumo e de demanda mensais. Este último valor associa-se ao maior valor da potência total consumida pela instalação elétrica da escola, medido em kW (quilowatt). Já o primeiro valor (o consumo) corresponde à energia elétrica efetivamente consumida e medida pela concessionária em kWh (quilowatt-hora). No entanto, o valor de demanda (máxima) – medido a cada 15 min, ficando registrado sempre o último maior valor – deve ser definido no primeiro contrato com a concessionária, podendo, por Lei, ser alterado sob certos critérios. Se a demanda contratada for ultrapassada na prática, a escola paga uma denominada "tarifa de ultrapassagem", muitas vezes maior do que a normal: aquela que está associada a uma demanda medida inferior ou igual à demanda contratada.

Ao analisar o histórico das contas das escolas pesquisadas, foi possível observar que no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2011, várias vezes a demanda contratada foi ultrapassada. Este fato representa um impacto na fatura da conta de consumo de 2 ou 3 vezes maior que o valor devido somente ao consumo normal medido. O que se verifica nesta situação, é que o desperdício é considerado duas vezes: uma quando os equipamentos e iluminação são utilizados sem critérios e outra quando se paga um excesso de tarifa desnecessário.

O uso racional da energia elétrica associado a uma vistoria técnica da demanda instalada nas escolas pesquisada podem proporcionar uma economia significativa nos gastos com energia elétrica destes estabelecimentos. A direção da escola poderia solicitar da CEA orientações quanto à demanda contratada ou poderia ser proposto ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá uma parceria para

determinar o correto valor da demanda a ser contratada. Os dados da pesquisa apontam para impactos econômicos e social que o desperdício de verba pública pode propiciar.

Quanto aos índices

Vários são os fatores que podem interferir no consumo de energia elétrica nas escolas, dentre eles destacam-se: as condições climáticas locais, os parâmetros físicos de instalação de equipamentos e arquitetônicos da construção do prédio, e o comportamento do usuário.

A eficiência no consumo é avaliada por meio de índices de desempenho energético denominados de "consumo específico". Tanto para o consumo específico em função da área, AEUI (Area Energy Use Index - Índice de Uso de Energia por Área), como para o consumo específico em função do número de pessoas, PEUI (Person Energy Use Index - Índice de Uso de Energia por Pessoa), são parâmetros importantes que devem ser analisados em conjunto com outros fatores para um diagnóstico (BAIRD et al., 1984).

Nesta pesquisa foi utilizado o Índice de Consumo por Usuário (ICU), definido como a razão entre consumo total durante o ano de 2011 pelo número de usuários (professores + alunos + servidores) na escola. A eficiência da escola foi avaliada a partir do Índice de Consumo por Escola (ICE), definido como a razão entre o consumo total durante o ano de 2011 e o número de dias letivos (200) definidos pela legislação. Os resultados mostram diferenças significativas destes índices entre as escolas (Tabela 2).

Tabela 2. Síntese dos índices ICE e ICU calculados para as escolas pesquisadas.

ID	ESCOLA	Consumo (kWh)	Nº de usuários	Nº de salas	Nº de turmas	Consumo per capita (kWh) ICU	kWh/dia letivo (ICE)
E1	ALEXANDRE VAZ TAVARES	194.176	2.169	16	48	89,52	970,9
E2	ANTONIO FERREIRA LIMA NETO	125.273	2.119	16	48	59,12	626,4
E3	ANTONIO MESSIAS G DA SILVA	237.379	2.267	21	63	104,71	1186,9
E4	GABRIEL DE ALMEIDA CAFE	407.090	2.560	25	75	159,02	2035,5
E5	MARIA CAVALCANTE	151.886	1.945	16	48	78,09	759,4
E6	RAIMUNDA DOS PASSOS SANTOS	8.895	1.829	21	63	4,86	44,5

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se que o ICE para o Gabriel de Almeida Café é mais de 45 vezes o da Raimunda dos Passos. Ou seja, as escolas gastam quantidades muito diferentes de energia por sala de aula. Ainda que o número de turmas seja maior para aquela, os resultados sugerem uma ineficiência desta escola no consumo durante o período letivo. Igualmente discrepantes são os valores de ICU para estas duas escolas: um usuário do Gabriel de Almeida Café consumiu em 2011 o equivalente a 32 usuários do Raimunda dos Passos. Isto significa que o custo unitário de energia por usuário do Gabriel de Almeida Café é muito alto.

Porém, uma gestão eficiente de recursos não é possível sem o suporte que a tecnologia pode oferecer. Os índices comparativos apresentados nesta pesquisa poderão apontar novas diretrizes a serem seguidas, tais como: substituição de lâmpadas e equipamentos por outros mais eficientes, reeducação da comunidade escolar para o uso mais racional da energia elétrica e treinamento adequado dos usuários dos equipamentos existentes.

Conclusões

O estudo atingiu seus objetivos, quais sejam: de identificar as características no consumo de energia elétrica em cada escola, pois conseguiu estabelecer um comparativo de eficiência no consumo de energia elétrica entre as escolas; também analisou as condições de consumo por escola, considerando em tal análise quantidade e qualidade dos equipamentos instalados e sua adequação ao ambiente da escola. As conclusões da pesquisa podem ser resumidas em:

- A maioria das escolas aumentaram seu consumo nos últimos três anos.
- Os maiores consumos foram verificadas nas escolas com o maior número de usuários;
- A variação intra-anual é semelhante para as escolas pesquisadas.
- As escolas do centro tiveram maior ICU.

Em sentido mais amplo, a pesquisa indica que a energia elétrica nas escola públicas não está sendo bem aproveitada. Assim, a sensibilização da comunidade escolar quanto ao consumo consciente é emergente.

O uso racional da energia elétrica, não só nas escolas pesquisadas, mas em todas as escolas da rede, pode ser atingido a partir de mudanças comportamentais em sua maioria simples: um melhor aproveitamento da luz solar, substituição, mesmo que gradativa, de equipamentos pouco eficientes (como os aparelhos de ar condicionado), ajuste da demanda contratada pelas escolas, Sugere-se, também, que as próximas construções tenham um planejamento para aberturas de janelas que aproveitem melhor os recursos naturais (iluminação e ventilação).

A gestão do consumo poderia ser melhorada se as contas de consumo fossem enviadas às escolas, pois como trata-se de dinheiro público, a eficiência da gestão poderia ser reconhecida e valorizada por meio de benefícios destinados aos alunos e professores, e ao melhoramento da infraestrutura da escola de modo geral.

Sugere-se que as escolas possam dar continuidade ao acompanhamento do consumo. Os professores de matemática poderiam propor o acompanhamento diário do consumo de energia elétrica tanto na escola como na casa dos alunos, ao final de um mês de observação estes escreveriam em conjunto com outras turmas um mini relatório, no qual pudesse ser identificado quando o consumo foi maior (dia e hora) e por quê.

A amostra utilizada nesta pesquisa constituiu uma fração reduzida da realidade diversificada, mas não se prendeu a interpretações generalizáveis para um conjunto maior das escolas públicas do Amapá. Os resultados podem servir como exemplo para a compreensão das variações e peculiaridades do consumo de energia elétrica.

Assim, considerando as limitações metodológicas e interpretativas desta pesquisa, este relatório poderá ser útil para estudos posteriores com investigações mais aperfeiçoadas e complexas que proporcionem dados mais minuciosos. Por fim, ressalta-se que não foi meta da pesquisa fiscalizar e racionar o uso da energia elétrica, mas obter dados que fundamentem a conscientização e sensibilização de alunos e professores. Qualquer ação que venha a ser desenvolvida nas escolas no processo de conscientização a respeito do uso eficiente de energia elétrica deve considerar que os resultados não serão imediatos, mas é importante frisar que só a persistência nas ações positivas de consumo racional poderão mudar o quadro de degradação e insustentabilidade dos recursos naturais observados atualmente.

Agradecimentos

Os autores agradecem
À Fundação Tumucumaque.
Aos servidores das escolas visitadas;
Ao Sr. Mário Freire (diretor técnico da CEA);

Literatura citada

BAIRD, George; DONN, Michael R.; BRANDER, William D. S.; AUN, Chan Seong. **Energy Performance of Buildings. Energy Research Group** – School of Architecture – Victoria University. Wellington, New Zealand: CRC Press, Inc – Boca Raton Florida, 1984, printed in the United States. 202p.

Leilão de energia de Belo Monte- perguntas e respostas. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/hotsite_beloMonte/index.cfm?p=7> acessado em 29/05/2011.

Secretaria de Energia do Estado de São Paulo. **Manual de Economia de Energia Elétrica na Escola**. São Paulo, out. 2001.

Tarifas de energia 2010/2011. Disponível em <http://www.cea.ap.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=68>. acessado em 29/05/2011.

SOUZA, Anádia Patrícia Almeida de. **Uso da energia em edifícios: estudo de caso de escolas municipais e estaduais de Itabira, Minas Gerais**. 2005. 142f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET. MG, 2005.

VII CONNEPI
PALMAS . TOCANTINS . 2017
19 a 21 de outubro - Ciência, tecnologia e inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional