UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO

MAURO LUIZ PEDRONI JUNIOR

PROJETO DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA E MEDIDAS EDUCACIONAIS EM ENTIDADE FILANTRÓPICA

VITÓRIA – ES
NOVEMBRO/2018

MAURO LUIZ PEDRONI JUNIOR

PROJETO DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA E MEDIDAS EDUCACIONAIS EM ENTIDADE FILANTRÓPICA

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Mauro Luiz Pedroni Junior**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Dra. Tiara Rodrigues Smarssaro de Freitas.

VITÓRIA – ES
NOVEMBRO/2018

MAURO LUIZ PEDRONI JUNIOR

PROJETO DE EFICIENTIZAÇÃO ENERGÉTICA E MEDIDAS EDUCACIONAIS EM ENTIDADE FILANTRÓPICA

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Mauro Luiz Pedroni Junior**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Aprovada em 30, de novembro de 2018.

COMISSÃO EXAMINADORA:

_____

Dra. Tiara Rodrigues Smarssaro de Freitas
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

_____

Dr. Hélio Marcos André Antunes
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador

_____

Msc. Filiphe Oliveira Louback
EDP
Examinador

Dedico esse trabalho a minha família e aos amigos e mestres que sempre estiveram presentes sem medir esforços para que este trabalho pudesse ser concluído.

Agradeço primeiramente a Deus pela conclusão de mais uma etapa da vida. Agradeço aos meus familiares e amigos por entenderem as ausências e por apoiarem o desenvolvimento desse projeto, em especial ao Guilherme pela ajuda e disponibilidade durante a realização das medições. Agradeço à Tiara pelo apoio e orientação imprescindíveis para que um bom resultado fosse alcançado. Agradeço ao apoio dos funcionários da ACACCI: Edilson, Eliana, Eliza, entre tantos outros pela atenção, cuidado e disponibilidade. Agradeço, por fim, às crianças, adolescentes e acompanhantes que, de um modo ou de outro, participaram desse projeto. A todos o meu muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho é apresentado como um estudo de caso do consumo de energia elétrica de uma instituição filantrópica de Vitória, no Espírito Santo. Por ser uma unidade consumidora classificada no subgrupo A4, possui faturamento binômio. Realizou-se, primeiramente, uma análise do contrato entre a unidade consumidora e a distribuidora de energia elétrica a respeito da demanda contratada, definindo-se assim a demanda ótima. Além disso, apresentou-se o perfil de consumo da instituição a partir de entrevistas e da análise da memória de massa do local. Tratou-se ainda medidas de conforto luminoso, a partir da medição e simulação da iluminação de alguns ambientes apontados como insatisfatórios nas pesquisas de opinião. Realizou-se uma análise da viabilidade da adoção de medidas de eficiência energética, como a troca do transformador e da bomba de recalque. Por fim, apresentam-se as atividades desenvolvidas a fim de promover o consumo consciente de energia por parte dos funcionários, pacientes e acompanhantes fazendo com que tais medidas sejam usadas por eles até mesmo em suas casas.

Palavras-chave: eficiência energética; consumo consciente; conforto luminoso; adequação tarifária.

ABSTRACT

This project is presented as a case study of the electrical energy consumption in a philanthropic institution at Vitória, Espírito Santo. Because this consumer unit is classified in subgroup A4, it has a binomial billing. First of all, an analysis of the contract made between the consumer unit and the power distribution company regarding the contracted electrical demand is made, thus defining the optimal electrical demand. In addition, it is presented the consumption profile of the institution based on interviews and an analysis of the mass memory of the place. The discussion continues taking in account themes like lucid comfort measures, from the measurement and simulation of the illumination of some rooms pointed out as unsatisfactory in the opinion polls. An analysis of the feasibility of adopting some energy efficiency measures, such as changing the transformer and the water pump is carried out. Finally, it is presented activities developed in order to promote the conscious consumption by employees, patients and his companies in such way that these measures can be used by them in their own homes.

Key-words: energy efficiency; conscious consumption; lightning comfort; tariff adjustment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ambientação da escolinha 56
Figura 2 - Ambiente simulado - Escolinha 56
Figura 3 - Valores medidos *versus* simulados – Escolinha: (a) Valores medidos; (b) Valores simulados 57
Figura 4 - Resultado da simulação atual – Escolinha: (a) Resultados por plano; (b) Resultados do ambiente 58
Figura 5 - Proposta de luminária a ser instalada – Escolinha: (a) Simulação com as novas luminárias; (b) Luminária sugerida 59
Figura 6 - Resultado esperado - Escolinha 59
Figura 7 - Ambientação da sala de recreação adolescente 60
Figura 8 - Ambiente simulado - Sala de recreação adolescente 60
Figura 9 - Valores medidos versus simulados - Sala de recreação adolescente: (a) Valores medidos; (b) Valores simulados 61
Figura 10 - Resultado da simulação atual – Escolinha: (a) Resultados por plano; (b) Resultados do ambiente 61
Figura 11 - Proposta de luminária a ser instalada - Sala de recreação adolescente: (a) Simulação com as novas luminárias; (b) Luminárias sugeridas 62
Figura 12 - Resultado esperado - Sala de recreação adolescente 63
Figura 13 - Ambientação da sala de recreação infantil 64
Figura 14 - Ambiente simulado - Sala de recreação infantil 64
Figura 15 - Valores medidos versus simulados - Sala de recreação infantil: (a) Valores medidos; (b) Valores simulados 65
Figura 16 - Resultado da simulação atual - Sala de recreação infantil: (a) Resultados por plano; (b) Resultados do ambiente 65
Figura 17 -Proposta de luminária a ser instalada - Sala de recreação infantil: (a) Simulação com as novas luminárias; (b) Luminária sugerida 66
Figura 18 - Resultado esperado - Sala de recreação infantil 67
Figura 19 - Ambiente simulado - Cozinha 68
Figura 20 - Valores medidos versus simulados - Sala de recreação infantil: (a) Valores medidos; (b) Valores simulados 68

Figura 21 - Resultado da simulação atual – Cozinha: (a) Resultados por plano; (b) Resultados do ambiente..... 69
Figura 22 - Proposta de luminária a ser instalada – Cozinha: (a) Simulação com a nova luminária; (b) Luminária sugerida 70
Figura 23 - Resultado esperado - Cozinha 70
Figura 24 - Curvas características em função da potência (1,5 cv) 83
Figura 25 - Ponto de operação do motor (1,5 cv) 84
Figura 26 - Curvas características em função da potência (0,75 cv) 86
Figura 27 - Curvas características em função da potência (1 cv) 87
Figura 28 - Imagens para colorir - Turma da Mônica..... 91
Figura 29 – Cartilha e jogos desenvolvidos 93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Composição da fatura de energia 21
Gráfico 2 - Demandas medidas P e FP e demanda contratada 23
Gráfico 3 - Custo por demanda contratada – modalidade verde 24
Gráfico 4 - Custo por demanda contratada - modalidade azul 25
Gráfico 5 - Custo por modalidade tarifária com demanda ótima 26
Gráfico 6 - Demandas medidas, contratada e sugerida 27
Gráfico 7 - Demanda ativa mensal medida em intervalos de 15 minutos 30
Gráfico 8 - Demanda ativa semanal medida em intervalos de 15 minutos 31
Gráfico 9 - Consumo de energia ativa mensal medida em intervalos de 15 minutos 33
Gráfico 10 - Consumo de energia ativa semanal medida em intervalos de 15 minutos 34
Gráfico 11 - Consumo de energia reativa indutiva mensal medida em intervalos de 15 minutos 35
Gráfico 12 - Fator de potência medido 36
Gráfico 13 - Temperatura dos ambiente e ventilação natural na opinião das pessoas: (a) Temperatura dos ambientes; (b) Ventilação natural 45
Gráfico 14 - Conforto proporcionado pelos equipamentos: (a) Conforto sem ventilador; (b) Conforto com o ar condicionado 46
Gráfico 15 - Incômodos causados pelo uso dos equipamentos de climatização: (a) Incômodos causados pelo ventilador; (b) Incômodos causados pelo ar condicionado 46
Gráfico 16 - Iluminação natural e iluminação artificial na opinião das pessoas: (a) Iluminação natural; (b) Iluminação artificial 47
Gráfico 17 - Uso da iluminação artificial e desconforto: (a) Necessidade de usar a iluminação artificial durante o dia; (b) Desconforto ao final do dia 48
Gráfico 18 - Análise comportamental 49
Gráfico 19 - Demanda com ar condicionado - Potência de norma 74
Gráfico 20 - Demanda com ar condicionado - Potência do fabricante 74
Gráfico 21 - Fator de carregamento - Transformador de 150 kVA 76
Gráfico 22 - Fator de carregamento comparativo 77
Gráfico 23 - Fator de carregamento - Transformador de 75 kVA 78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores Faturados entre abril/2017 e março/2018 20
Quadro 2 - Valores faturados em reais entre abril/2017 e março/2018 21
Quadro 3 – Questionário de conforto térmico 42
Quadro 4 - Questionário de conforto luminoso 43
Quadro 5 - Questionário sobre consciência 44
Quadro 6 - Tamanhos da malha 53
Quadro 7 - Iluminância média ideal 55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados para cálculo do *payback*..... 79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

2 ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA 19

2.1 Modalidades tarifárias 19

2.2 Divisão dos valores por item de faturamento 19

2.3 Demanda ótima 22

2.3.1 Demanda ótima – modalidade tarifária horária verde 23

2.3.2 Demanda ótima – modalidade tarifária horária azul 24

2.4 Modalidade tarifária ótima 25

2.5 Considerações do capítulo 27

3 PERFIL DE CONSUMO 28

3.1 Relatório de Demanda 28

3.2 Memória de Massa – Dezembro de 2017 29

3.3 Demanda ativa 30

3.3.1 Demanda ativa – Panorama do mês de dezembro 30

3.3.2 Demanda ativa – Panorama em uma semana 31

3.4 Consumo de energia ativa 32

3.4.1 Consumo de energia ativa – Panorama do mês de dezembro 32

3.4.2 Consumo de energia ativa – Panorama de uma semana 33

3.5 Consumo de energia reativa 34

3.6 Fator de potência 35

3.7 Demanda reativa 37

3.8 Considerações do capítulo 37

4 LEVANTAMENTO DE DADOS 38

4.1 Coleta de informações das atividades da casa 38

4.1.1 Caracterização da rotina semanal 38

4.1.2 Caracterização da “rotina” anual 39

4.1.3 Relatos obtidos 40

4.2 Pesquisa de opinião e de comportamento 41

4.2.1 Resultados do levantamento 44

4.3 Considerações do capítulo 49

5 EFICIÊNCIA NOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO 51

5.1 Conceitos envolvidos 51
5.2 Medições 52
5.3 Simulações 53
5.4 Ambientes medidos e recomendações 54
5.4.1 Escolinha 55
5.4.2 Sala de recreação adolescente 60
5.4.3 Sala de recreação infantil 63
5.4.4 Cozinha 67
5.5 Considerações do capítulo 71
6 ANÁLISE DA VIABILIDADE DE FATURAMENTO PELO GRUPO B 72
6.1 Viabilidade da correção da demanda contratada 72
6.2 Fator de carregamento do transformador atual 75
6.3 Condições para a opção de faturamento no Grupo B 76
6.4 Opção por novo transformador de entrada 76
6.5 Payback 79
6.6 Considerações do capítulo 81
7 ANÁLISE COMPLEMENTAR 82
7.1 Características do motor 82
7.2 Medições e conclusões 83
7.3 Viabilidade da troca 85
7.4 Observações complementares 87
7.5 Considerações do capítulo 88
8 ATIVIDADES DE CONSCIENTIZAÇÃO 89
8.1 Atividades com a direção 89
8.2 Atividades com os funcionários 90
8.3 Atividades com os pacientes e acompanhantes 90
9 CONCLUSÕES 94
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 96

1 INTRODUÇÃO

Antes da invenção da lâmpada por Thomas Edison em 1879, a eletricidade já era conhecida. Apesar da invenção de Edison ter apenas 139 anos, inúmeras evoluções já ocorreram. O que era uma simples lâmpada de filamento, hoje sequer é permitida no Brasil dado sua baixa eficiência. Viver sem eletricidade atualmente é considerado por muitos como algo inimaginável, e de fato é. De acordo com o Ministério de Minas e Energia no Balanço Energético Nacional (2018), os setores residencial e comercial juntos correspondem a 42,6% de toda a energia consumida no Brasil; por outro lado, segundo o jornal Folha de São Paulo (2015) baseado em dados de 2014, R$ 5,51 bilhões são desperdiçados anualmente com energia elétrica apenas entre os consumidores residenciais no Brasil e R$ 2,79 bilhões com os consumidores comerciais, totalizando 57% de toda a energia desperdiçada.

Em 2001, o Brasil vivenciou uma crise energética sem precedentes. De acordo com Monteiro e Rocha (2005), tamanha crise trouxe duas consequências positivas: a intensa participação da sociedade na busca por uma solução e a valorização da eficiência no uso da energia. Segundo Empresa de Pesquisa Energética (2007), o Plano Nacional de Energia, traçado pelo Ministério de Minas e Energia, estabelece como meta que 10% do consumo projetado para 2030 seja suprido com medidas de eficiência energética.

Aliado à economia de energia, importante ao atendimento das metas e planos estabelecidos para o País, está a redução no consumo, que atinge diretamente o consumidor. De acordo com o jornal O Globo (2016), um brasileiro que recebe um salário mínimo precisa trabalhar 11 horas no mês para pagar sua fatura de energia. Para explicar à sociedade como o faturamento da energia é realizado, a ANEEL lançou em 2008 um guia explicativo a respeito dos valores aplicados, chamado “Por dentro da conta de luz – Informação de utilidade pública”. Segundo ANEEL (2008), a tarifa de energia deve possibilitar que o prestador de serviço possa garantir o fornecimento de energia com qualidade e que tenha ganho suficiente para cobrir custos operacionais eficientes e remunerar investimentos necessários.

A fatura de energia, de modo geral, é composta pelos custos de geração de energia, disponibilidade (a depender do grupo de fornecimento), transporte de energia (transmissão e distribuição), iluminação pública, além de encargos (contribuições definidas em leis e utilizadas para fins específicos) e tributos e o acréscimo devido à bandeira tarifária vigente (quando cabível). Os cálculos para definir o valor das tarifas cobradas pela distribuidora são realizados pela ANEEL (geralmente uma vez ao ano para cada distribuidora) visando um valor justo para o consumidor e para a empresa. Os valores requeridos são divididos em duas parcelas, uma com

os custos não-gerenciáveis, ou seja, que independem das ações da empresa de distribuição e envolvem a compra de energia, os custos de transmissão e os encargos setoriais, e uma outra de custos gerenciáveis, que incluem os custos operacionais, a cota de depreciação e a remuneração do investimento. Os custos definidos irão então determinar os valores das duas tarifas, a TE – Tarifa de Energia, e a TUSD – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição.

A aplicação das tarifas no cálculo das faturas é diferente de acordo com o tipo de unidade consumidora tratada. De acordo com a ANEEL (2010), as instalações são divididas em dois grupos e diversos subgrupos:

- Grupo A – unidades consumidoras com tensão de fornecimento igual ou superior a 2,3 kV ou atendidas por sistema de distribuição subterrâneo. É subdividido ainda em 5 subgrupos de acordo com a faixa de tensão de fornecimento e um subgrupo, o AS, para tensões secundárias fornecidas por meio subterrâneo.
- Grupo B – unidades consumidoras com fornecimento em tensão inferior a 2,3 kV. É dividido em 4 subgrupos de acordo com a característica da unidade consumidora, sendo elas residencial, rural, demais classes e iluminação pública.

O faturamento do grupo A é chamado de binômio, ou seja, cobra-se pelo consumo de energia elétrica e pela disponibilização de potência, chamada de demanda. Para esse grupo existe ainda uma distinção do horário no qual a energia está sendo consumida, chamado de horário de Ponta (de 18h às 21h nos dias úteis – Vitória-ES), em que os valores das tarifas são mais elevados e horário Fora de Ponta (horas complementares ao horário de Ponta). Consumidores desse grupo devem ainda, de acordo com sua previsão de consumo, definir o valor de demanda e a distribuidora deve garantir a disponibilidade do valor contratado. Nesse sentido, divide-se ainda em dois grupos: o da modalidade horária verde, em que o valor demandado definido é o mesmo para o horário de Ponta e o Fora de Ponta; e a modalidade horária azul, em que os valores de demanda contratada também são diferentes entre os postos tarifários. Além disso, as tarifas aplicadas para demanda e energia são diferentes nessas duas modalidades. Uma vez contratada, a resolução número 414 da ANEEL (2010) permite a cobrança sobre ultrapassagem sempre que a potência demandada medida for superior à 5% da contratada. O cliente irá pagar o valor da tarifa multiplicado pelo valor da demanda medido além do valor da ultrapassagem, calculado pelo dobro da diferença entre o valor medido e o contratado multiplicado pela tarifa de demanda do posto horário. O faturamento do grupo B é chamado de monômio, ou seja, não há cobrança de demanda, apenas da energia consumida.

Unidades consumidoras do grupo A que possuem o total de potência nominal dos transformadores de entrada igual ou inferior a 112,5 kVA podem ser faturadas como grupo B.

Entretanto, os valores das tarifas de energia praticados são, em geral, superiores ao do grupo A, sendo, portanto, importante analisar qual seria a condição mais vantajosa.

Sobre as faturas das unidades consumidoras do grupo A, incidem ainda a cobrança de reativos excedentes sempre que o fator de potência medido em uma hora for inferior a 0,92. De acordo com ANEEL (2010), o valor a ser cobrado é dado pela Equação (1) a seguir:

$$E_{RE} = \sum_{T=1}^{n} \left[EEAM_T \times \left(\frac{f_R}{f_T} - 1 \right) \right] \times VR_{ERE} \tag{1}$$

Onde $EEAM_T$ é o montante de energia elétrica ativa medida em cada intervalo "T" de uma hora em MWh, f_R é o fator de potência de referência, no caso, 0,92, f_T é o fator de potência calculado no intervalo de um hora e VR_{ERE} é o valor de referência equivalente à tarifa de energia "TE" aplicável ao subgrupo B1 em R$/MWh.

Outro valor inserido na fatura diz respeito às bandeiras tarifárias vigentes durante o período do faturamento. O sistema de bandeiras tarifárias foi implantado pela ANEEL em 2015, o qual, uma vez ao mês, é indicado se haverá ou não acréscimo no valor da energia a ser repassado ao consumidor, de acordo com os custos de geração. Nesse sistema existem três bandeiras: a verde, quando não há acréscimo na tarifa de energia, a amarela quando o acréscimo é de R$ 0,01 por kWh consumido e a vermelha, que se divide em dois patamares: o primeiro com um aumento de R$ 0,03 por kWh consumido e o segundo com R$ 0,05 por kWh consumido.

Somados todos os itens apresentados, incide então os tributos. Sobre as faturas de energia são aplicados três tributos: PIS/PASEP e COFINS, ambos cobrados pela União para manter programas voltados ao trabalhador e para atender a programas sociais do Governo Federal; ICMS, o imposto pago aos governos estaduais e regulamentado por cada ente federativo. As alíquotas desses impostos costumam variar mês a mês sendo, em geral, inferior a 2% (PIS/PASE) e a 7% (COFINS). No Espírito Santo, a alíquota do ICMS é fixa e igual a 25%. A cobrança desses produtos, de acordo com ANEEL (2008), é feita "por dentro", ou seja, o valor desses tributos integram sua própria base de cálculo conforme apresentado na Equação (2).

$$Alíquota \times Valor_{cobrado} = \frac{Valor_{Tarifa}}{1 - (PIS + COFINS + ICMS)} \tag{2}$$

Por fim, insere-se ainda o imposto municipal, referente à contribuição para o custeio do serviço de iluminação pública. Os valores são de responsabilidade das prefeituras e, em geral, variam de acordo com a classificação da unidade consumidora.

Embora as adequações do sistema tarifário sejam importantes, a colocação em prática dos conceitos de eficiência energética vai muito além da redução de um valor na fatura de energia. É importante ainda a redução das perdas dos sistemas como um todo, sem que para isso seja necessária a redução do conforto dos usuários. Além disso, o comportamento e o consumo consciente são partes fundamentais que integram as medidas imprescindíveis a um mundo sustentável.

É nesse contexto que está inserido o projeto desenvolvido. O local do projeto é uma instituição de apoio à criança com câncer em Vitória que possui um misto de características residenciais e comerciais, por tratar-se de uma espécie de "hotel", onde as crianças e seus acompanhantes podem se hospedar e realizar atividades nos momentos em que não estão em tratamento no hospital. A ACACCI (Associação Capixaba Contra o Câncer Infantil) funciona há 30 anos estando na sede atual há 12 e atende famílias do interior do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Bahia sem qualquer tipo de custo para elas. Do ponto de vista da caracterização da unidade consumidora, a instituição está inserida no Grupo A4, sendo consumidora cativa com faturamento pela modalidade tarifária horária verde. A demanda contratada é de 75 kW com tensão de fornecimento de 11,4 kV, medição em baixa tensão e transformador de entrada com potência nominal de 150 kVA.

A ACACCI atende mensalmente cerca de 43 crianças e adolescentes em tratamento e seus acompanhantes, totalizando assim cerca de 221,48 kWh por família atendida (para o mês de referência: dezembro de 2017). É evidente que nesse valor está incluso o gasto com o acompanhante e com a estrutura administrativa existente.

2 ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO TARIFÁRIA

Como uma das primeiras ações a serem tomadas em um trabalho de auditoria energética, a análise da adequação tarifária possibilita, em geral, uma redução no valor pago na fatura de energia apenas a partir de uma adequação no contrato de fornecimento entre cliente e distribuidora de energia elétrica.

2.1 Modalidades tarifárias

O sistema tarifação de energia elétrica no Brasil é relativamente complexo e subdividido em diversas categorias conforme apresentado no Capítulo 1. Atualmente, a ACACCI está enquadrada no Grupo A4 sendo consumidor cativo com faturamento pela modalidade tarifária horária verde. A demanda contratada pela instituição é de 75 kW e a tensão de fornecimento é de 11,4 kV. Como a medição é realizada em baixa tensão, de acordo com ANEEL (2010), as perdas de transformação cobradas devem ser de 2,5 % da energia consumida. O transformador de entrada da instituição possui potência nominal de 150 kVA.

Para uma primeira análise, tendo à parte o aprimoramento da eficiência da instalação em si e a avaliação de suas cargas, assumindo que o transformador foi dimensionado corretamente e está adequado para a carga instalada da edificação, o estudo da adequação da demanda contratada e da modalidade tarifária foi realizado apenas para as opções de enquadramento no grupo A, já que, para a possibilidade de faturamento pelo grupo B, seria necessário adquirir um transformador de menor potência, cuja viabilidade será analisada oportunamente no Capítulo 6.

2.2 Divisão dos valores por item de faturamento

Para o desenvolvimento da análise tarifária e do perfil de consumo, adotou-se como um “ciclo” o período de um ano de faturamento, a saber, para esse caso, de abril de 2017 a março de 2018. Conforme apresentado no Capítulo 1, diversos fatores influenciam no cálculo das tarifas TUSD e TE . Além deles, o faturamento de uma unidade consumidora leva em conta outros valores, como impostos, iluminação pública, bandeiras vigentes, multas e serviços. O Quadro 1 apresenta os valores faturados de demanda, consumo de energia ativa Ponta e Fora Ponta, perdas de energia ativa, energia reativa excedente e a bandeira vigente no período de faturamento. É importante observar que a leitura do consumo da instituição é realizada no meio do mês, portanto, é possível que haja cobrança de diferentes bandeiras tarifárias no mesmo mês. As bandeiras vigentes em cada mês de faturamento estão apresentadas na coluna “Bandeiras Vigentes” do Quadro 1.

Quadro 1 - Valores Faturados entre abril/2017 e março/2018

VALORES FATURADOS						
MÊS	DEMANDA (kW)	ENERGIA ATIVA PONTA (kWh)	ENERGIA ATIVA FORA PONTA (kWh)	PERDAS ATIVAS (kWh)	ENERGIA REATIVA EXCEDENTE (kvarh)	BANDEIRA VIGENTE
Abril/17	75	665,08	7.505,13	199,27	70,602	
Maio/17	75	684,53	7.197,41	192,24	56,957	
Junho/17	75	746,79	7.627,27	204,27	30,504	
Julho/17	75	646,89	5.915,72	160,06	0,262	
Agosto/17	75	712,39	6.190,29	168,36	0,000	
Setembro/17	75	820,67	6.782,00	185,43	0,000	
Outubro/17	75	756,05	8.757,82	232,05	4,412	
Novembro/17	75	603,70	8.489,80	221,79	2,100	
Dezembro/17	75	639,03	8.884,45	232,28	0,476	
Janeiro/18	75	600,94	8.803,34	229,37	4,770	
Fevereiro/18	75	651,49	8.572,16	224,96	27,040	
Março/18	75	962,87	10.915,2	289,71	0,148	

Fonte: Produção do próprio autor.

O Quadro 2 a seguir apresenta o faturamento entre abril/2017 e março/2018, levando-se em conta os valores das tarifas de uso do sistema de distribuição, a tarifa de energia consumida nos horários de Ponta e Fora de Ponta (Energia Ativa Ponta – EAT P, Energia Ativa Fora Ponta – EAT FP), a tarifa de demanda (DEMANDA), a cobrança pela energia reativa excedente consumida (ERE), o valor adicional referente às bandeiras vigentes e, por fim, os tributos, a saber, PIS, COFINS e ICMS além da taxa de iluminação pública.

Quadro 2 - Valores faturados em reais entre abril/2017 e março/2018

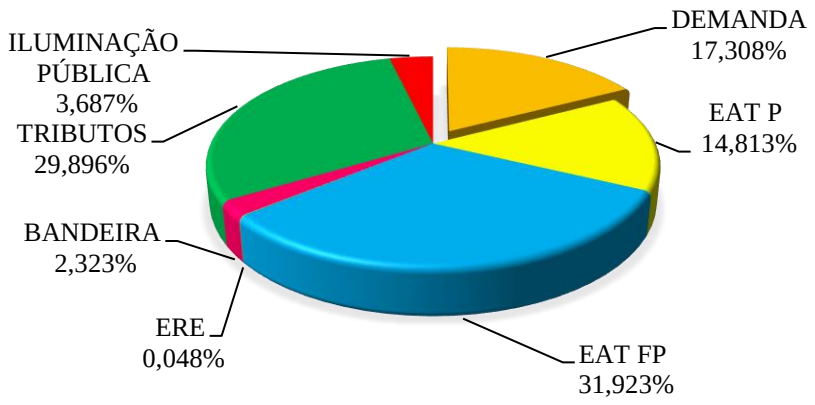
VALORES FATURADOS EM REAIS							
MÊS	DEMANDA	ENERGIA ATIVA PONTA	ENERGIA ATIVA FORA PONTA	ENERGIA REATIVA EXCEDENTE	BANDEIRA	TRIBUTOS	ILUMIN. PUB.
Abril/17	1141,50	966,26	1.876,20	13,26	228,38	2.026,21	275,05
Maio/17	1141,50	1.017,54	2.041,28	12,61	236,46	2.134,49	275,05
Junho/17	1141,50	1.116,43	2.212,85	6,95	57,39	2.181,59	275,05
Julho/17	1141,50	965,80	1.716,27	0,06	109,62	1.891,20	275,05
Agosto/17	1276,93	1.109,44	1.860,13	0,00	190,54	2.127,60	275,05
Setembro/17	1378,50	1.317,67	2.090,69	0,00	176,78	2.383,37	275,05
Outubro/17	1378,50	1.213,92	2.699,78	1,17	298,91	2.245,53	275,05
Novembro/17	1378,50	969,30	2.617,15	0,56	428,27	2.111,13	275,05
Dezembro/17	1378,50	1.026,02	2.738,81	0,13	315,47	2.231,87	275,05
Janeiro/18	1378,50	964,88	2.713,81	1,26	37,45	2.442,41	275,05
Fevereiro/18	1378,50	1.046,03	2.642,54	7,16	0,00	2.433,14	275,05
Março/18	1378,50	1.545,99	3.364,85	0,04	0,00	2.551,47	275,05

Fonte: Produção do próprio autor.

Notas: Não foram levados em contas outros valores como multas e serviços.

A partir do Quadro 2, é possível observar como está dividida a fatura de energia da unidade consumidora. No intervalo apresentado, o montante empregado para pagamento das tarifas de energia foi de R$ 89.509,15, subdivididos, percentualmente, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Composição da fatura de energia



Fonte: Produção do próprio autor.

O Gráfico 1, apresenta algumas características que norteiam o desenvolvimento das análises que foram realizadas no decorrer do trabalho. Primeiramente, observa-se que o percentual de Energia Reativa Excedente é consideravelmente baixo se comparado aos demais itens da fatura. Ainda com relação ao Gráfico 1, observa-se, em destaque, o percentual referente à demanda que, com o valor contratado de 75 kW, representou cerca de 17,3% do total pago (sem impostos) ao longo do ano, o equivalente a R$ 15.492,43. No momento da análise tarifária, esse é o principal ativo a ser reduzido quando não há a mudança de modalidade de tarifação.

Por fim, uma outra observação é importante a partir do Gráfico 1: aproximadamente 3,69% do valor pago não é mutável, ou seja, não é possível reduzir. É o valor referente à contribuição para a iluminação pública. Além disso, 2,32% do que é pago é variável de acordo com as condições hídricas do ano: como em boa parte dos meses analisados a bandeira tarifária foi vermelha ou amarela, R$ 2.079,27 foram pagos como acréscimo referente ao custo da geração de energia durante baixas nos reservatórios das hidroelétricas. Além disso, observa-se que aproximadamente 14,8% do custo anual é referente à energia consumida no horário de ponta, momento em que a tarifa é mais cara, sendo, portanto, interessante analisar a possibilidade de realizar a modulação da carga nesse intervalo.

2.3 Demanda ótima

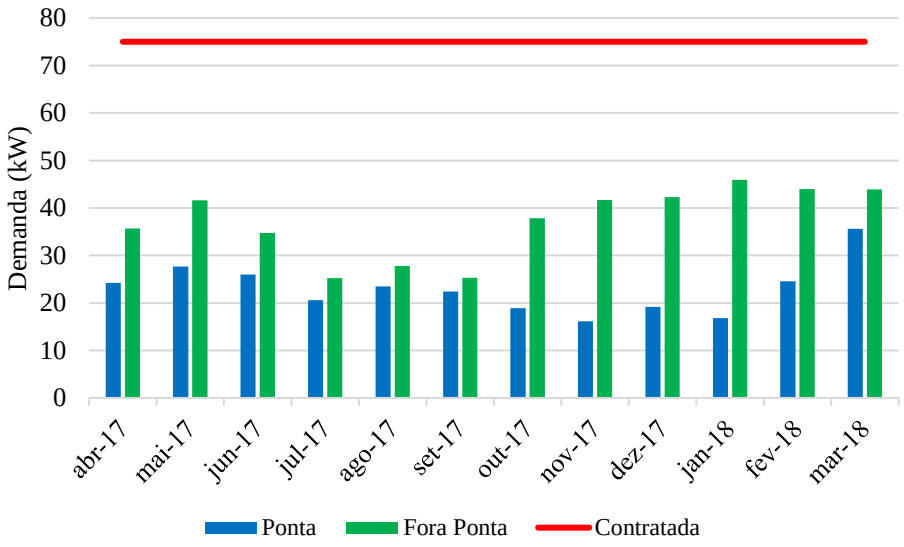
De acordo com ANEEL (2010, p. 4), demanda contratada é a:

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

Além disso, ainda segundo ANEEL (2010), as distribuidoras de energia elétrica devem admitir uma ultrapassagem da demanda em até 5%, ou seja, faturamentos de demanda superiores que a demanda contratada até 5% serão tolerados e cobrados com a mesma tarifa já utilizada para a demanda; entretanto, conforme apresentado no Capítulo 1, caso a demanda faturada seja maior que 105% da demanda contratada, incidirá sobre a demanda ultrapassada o dobro da tarifa devida para o posto horário.

Assim, observando mês a mês as demandas máximas medidas nos horários de Ponta e Fora Ponta e comparando-as com a demanda contratada, tem-se o que é apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Demandas medidas P e FP e demanda contratada



Fonte: Produção do próprio autor.

A partir dele, conclui-se, portanto, que a demanda contratada é consideravelmente superior à máxima demanda medida no ano, a saber 45,952 kW, ou seja, a demanda contratada é 63,21% superior à maior demanda medida, indicando, então, a necessidade de se encontrar uma demanda que otimize os custos, ou seja, uma demanda ótima.

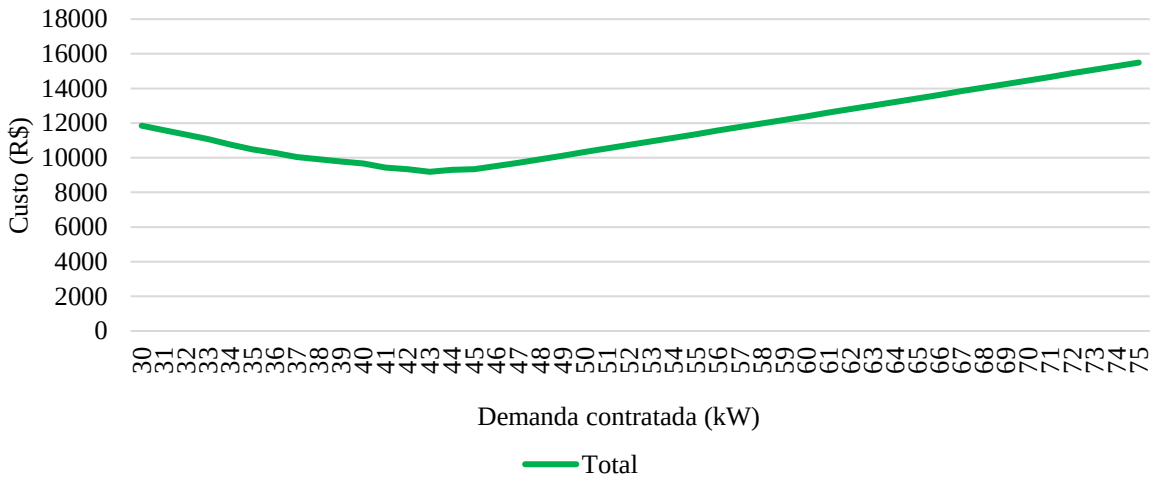
2.3.1 Demanda ótima – modalidade tarifária horária verde

Na modalidade tarifária horária verde, a unidade consumidora será faturada por uma tarifa binômia, sendo única a tarifa de demanda (o valor pago por kW independe do posto horário) e dupla a tarifa de energia (incide um valor diferente sobre a energia ativa consumida de acordo com o horário do consumo). Nesse caso, como a modalidade verde possui uma tarifa para demanda, o valor ótimo deve ser encontrado levando-se em conta as demandas máximas medidas como um todo, sem levar em conta o posto horário.

Para calcular a demanda ótima em questão, considera-se que a energia consumida será a mesma faturada nos meses e apenas o valor da demanda será modificado. Como o valor da demanda contratada é de 75 kW, para encontrar a demanda ideal simulou-se, com o auxílio de uma planilha Excel®, os custos com demanda no intervalo de 30 kW a 75 kW incrementando cada análise em 1 kW. Para todos os meses, cada valor possível de contrato foi analisado levando-se em conta os pontos de ultrapassagem da demanda contratada já incidindo, quando pertinente, a cobrança de ultrapassagem. Assim, como a distribuidora de energia elétrica só permite a revisão da demanda contratada a cada 12 meses, deve-se, portanto, analisar a demanda ótima anual, ou

seja, ainda que sob a ótica mensal possam existir demandas ótimas ainda menores, a análise deve ser feita observando o ano de faturamento como um todo. Totalizando-se os custos anuais com demanda, obteve-se o Gráfico 3, a partir do qual é possível concluir que, para a modalidade tarifária horária verde, a demanda ótima seria 43 kW, com um custo de R$ 9.189,87 sem levar em conta, por enquanto, o valor gasto com tributos.

Gráfico 3 - Custo por demanda contratada – modalidade verde



Fonte: Produção do próprio autor.

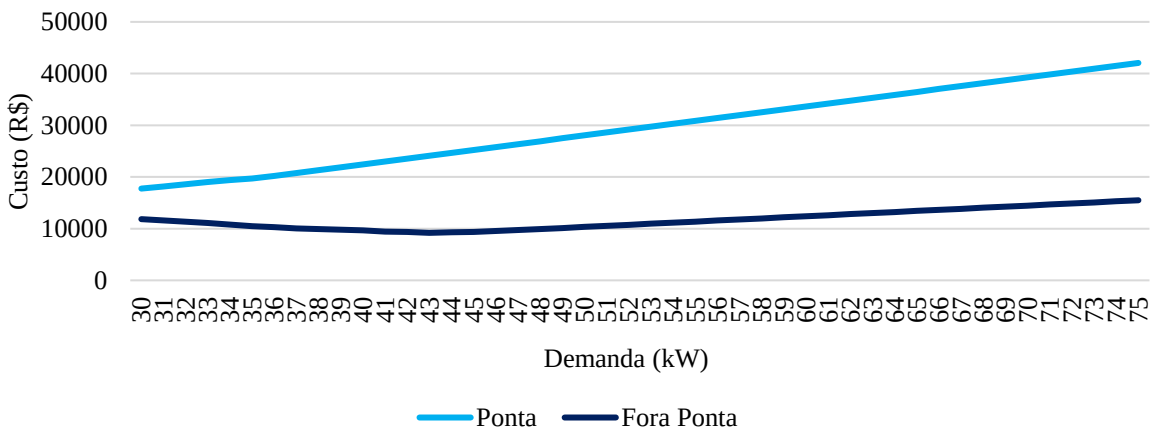
2.3.2 Demanda ótima – modalidade tarifária horária azul

Na modalidade tarifária horária azul, a unidade consumidora também será faturada por uma tarifa binômia, sendo uma tarifa para demanda no horário de Ponta e uma para o horário Fora Ponta e, assim como na modalidade verde, uma tarifa de energia para o horário de Ponta e uma para o Fora Ponta. A partir da análise de ANEEL (2017), a tarifa de demanda no horário de Ponta na modalidade azul é cerca de 66% superior ao da modalidade verde, entretanto, o valor da tarifa TUSD no horário de ponta na modalidade azul é cerca de 94% menor que na modalidade verde, ou seja, unidades consumidoras que possuem baixo consumo no horário Fora Ponta e alto consumo no horário Ponta podem ser beneficiadas por essa modalidade. Para a modalidade azul, é possível ainda definir um valor de demanda contratada para o horário de Ponta e um outro valor para o Fora Ponta, de modo que é necessário definir duas demandas ótimas nesse caso.

Para calcular as demandas ótimas em questão, assim como na modalidade verde, considera-se que a energia consumida será a mesma faturada nos meses, e apenas o valor da demanda será

modificado. Como o valor da demanda contratada é de 75 kW, para encontrar a demanda ideal simulou-se com o auxílio de uma planilha Excel®, os custos com demanda no intervalo de 30 kW a 75 kW incrementando cada análise em 1 kW tanto para o horário de Ponta quanto para o Fora de Ponta. Para todos os meses cada valor possível de contrato foi analisado levando-se em conta os mesmos fatores de ultrapassagem tratados no tópico anterior. Assim, totalizando-se, portanto, os custos anuais com demanda, obteve-se o Gráfico 4, a partir do qual é possível concluir que, para a modalidade tarifária horária azul, a demanda ótima de Ponta seria 30 kW, e a de Fora Ponta seria 43 kW com um custo total de R$ 26.943,93 desconsiderando, por enquanto, o valor gasto com tributos.

Gráfico 4 - Custo por demanda contratada - modalidade azul



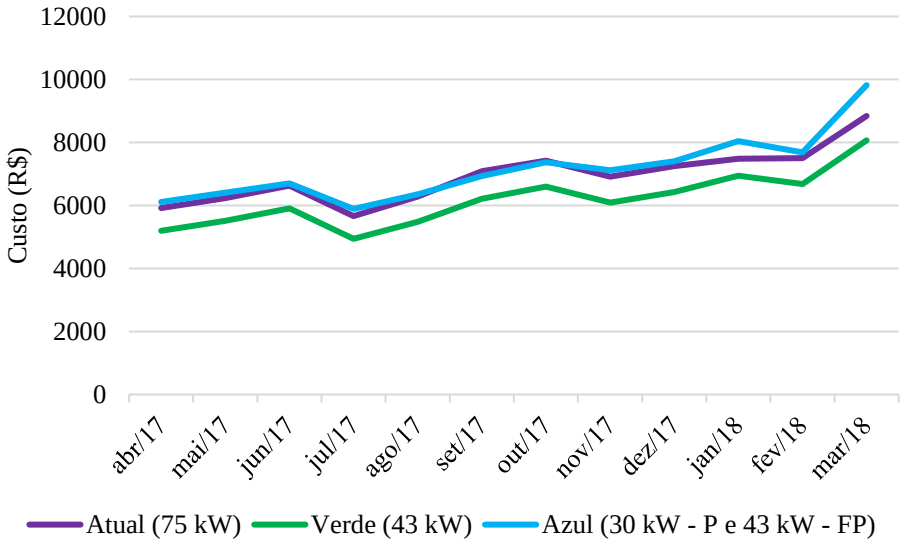
Fonte: Produção do próprio autor.

2.4 Modalidade tarifária ótima

De posse dos valores de demandas ótimas para os diferentes postos tarifários dentro das diferentes modalidades horárias, inserindo-se agora os impostos e tarifas referentes ao consumo de energia ativa e reativa, calcula-se a situação que produziria o menor custo no ano em análise. Para esse estudo, despreza-se, tanto nas faturas quanto nas simulações, os valores referentes às eventuais multas por atraso de pagamento, juros, bandeiras tarifárias e iluminação pública, já que esses itens não são controláveis e, portanto, não são objeto de estudo nesse trabalho. É válido observar ainda que, eliminando tais cobranças da análise, o resultado obtido refletirá uma redução intermediária, ou seja, caso os anos vindouros tenham bandeiras tarifárias mais brandas, a economia será maior que a prevista, entretanto, para anos com bandeiras mais severas que as do ano analisado, tal economia tende a ser reduzida. O Gráfico 5 apresenta uma

comparação entre as modalidades tarifárias azul e verde considerando a demanda ótima calculada e o contrato atual.

Gráfico 5 - Custo por modalidade tarifária com demanda ótima

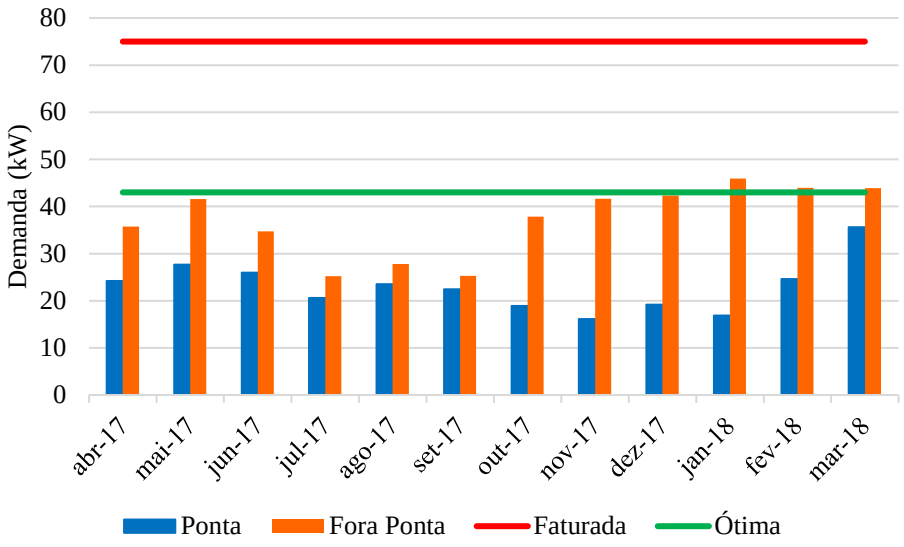


Fonte: Produção do próprio autor.

Adotando-se, portanto, a modalidade verde com adequação da demanda contratada para 43 kW, obtém-se uma redução no custo anual total nas faturas de energia elétrica no valor de R$ 9.155,73, ou seja, realizando apenas uma adequação contratual, é possível obter uma redução de 11% nos gastos anuais com energia elétrica.

O Gráfico 6 apresenta uma comparação entre as demandas máximas medidas mês a mês nos horários de Ponta e Fora Ponta bem como indica a demanda atualmente contratada e a sugerida. Observa-se, a partir dele, três pontos de ultrapassagem da demanda contratada: janeiro, fevereiro e março de 2018. A maior ultrapassagem ocorreu em janeiro de 2018 quando foi medida a demanda máxima de 45,95 kW no horário Fora Ponta. Adotando-se a demanda contratada igual a 43 kW, a tolerância de ultrapassagem será de 2,15 kW, ou seja, em janeiro, esse limite seria ultrapassado e seria cobrado o dobro da tarifa de demanda pela ultrapassagem. Ainda assim, devido ao baixo valor demandado nos meses frios do ano (entre julho e setembro), tal ônus é compensado, justificando assim a adoção da nova demanda sugerida.

Gráfico 6 - Demandas medidas, contratada e sugerida



Fonte: Produção do próprio autor.

2.5 Considerações do capítulo

Nesse capítulo, foram apresentados alguns conceitos de composição da fatura de energia elétrica enfatizando-se o valor da demanda contratada. A partir de uma análise dos valores discriminados mês a mês durante um ano, foi possível realizar uma estimativa com relação ao valor de demanda ideal a ser contratada. No capítulo seguinte, uma análise mais detalhista será lançada sobre especificamente o mês de dezembro, por ser um mês muito quente e estar entre os de maior consumo de energia, além de apresentar características pontuais, como a programação de final de ano.

3 PERFIL DE CONSUMO

Uma análise detalhada das características de consumo de uma unidade consumidora pode dizer muito sobre as atividades nela realizadas. É possível, por exemplo, verificar se determinados fatores informados em uma entrevista ou numa observação de fato impactam no consumo de energia elétrica, bem como traçar quais atividades possuem maior impacto. Para a realização dessa análise, um documento é imprescindível, o Relatório de Demanda.

3.1 Relatório de Demanda

O relatório de demanda é também chamado de Memória de Massa. O conceito desse material é apresentado no Módulo 5 do PRODIST, que trata dos sistemas de medição. De acordo com as regras estabelecidas, para os consumidores cativos, os equipamentos de medição são de responsabilidade técnica e financeira da distribuidora de energia elétrica acessada.
Segundo o Item 2.2 de PRODIST (2017, p.6), a medição e a coleta de dados referentes deverão ser realizadas quando couber:

a) Ao faturamento;
b) À qualidade da energia elétrica (QEE);
c) Às cargas do sistema de distribuição;
d) Aos estudos de previsão de demanda;
e) Às curvas de carga;
f) À apuração de perdas técnicas.

Para que sejam atendidos os requisitos supracitados, os dados medidos e coletados deverão, de acordo com o Item 2.3 de PRODIST (2017, p.6), ser:

a) Demanda em kW para faturamento dos encargos relativos ao uso dos sistemas de distribuição para acessantes em MT e AT e subgrupo AS;
b) Montantes de energia em kWh para fins de faturamento para todos os acessantes;
c) Parâmetros para cálculo de indicadores de QEE nos pontos pré-definidos;
d) Armazenados em memória de massa contendo kWh e kvarh para levantamento de curvas de carga e Vrms para conformidade de tensão.

Além disso, PRODIST (2017) afirma ainda que, nas unidades consumidoras, os dados medidos e coletados deverão incluir, para o grupo A, kvarh e excedentes de reativo.
Os dados coletados e armazenados na Memória de Massa não são de livre acesso ao consumidor, que para tê-lo deverá solicitar à distribuidora de energia elétrica. Nesse caso, de

acordo com ANEEL (2010), será cobrada uma taxa, já que a disponibilização dos dados de medição armazenados em memória de massa é um dos serviços cobráveis autorizados pelo Artigo 102.

Os dados armazenados poderão ser solicitados pelo consumidor, mas também poderão ser usados, a cargo da distribuidora de energia elétrica, como medição fiscalizadora. Ainda segundo ANEEL (2010), itens como medição de demanda, de uso do sistema de distribuição e consumo de energia elétrica ativa e reativa devem ser integralizados em intervalos de 15 minutos.

3.2 Memória de Massa – Dezembro de 2017

Durante o desenvolvimento desse trabalho, buscou-se analisar qual seria o mês mais adequado para a solicitação da memória de massa para análise. Dentre outros fatores, solicitou-se o mês de dezembro por ser um dos mais quentes, e, portanto, com boas possibilidades de traduzir o padrão de consumo levando-se em conta equipamentos como ventiladores e ar condicionado. É evidente que, em meses quentes, a demanda referente à equipamentos como chuveiros elétricos tende a ser menor, entretanto, como na instituição apenas um chuveiro é elétrico e esse é usado apenas nas situações em que o aquecimento solar e o a gás não funcionam de maneira adequada, admitiu-se que o impacto na análise seria desprezível.

Além da questão da estação do ano, a escolha pelo mês de dezembro também levou em conta o fato de ter havido cobrança pelo consumo de energia reativa excedente neste mês no período analisado, e também por ser um mês em que a instituição realiza alguns eventos de final de ano e acende sua iluminação de natal todas as noites.

Por fim, foi levada em consideração ainda o fato de o mês de dezembro ser, tradicionalmente, um mês de férias para as crianças, e, portanto, houve o temor de que as informações pudessem não representar o consumo devido ao fluxo de pessoas ao longo do ano. A hipótese foi descartada pois, após conversa com a direção da instituição, concluiu-se que, como se trata de um local de apoio às crianças em tratamento e que esse não leva em consideração períodos de férias, o fluxo de pessoas tende a seguir o mesmo padrão ao longo de todo o ano.

A memória de massa solicitada (referente a dezembro) fornece os dados de faturamento do dia 25 de novembro de 2017 às 01:00h até 25 de dezembro de 2017 às 01:00h, totalizando 2880 períodos de 15 minutos cada.

3.3 Demanda ativa

A demanda ativa é um dos principais integrantes da fatura de energia de unidades consumidoras do Grupo A. O custo desse item é estabelecido por resoluções da ANEEL e varia de distribuidora para distribuidora, por região, por subgrupo, por modalidade tarifária e por posto horário.

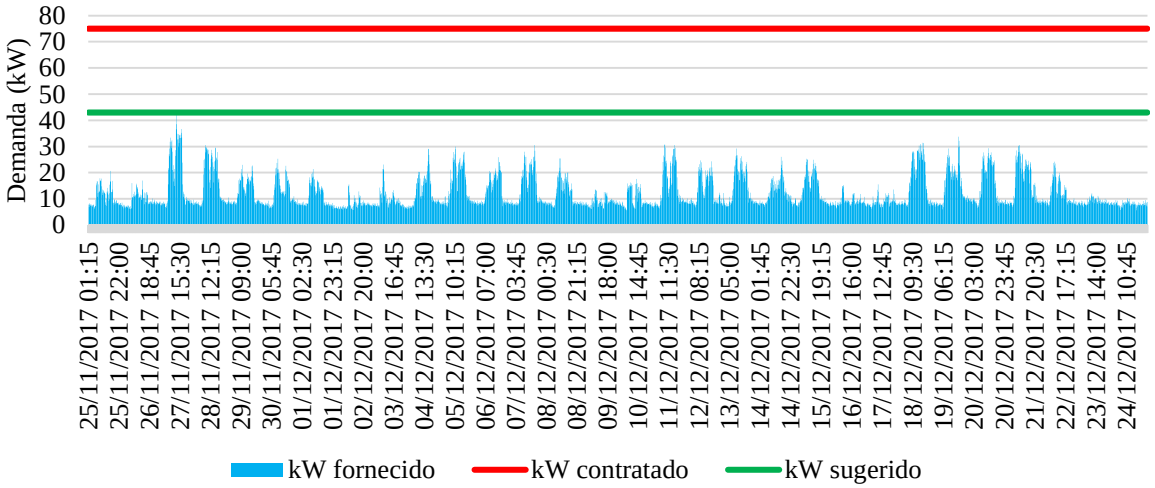
De acordo com ANEEL (2010), a demanda ativa é dada pela média das potências ativas dos equipamentos, solicitada ao sistema elétrico, pela parcela de carga instalada em operação na unidade consumidora durante um intervalo de tempo. Conforme resolução, a média dessa potência em intervalos de 15 minutos é chamada de demanda medida.

Ao longo do mês, 2880 intervalos de 15 minutos foram medidos. O maior valor encontrado nesses intervalos é comparado, por fim, com o valor de demanda contratado, sendo o maior entre esses dois valores, a demanda faturável, ou seja, a que será usada para fins de faturamento.

3.3.1 Demanda ativa – Panorama do mês de dezembro

Para que seja feita uma análise do perfil de demanda ao longo do mês, é necessário que seja plotado um gráfico apresentando os valores de demanda medidos nos diversos intervalos de 15 minutos. O Gráfico 7 apresenta os valores de demanda ativa medidos nos intervalos abrangidos pela memória de massa solicitada.

Gráfico 7 - Demanda ativa mensal medida em intervalos de 15 minutos



Fonte: Produção do próprio autor.

É possível observar, a partir do Gráfico 7, que a demanda ativa medida nos intervalos constantes na memória de massa solicitada foram inferiores à demanda contratada atualmente, tendo seu

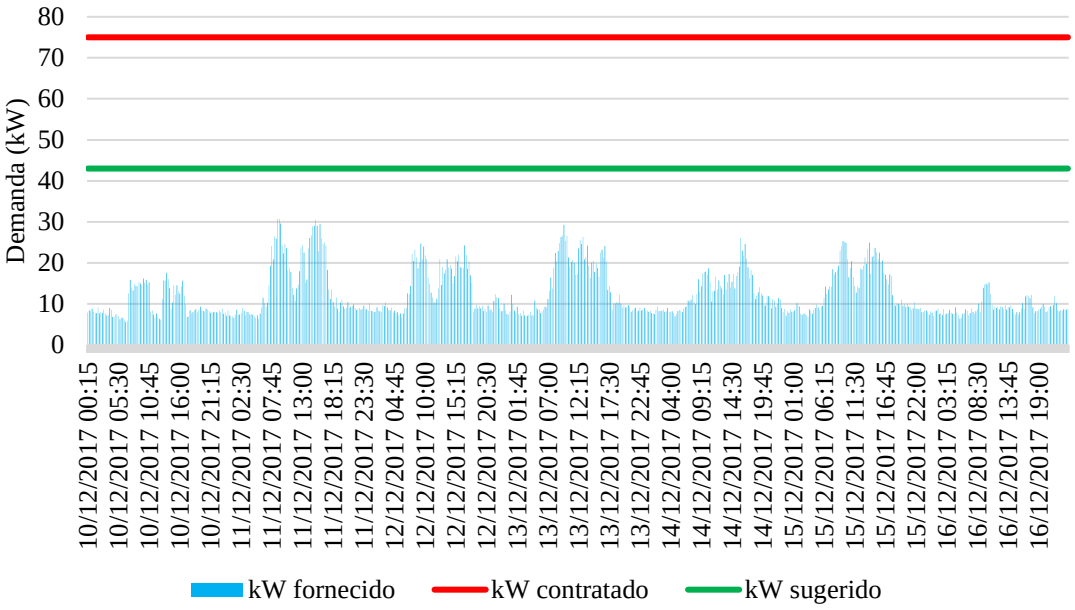
maior valor registrado no dia 27 de novembro, mais precisamente às 13h:15min, totalizando 42,3 kW de demanda, sendo esse o maior valor medido no mês. É importante ressaltar que a máxima demanda medida no período é cerca de 98,37% da demanda sugerida para contrato (43 kW) e 56,4% da demanda contratada atual (75 kW), corroborando a necessidade da adequação do contrato.

Além disso, o Gráfico 7 também possibilita observar que a demanda possui um comportamento cíclico. Observa-se, em geral, cinco períodos de demanda mais elevada, seguido por dois de demanda mais baixa, repetindo-se por quatro ciclos dentro do período observado. Os intervalos de maior consumo são os dias úteis, em que o setor administrativo da instituição também está em uso, enquanto os dois intervalos consecutivos são os finais de semana, quando os setores administrativos não têm expediente.

3.3.2 Demanda ativa – Panorama em uma semana

Como o Gráfico 7 é construído a partir de um conjunto de dados extenso, é interessante lançar um olhar mais próximo para um período de interesse específico. Para tanto, foi escolhida, dentre as semanas do mês avaliado, a que não atendeu ao limite de fator de potência (a ser explicado com maiores detalhes no tópico 3.6). O Gráfico 8 apresenta os dados obtidos no intervalo de 10 de dezembro de 2017 às 00h:15min até o dia 17 de dezembro de 2017 às 00h:00min, totalizando 672 pontos.

Gráfico 8 - Demanda ativa semanal medida em intervalos de 15 minutos



Fonte: Produção do próprio autor.

A partir do Gráfico 8, é possível observar com maior clareza os dias úteis, iniciando o aumento da demanda aproximadamente às 07:45h, ou seja, próximo ao início do expediente administrativo, que começa às 08h:00min, apresentando queda por cerca de uma hora por volta de 13h:00min, característico do menor consumo devido ao horário de almoço dos funcionários e, por fim, o encerramento do expediente aproximadamente às 18 horas. Essa análise possibilita concluir que boa parte da demanda solicitada da rede pela unidade consumidora ocorre devido às atividades administrativas realizadas no local.

3.4 Consumo de energia ativa

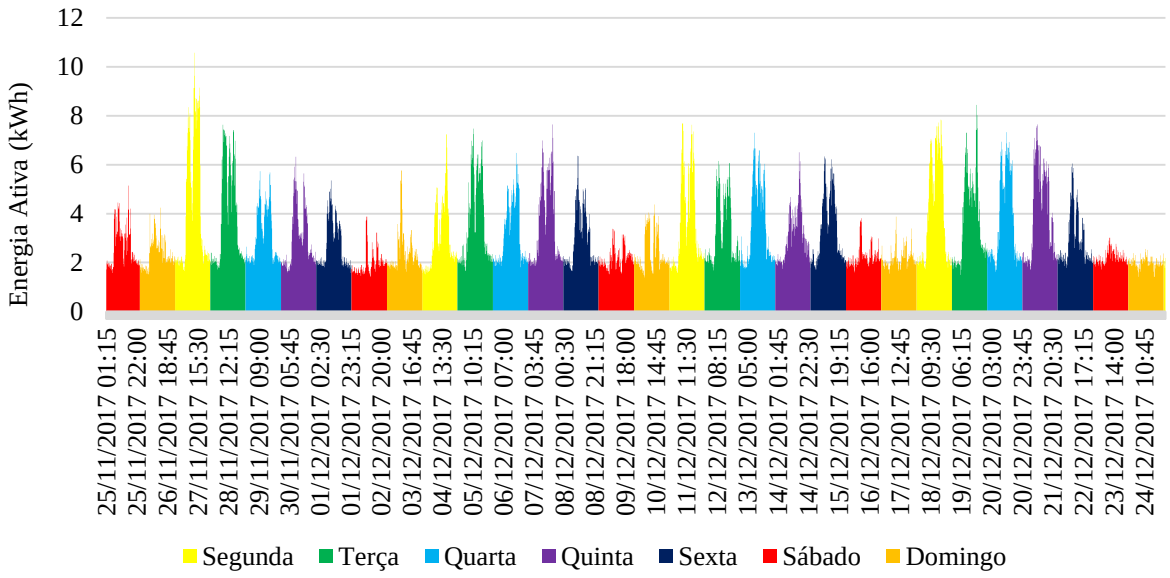
De acordo com ANEEL (2010), a energia elétrica ativa é aquela que pode ser convertida em outra forma de energia, e é dada em kWh. Todos os consumidores pagam pelo consumo de energia elétrica ativa, que é o que de fato é "consumido" para gerar trabalho, diferentemente da demanda ativa cobrada apenas dos consumidores tipo A, citada anteriormente.

O consumo de energia elétrica pode ser calculado a partir da potência ativa solicitada multiplicada pelo intervalo de tempo de solicitação. No caso da memória de massa, o consumo de energia elétrica ativa nos intervalos de 15 minutos é dado pela multiplicação da média da demanda ativa medida naquele intervalo, multiplicado por um quarto de hora.

3.4.1 Consumo de energia ativa – Panorama do mês de dezembro

Assim como foi realizado para a demanda ativa no item 3.3.1, para que seja feita uma análise do perfil de consumo de energia elétrica ativa ao longo do mês, é necessário que seja plotado um gráfico apresentando os valores de energia consumida nos diversos intervalos de 15 minutos. O Gráfico 9 apresenta os valores de energia ativa medidos nos intervalos abrangidos pela memória de massa de dezembro.

Gráfico 9 - Consumo de energia ativa mensal medida em intervalos de 15 minutos



Fonte: Produção do próprio autor.

Como pode ser observado no Gráfico 9, existe um padrão no consumo de energia elétrica ativa entre as semanas. Em geral, observa-se um consumo maior nos dias úteis sendo ainda um pouco superior nas segundas e terças, dias em que a casa costuma estar com mais famílias, sendo que boa parte delas retornam aos seus lares a partir do meio da semana. Entretanto, mesmo sabendo desse perfil ao longo da semana, pode-se constatar que a diferença do consumo entre os dias úteis não é significativa, indicando assim que a maior parte do consumo é proveniente de atividades administrativas ou que ocorrem diariamente ao longo da semana.

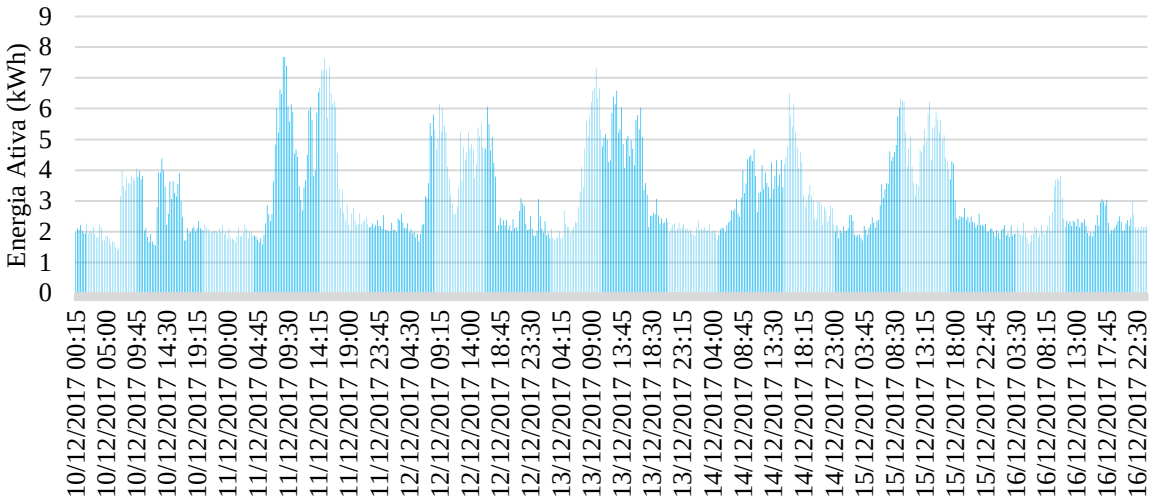
Em uma observação mais atenta do Gráfico 9, pode-se notar ainda uma quebra no padrão no dia 27 de novembro, em que houve um pico de consumo. Esse valor elevado pode ser justificado pelo fato de ter havido uma entrevista a um jornal local nesse dia, quando os equipamentos da emissora foram ligados à energia elétrica na instituição. É possível observar ainda um consumo pouco variado nos dias 23 e 24 de dezembro se comparado aos finais de semana anteriores. A baixa variação é indicativa de um baixo número de hóspedes na casa, como de fato era esperado por tratar-se da véspera e da antevéspera do Natal.

3.4.2 Consumo de energia ativa – Panorama de uma semana

Assim como o gráfico apresentado no item 3.4.2, o Gráfico 9 foi construído a partir de um conjunto de dados extenso. Por ser importante olhar para o que ocorre em alguns momentos específicos, foi escolhida, dentre as semanas do mês avaliado, a semana iniciada em 10 de

dezembro de 2017 às 00h:15min até o dia 17 de dezembro de 2017 às 00h:00min. O Gráfico 10 apresenta o resultado obtido.

Gráfico 10 - Consumo de energia ativa semanal medida em intervalos de 15 minutos



Fonte: Produção do próprio autor.

Observando o Gráfico 10, é possível identificar claramente os dias úteis, por serem o de maior consumo de energia, bem como identificar o horário comercial, ou seja, de funcionamento do setor administrativo. Isso é evidenciado pelo fato do consumo iniciar seu crescimento, em geral, pouco antes das 9h e ser reduzido às 19h. Observa-se que durante o período noturno, o consumo é de aproximadamente 2 kWh.

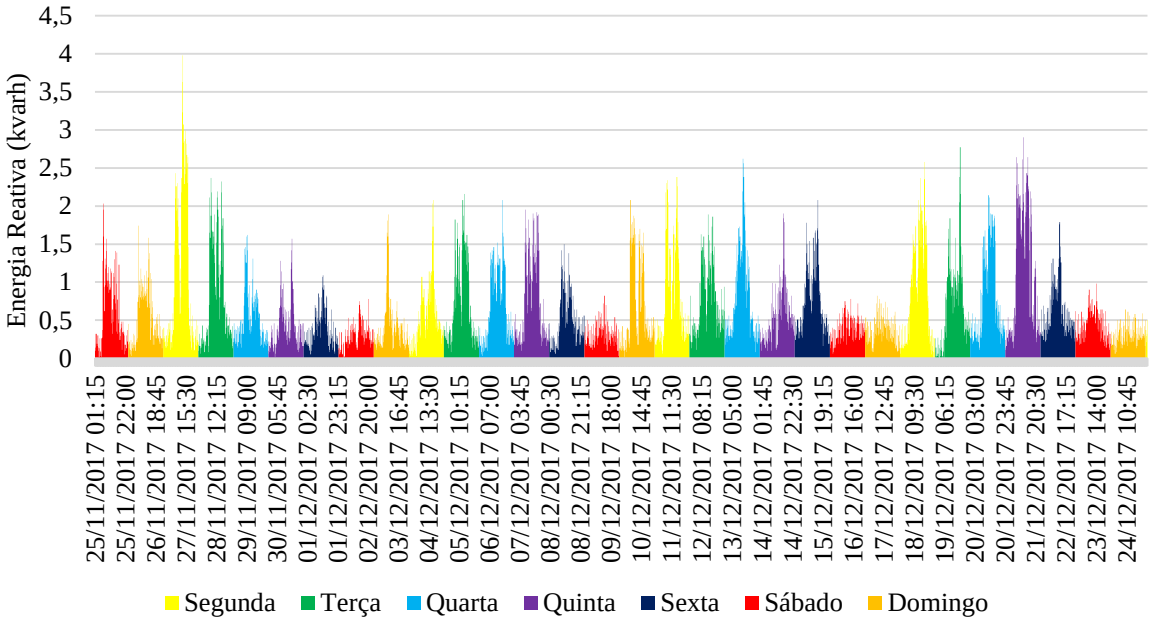
3.5 Consumo de energia reativa

A energia reativa é a parcela da eletricidade necessária para sustentar os campos elétricos e magnéticos inerentes ao funcionamento de máquinas rotativas em corrente alternada, por exemplo, estando essas contidas em boa parte dos equipamentos existentes. Assim, a energia reativa é parte obrigatória no consumo de motores, transformadores e reatores.

Dada a aplicação da energia reativa, é de se esperar que, a partir do perfil de consumo apresentado até aqui, as medidas de tal grandeza sejam maiores nos horários comerciais, em que existem computadores, elevadores, bombas de recalque e outras máquinas como aparelhos de ar condicionado, máquinas de lavar entre outras, mas que, mesmo fora dos horários comerciais, exista uma parcela de consumo de reativos proveniente, por exemplo, do acionamento das luminárias, do uso de ventiladores nos quartos, uso do elevador de pacientes e até mesmo do consumo inerente do transformador. Assim, como realizado nas análises

anteriores de energia e demanda, é necessário que seja plotado um gráfico apresentando os valores de energia reativa consumida nos diversos intervalos de 15 minutos. O Gráfico 11 apresenta os valores medidos nos intervalos abrangidos pela memória de massa de dezembro.

Gráfico 11 - Consumo de energia reativa indutiva mensal medida em intervalos de 15 minutos



Fonte: Produção do próprio autor.

Como pode ser observado, os maiores consumos de energia reativa ocorrem durante os dias úteis como esperado, e durante o horário comercial. É possível inferir ainda, a partir dessa análise, que, nos intervalos em que ocorreram a gravação da reportagem (dia 27 de novembro), ocorreu não só o aumento no consumo de energia ativa, como evidenciado no Gráfico 9, mas também de energia reativa, sugerindo, por exemplo, a natureza indutiva dos equipamentos utilizados pela equipe.

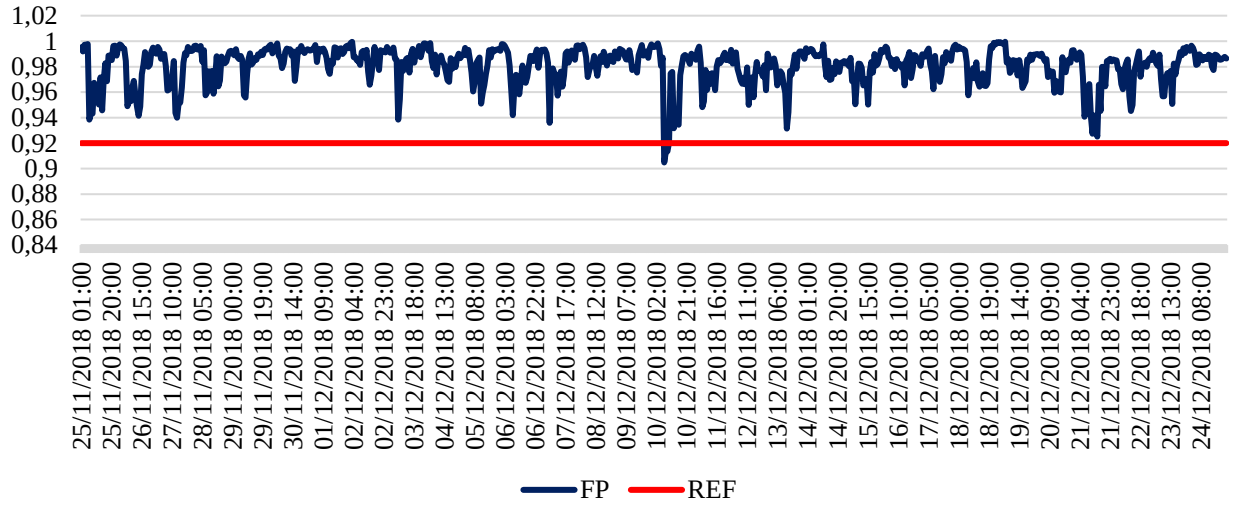
3.6 Fator de potência

O fator de potência é a razão entre a energia elétrica ativa e a raiz quadrada da soma dos quadrados das energias elétricas ativa e reativa, consumidas em um mesmo período de tempo. Na prática, o fator de potência é um indicador de quanto de energia reativa está sendo consumida em relação à quantidade de energia consumida que de fato gera trabalho.

De acordo com ANEEL (2010), o fator de potência da unidade consumidora deve ser verificado pela distribuidora de energia elétrica, sendo obrigatório para clientes do Grupo A. Já para os clientes do Grupo B, não é permitida a cobrança por baixo fator de potência.

ANEEL (2010) apresenta o conceito de fator de potência de referência, seja ele indutivo ou capacitivo, e limita-o, como limite mínimo permitido, em 0,92 para as unidades do Grupo A. Além disso, o mesmo documento, garante que, para efeito de faturamento, o fator de potência da unidade consumidora deve ser calculado em intervalos de uma hora. O Gráfico 12 apresenta o perfil do fator de potência da ACACCI no mês de dezembro.

Gráfico 12 - Fator de potência medido



Fonte: Produção do próprio autor.

Como é possível analisar pelo Gráfico 12, no mês observado houve um período em que o fator de potência esteve abaixo dos valores mínimos permitidos, o que embasou a escolha da semana do dia 10 ao dia 17 para as análises mais criteriosas realizadas nos itens anteriores. A ocorrências aconteceram por três horas consecutivas de 07h às 10h da manhã, apresentando fatores de potência iguais a 0,9048, 0,9129 e 0,9135.

É importante ressaltar, primeiramente, que apesar de estarem abaixo do valor mínimo permitido, os fatores de potência medidos não estão muito distantes de 0,92. Além disso, é válido observar que, o total de energia reativa consumida no intervalo de uma hora é inferior ao total de reativos em outros instantes, entretanto, no momento analisado, o consumo de energia ativa também é baixo, impactando assim o valor do fator de potência. No caso em questão, como o fator de potência medido em uma hora ficou abaixo do valor de referência, foi realizada a cobrança de consumo de energia reativa excedente.

3.7 Demanda reativa

A demanda reativa não é um item de faturamento a ser cobrado sempre. Assim como a demanda ativa, a reativa diz respeito à solicitação ao sistema elétrico, mas nesse caso, a potência solicitada é dada pela média das potências reativas. Em condições "normais", a demanda reativa só é cobrada quando for excedente e apenas para os consumidores do Grupo A.

Será considerada a cobrança de demanda reativa excedente, sempre que o valor da demanda ativa medida no intervalo de uma hora, multiplicado pela razão entre o fator de potência de referência e o fator de potência medido também em uma hora for maior que a demanda de potência ativa faturável em cada posto tarifário, conforme apresentado no Capítulo 1.

No caso da ACACCI, não houve, em nenhum dos períodos de faturamento analisados, fator de potência baixo o suficiente para que houvesse cobrança de demanda reativa excedente.

3.8 Considerações do capítulo

Nesse capítulo, foi apresentada uma análise do perfil de consumo da ACACCI a partir de uma base de dados de medição a cada 15 minutos para o mês de dezembro de 2017. Essa análise permitiu verificar, a partir do consumo de energia, o comportamento das pessoas, possibilitando assim, e conjunto com uma entrevista realizada com funcionários, corroborar o que foi dito, questionar, e até mesmo propor adequações com base no perfil de consumo atual.

Uma análise detalhada dos elementos da memória de massa como foi realizado possibilita a confirmação dos dados que foram apresentados no Capítulo 1 e até mesmo a verificação dos valores medidos e dos faturados, bem como inferir, por exemplo, a respeito dos instantes em que ocorreram ultrapassagem de demanda, consumo de energia reativa em excesso, dentre outros fatores importantes para a otimização do consumo de energia elétrica.

Uma memória de massa fornece os dados que permitem verificar padrões e situações específicas de consumo, entretanto, para que uma análise ainda mais criteriosa seja feita, é essencial saber sobre a rotina na unidade consumidora, pontos que incomodam a funcionários e pacientes, bem como um pouco sobre os seus hábitos. O Capítulo seguinte abordará esse tema, a partir de uma entrevista realizada com os responsáveis pelo dia a dia na casa e uma pesquisa de satisfação e de hábitos com pacientes, acompanhantes e funcionários.

4 LEVANTAMENTO DE DADOS

O objetivo central desse estudo foi reduzir o valor da fatura de energia e o consumo efetivo, não só pelo viés técnico, mas também pelo comportamental. Nesse sentido, a análise comportamental foi dividida em duas partes. A primeira consistiu em uma entrevista realizada com a diretora da ACACCI acompanhada pelo técnico responsável pelos serviços gerais na instituição. Essa entrevista visou traçar, do ponto de vista da instituição, o perfil de consumo no local bem como possíveis problemas que demandassem uma maior investigação, além de definir quais aspectos de conscientização seriam mais importantes de serem trabalhados com os funcionários e os hóspedes. A segunda parte da pesquisa foi, a partir de uma amostra dos funcionários, hóspedes e acompanhantes, definir a percepção do usuário a respeito do conforto térmico e luminoso disponibilizado pela ACACCI, bem como o perfil de consumo dessas pessoas.

4.1 Coleta de informações das atividades da casa

Para a etapa de levantamento das informações sobre a rotina da casa, foi feita uma reunião em julho de 2018 com a diretoria e com o técnico responsável. Essa coleta de dados foi dividida em três partes: rotina da casa durante a semana, rotina ao longo do ano e outras informações relevantes.

4.1.1 Caracterização da rotina semanal

Como citado anteriormente, a ACACCI funciona como uma espécie de hospedagem para crianças em tratamento contra o câncer e um acompanhante. Além disso, a instituição conta com um setor administrativo com gerenciamento de doações, equipe de telemarketing, voluntariado, serviços de brinquedoteca e escolinha para as crianças, desenvolvimento de atividades para os familiares, assistência social e refeição.

Os ambientes administrativos, como sala de telemarketing, sala da gerência e assistência social são ambientes que por terem poucas janelas e serem escuros apenas com a iluminação natural, utilizam lâmpadas durante todo o horário de trabalho (de 08h às 18h). Além disso, nesses ambientes também existem equipamentos de ar condicionado e computadores que também ficam ligados durante esse tempo. A cozinha e a portaria funcionam 24 horas. Na cozinha, existem lâmpadas, um fogão industrial a gás e um forno elétrico, enquanto na portaria existem lâmpadas, dois ventiladores, um condicionador de ar, um bebedouro e um computador. A

iluminação das rampas, escadas e corredores bem como os ventiladores existentes no refeitório ficam ligados durante à noite entre 18h e 21h:30min.

Com relação às acomodações, são 12 suítes, cada uma podendo atender até dois pacientes e seus acompanhantes. Os quartos contam com iluminação, ventilador e ar condicionado, sendo que o uso do último só é liberado durante a noite (18h às 8h). A administração do local faz esse gerenciamento liberando o acesso aos controles remotos pelas famílias apenas no horário indicado.

As crianças hospedadas no local realizam seus tratamentos nos hospitais da Grande Vitória sempre na parte da manhã, saindo da instituição às 8h e retornando para o almoço, ali permanecendo até o dia seguinte. Assim, boa parte das atividades realizadas com as crianças e seus acompanhantes são feitas na parte da tarde. Em geral, as famílias chegam no final do domingo e, aquelas que possuem condições de retornar às suas casas ao final da semana, saem da instituição a partir da quarta-feira. Desse modo, os dias de maior lotação costumam ser segundas e terças-feiras e a partir daí o número de ocupantes reduz até o fim da semana.

Dentre as facilidades oferecidas para as famílias, está uma lavanderia com diversas máquinas de lavar, uma secadora de roupas (que só é usada durante o inverno e períodos chuvosos) e ferros de passar roupas. Para não impactar a rotina dos funcionários, as famílias podem lavar e passar suas roupas pessoais em três períodos do dia: duas horas no período da manhã, duas no meio da tarde e por uma hora e meia no final da tarde, entre 17h e 18:30h. As roupas de uso geral da casa (as não brancas – as brancas são enviadas para uma lavanderia) são lavadas pelas zeladoras do local a qualquer momento durante o expediente, que no caso delas, é encerrado às 19h.

4.1.2 Caracterização da “rotina” anual

Após ser feito o levantamento da rotina da instituição durante a semana, foi solicitado um levantamento da “rotina” anual, ou seja, se existe algum período do ano em que atividades específicas ocorrem. Nesse sentido, a diretoria relatou um maior aumento no uso dos aparelhos de ar condicionado nos quartos durante o verão, além da instalação de diversas lâmpadas para a iluminação de natal desde o final de novembro ao começo de janeiro, sendo essas ligadas diariamente e durante toda a noite. Além disso, também foi relatado a ocorrência de três grandes eventos: a festa da páscoa, realizada em abril, a festa pelo dia das crianças, realizada em outubro, e a festa de natal, realizada em dezembro.

4.1.3 Relatos obtidos

Após o levantamento realizado com relação à rotina da casa e uma visita técnica realizada nos ambientes, foram feitas algumas indagações específicas quanto aos chuveiros, câmaras frias, computadores, lavanderia e equipamentos em geral. Além disso, foram feitos questionamentos com relação à iluminação, aparelhos de ar condicionado e instalações em geral.

Com relação aos chuveiros, a instituição adota um sistema de aquecimento solar e, para períodos em que esse não for suficiente, um sistema de aquecimento a gás canalizado. Dentre todos os chuveiros existentes na casa, apenas um é ligado à energia elétrica, entretanto, é usado apenas em caso de falhas no sistema de aquecimento solar e a gás, de forma a não prejudicar o conforto e saúde das crianças em tratamento. Esse equipamento, quando em uso, apenas opera no modo verão, ou seja, com a temperatura morna da água.

Ainda com relação aos chuveiros, foi questionado a frequência de limpeza e desentupimento dos orifícios de saída da água. De acordo com o técnico responsável, essa limpeza não é feita. Além disso, o profissional informou que a potência do equipamento instalado é de 6500 W e que estavam com um problema no sistema de gás no mês anterior e que o circuito era desligado devido a atuação do disjuntor do chuveiro elétrico ficava desarmando, e como solução, ele optou por trocar o disjuntor alegando que esse estava mal dimensionado; no projeto elétrico, entretanto, a potência alocada para cada chuveiro é de 3600 W, o que indica que possivelmente o circuito estava corretamente dimensionado mas que o equipamento instalado era superior ao especificado em projeto.

Com relação às câmaras frias, a que é *frost-free* é limpa uma vez ao mês pela própria zeladoria da casa. Como as câmaras não podem ser desligadas, a limpeza é feita com a porta aberta por questão de segurança. Já a câmara que tem formação de gelo, é limpa uma vez por mês por equipe terceirizada especializada. Em geral, ambas são abertas poucas vezes no dia e não possuem plásticos ou outro material cobrindo as prateleiras. A casa possui o apoio de uma nutricionista que controla o que é colocado nas câmaras solicitando que alimentos ainda quentes sejam armazenados nelas, tampouco alimentos que não serão usados dentro de algumas semanas. Ambas as câmaras ficam em um ambiente anexo à cozinha e distantes do fogão. Um ponto de atenção foi relatado pelo técnico que informou ter constatado um vazamento na borracha de vedação da porta de uma das câmaras.

Com relação à lavanderia, existem algumas máquinas de lavar que podem ser usadas simultaneamente pelas famílias (em horários específicos) e pelos funcionários (em qualquer momento durante o expediente. Como abordado no tópico 4.1.1, existe uma rotina de horários

para uso da lavanderia bem definida para as famílias, mas não há o mesmo procedimento para os funcionários.

Foi ainda relatado pela diretoria da instituição que equipamentos como televisores e videogames existentes nas áreas comuns ficam o tempo inteiro ligados nas tomadas em modo *stand-by*, e que não é incomum encontrarem esses equipamentos ligados sem ninguém os usando. No setor administrativo existe um trabalho de conscientização com os funcionários intitulado "Bora lá", incentivando o desligamento dos monitores dos seus computadores durante os intervalos; por outro lado, existe uma impressora no local que permanece ligada ininterruptamente.

Com relação à iluminação, observou-se que a limpeza dos ambientes é feita com frequência, mas que o mesmo não ocorre com as luminárias. Todas as lâmpadas da instituição foram trocadas para lâmpadas de LED em maio de 2018 após incentivo recebido da distribuidora de energia elétrica local. Durante o levantamento realizado no projeto, não havia qualquer sistema de sensores, seja de luminosidade, seja de presença. Como forma de contornar tal situação, a zeladoria desliga todas as luminárias das áreas comuns às 22 horas, mas caso alguma família ligue-as (as luminárias do corredor, por exemplo), não existe um controle para apagá-las. Tal situação tem sido comum no local.

No começo do desenvolvimento do projeto, ainda no mês de abril de 2018, a instituição contava apenas com aparelhos de ar condicionado nas áreas administrativas e em alguns ambientes em comum. Boa parte desses equipamentos são novos e com o selo do PROCEL e classe B de eficiência, enquanto outros são mais antigos. Em maio de 2018 a instituição instalou 12 novos aparelhos de ar condicionado nos quartos, que contam ainda com ventiladores, e um na guarita. Essas máquinas são de 994 W, 220 V e todas classe A de eficiência. Todas as condensadoras ficam em locais abrigados do sol.

4.2 Pesquisa de opinião e de comportamento

Para a realização dessa segunda etapa de pesquisa, buscou-se, junto com a diretoria, desenvolver perguntas de forma que a aproximação com as pessoas pudesse ser a melhor possível, evitando criar possíveis barreiras para as respostas. Após a identificação de características básicas como gênero, idade e função (funcionário, paciente ou acompanhante), a pesquisa foi conduzida em três diferentes partes.

Na primeira parte, foram feitas perguntas relativas ao conforto térmico perceptível pela pessoa nos ambientes da ACACCI. Foram feitas oito perguntas que estão apresentadas no Quadro 3, a seguir.

Quadro 3 – Questionário de conforto térmico

CONFORTO TÉRMICO									
1 - Em relação à temperatura, como você considera o ambiente na maior parte do tempo?									
Muito quente		Quente		Confortável		Fria		Muito fria	
2 - A ventilação natural da sala é, para você:									
Ótima		Boa		Satisfatória		Ruim		Insatisfatória	
3 - Com relação ao material dos "móveis" (cama, mesa, cadeira), você pode afirmar que:									
Aumenta o calor		É confortável		Aumenta o frio					
4 - Sem o ventilador ligado, você considera o ambiente:									
Confortável		Desconfortável							
5 - Com o ar condicionado, você considera o ambiente:									
Confortável		Desconfortável							
6 - A utilização dos ventiladores lhe causa algum incômodo? Qual?									
Ruído		Respiratório		Alérgico		Outro		Não incomoda	
7 - A utilização dos condicionadores de ar lhe causa algum incômodo? Qual?									
Ruído		Respiratório		Alérgico		Outro		Não incomoda	
8 - Com relação ao banho, qual a temperatura da água te agrada mais?									
Quente		Morna		Fria					

Fonte: Produção do próprio autor.

Na segunda parte da pesquisa, foram feitas nove perguntas a respeito do conforto luminoso percebido pelas pessoas. Os questionamentos pediam que a pessoa classificasse a iluminação natural do ambiente, a quantidade e distribuição de janelas e luminárias e a iluminação artificial do ambiente. As perguntas realizadas estão apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Questionário de conforto luminoso

CONFORTO LUMINOSO									
9 - Como você classifica a iluminação natural do ambiente?									
Ótima		Boa		Satisfatória		Ruim		Insatisfatória	
10 - Como você classifica a quantidade e distribuição das janelas nessa sala?									
Ótima		Boa		Satisfatória		Ruim		Insatisfatória	
11 - Como você classifica a iluminação por lâmpadas nessa sala?									
Ótima		Boa		Satisfatória		Ruim		Insatisfatória	
12 - Como você classifica a quantidade e distribuição das luminárias nessa sala?									
Ótima		Boa		Satisfatória		Ruim		Insatisfatória	
13 - Com que frequência você considera necessário utilizar a iluminação artificial nessa sala?									
Sempre		Quase sempre		Freq. Média		Raramente		Nunca	
14 - Você consegue realizar as atividades com facilidade sem as lâmpadas ligadas?									
Sim		Não		Não sei					
15 - Você consegue realizar as atividades com facilidade com as lâmpadas ligadas?									
Sim		Não		Não sei					
16 - Você acha que as cores dos fundos do móveis (mesa) facilitam o seu trabalho?									
Sim		Não		Não sei					
17 - Você sente algum desconforto na visão durante o dia no ambiente ou ainda sente dores de cabeça após algum tempo?									
Sim		Não		Não sei					

Fonte: Produção do próprio autor.

Na terceira e última parte da pesquisa, buscou-se traçar o perfil das pessoas com relação a ações de eficiência energética e de planejamento de consumo. Nessa etapa, questionou-se parte dos hábitos de consumo e da consciência energética das pessoas. O Quadro 5 apresenta os questionamentos realizados.

Quadro 5 - Questionário sobre consciência

CONSCIÊNCIA									
18 - Com relação ao banho, você costuma utilizar qual modo?						Tempo de banho			
Inverno no frio		Inverno no calor		Verão no frio		Verão no calor		Não sei	
19 - Em sua casa ou na instituição, você abre a geladeira com muita frequência? Você espera para abrir e retirar tudo o que precisa?									
Sim		Não				Sim		Não	
20 - Você costuma lavar suas roupas todas de uma vez ou aos poucos, várias vezes na semana?									
Aos poucos		De uma vez		Nº vezes na semana					
20 - Você usa ferro de passar roupa? Costuma passar várias de uma vez? Fica ligando e desligando o equipamento? Por quanto tempo?									
Passa várias?		Liga e desliga?		Por quanto tempo?		Não usa o ferro			
21 - Você costuma dormir assistindo TV ou fazer outras atividades com a TV ligada? Quando desligada, a TV fica em stand-by?									
Costumo dormir		Faço outras atv.		Deixo em stand-by		Nenhuma das opções			
22 - Você costuma carregar o celular à noite enquanto dorme ou deixa ligado por muito tempo? Deixa o carregador conectado na tomada?									
Carrego à noite		Deixo por muito tempo		Carregador conectado		Raramente		Nunca	
23 - Ao sair do ambiente você se certifica de que luzes, ar condicionado e outros equipamentos estão desligados?									
Sim		Não		Não sei					
24 - Você conhece o sistema de bandeiras tarifárias? Costuma planejar suas atividades de acordo com esse sistema?									
Conheço		Não conheço		Planejo		Não planejo			

Fonte: Produção do próprio autor.

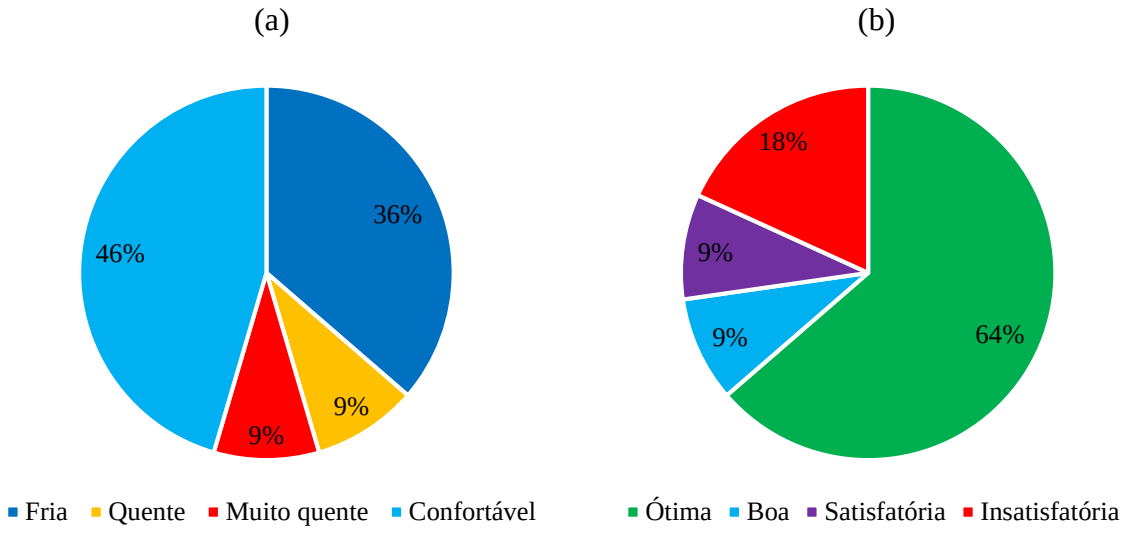
Durante a realização da entrevista, a pessoa poderia indicar algum ambiente específico que não fosse do seu agrado ou ainda responder as perguntas apenas com relação a um determinado ambiente.

4.2.1 Resultados do levantamento

Onze pessoas no total foram entrevistadas, sendo três funcionários, três pacientes e seis acompanhantes. A média de idade das pessoas entrevistadas foi de 30 anos, sendo que os pacientes entrevistados tinham entre 11 e 18 anos.

No quesito de conforto térmico, poucas pessoas afirmaram que os ambientes eram quentes ou muito quentes ou ainda que a ventilação natural é insatisfatória, conforme apresentado no Gráfico 13.

Gráfico 13 - Temperatura dos ambiente e ventilação natural na opinião das pessoas: (a) Temperatura dos ambientes; (b) Ventilação natural

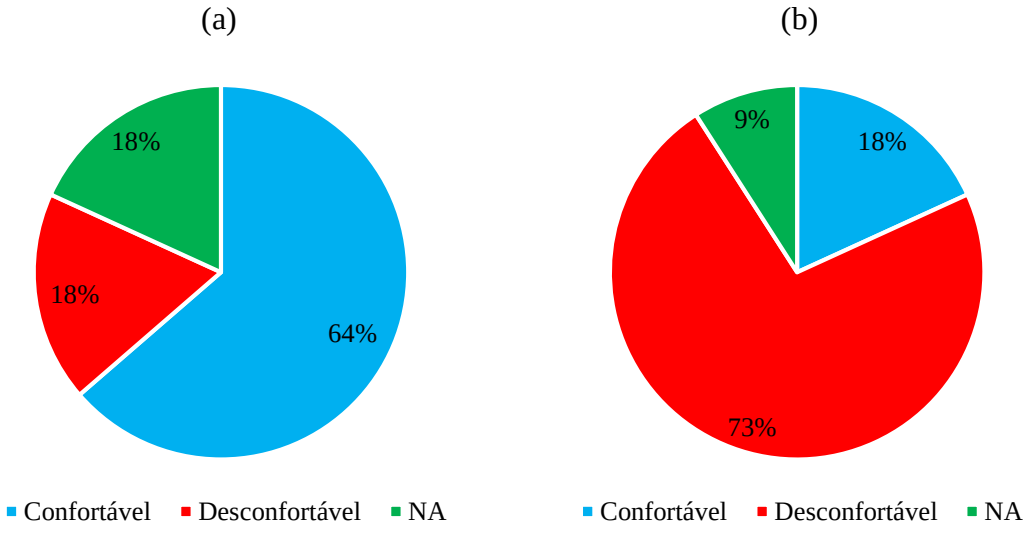


Fonte: Produção do próprio autor.

Vale observar que as avaliações "negativas" apresentadas no Gráfico 13 foram feitas por funcionários. Com relação à temperatura do ambiente, na escolinha, dependendo do horário do dia, é necessário ligar o ar condicionado devido ao calor, já no ambiente considerado muito quente, a cozinha, não há tal possibilidade. Ainda nesse contexto, observa-se que a cozinha apresenta ainda ventilação natural deficiente, já que suas janelas ficam a cerca de 80 centímetros de um muro. Outro ambiente cuja circulação de ar é ruim é a sala de recreação adolescente, cuja situação tende a piorar já que um edifício está sendo construído ao lado das janelas.

Para traçar agora o perfil de uso dos equipamentos de climatização, como ventilador e ar condicionado, foi solicitado que as pessoas respondessem o que pensam quanto ao conforto proporcionado nos ambientes. O Gráfico 14 apresenta esse resultado. A legenda "NA" é referente aos ambientes em que a referida análise não é aplicável.

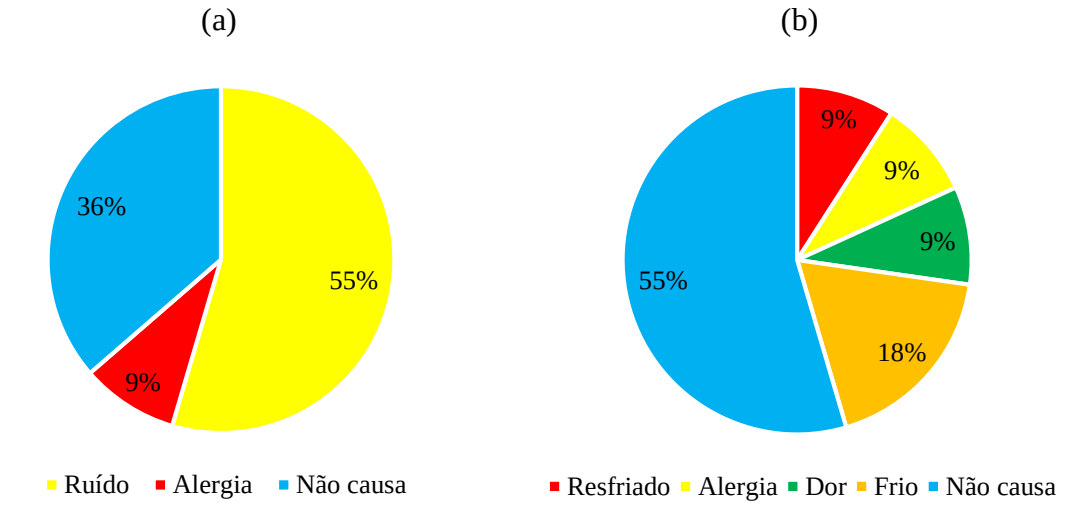
Gráfico 14 - Conforto proporcionado pelos equipamentos: (a) Conforto sem ventilador; (b) Conforto com o ar condicionado



Fonte: Produção do próprio autor.

A partir da análise do Gráfico 14, observa-se que a maior parte das pessoas considera que os ambientes são confortáveis mesmo sem o uso dos ventiladores, ou seja, somente com a ventilação natural. Já com relação ao conforto com o uso do ar condicionado, observa-se que 73% das pessoas consideram que o ambiente fica desconfortável devido à baixa temperatura, alegando inclusive que não fazem uso dos equipamentos por essa razão. Questionou-se ainda se o ventilador ou o ar condicionado traria algum desconforto não-térmico para as pessoas. O resultado pode ser observado no Gráfico 15.

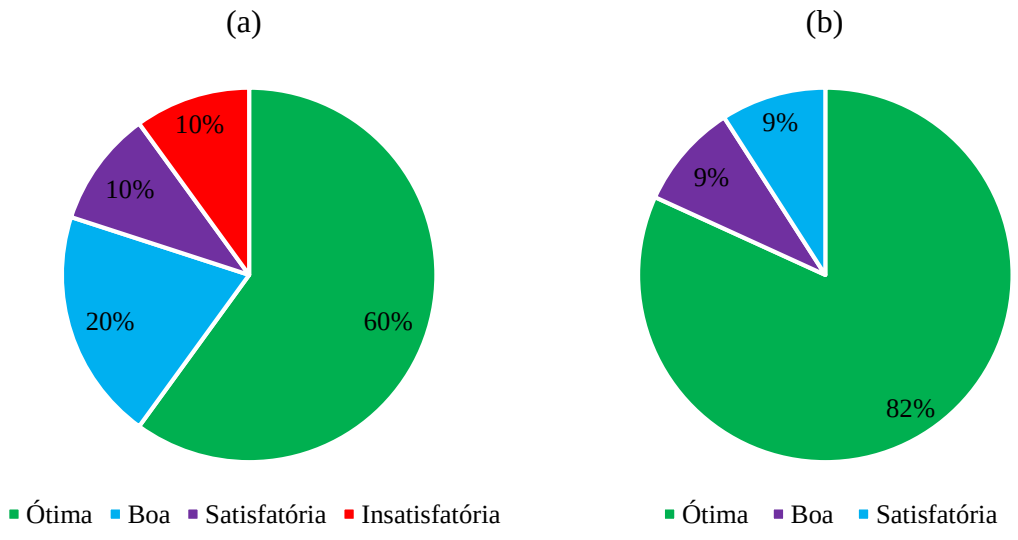
Gráfico 15 - Incômodos causados pelo uso dos equipamentos de climatização: (a) Incômodos causados pelo ventilador; (b) Incômodos causados pelo ar condicionado



Fonte: Produção do próprio autor.

A análise do Gráfico 15 permite inferir que a maior causa de incômodo entre os usuários do ventilador é o ruído, desconforto que não foi relatado para o uso do ar condicionado. Por outro lado, a maior parte das pessoas afirmou não ter incômodos causados pelo ar condicionado, mas observou-se uma gama maior de desconfortos por aqueles que relataram sentir-se incomodados. Com relação à iluminação dos ambientes, primeiramente foi questionado, assim como feito para a climatização, como os entrevistados avaliavam a iluminação natural e artificial nos ambientes classificando-as entre ótima, boa, satisfatória e insatisfatória. Os resultados obtidos estão apresentados no Gráfico 16.

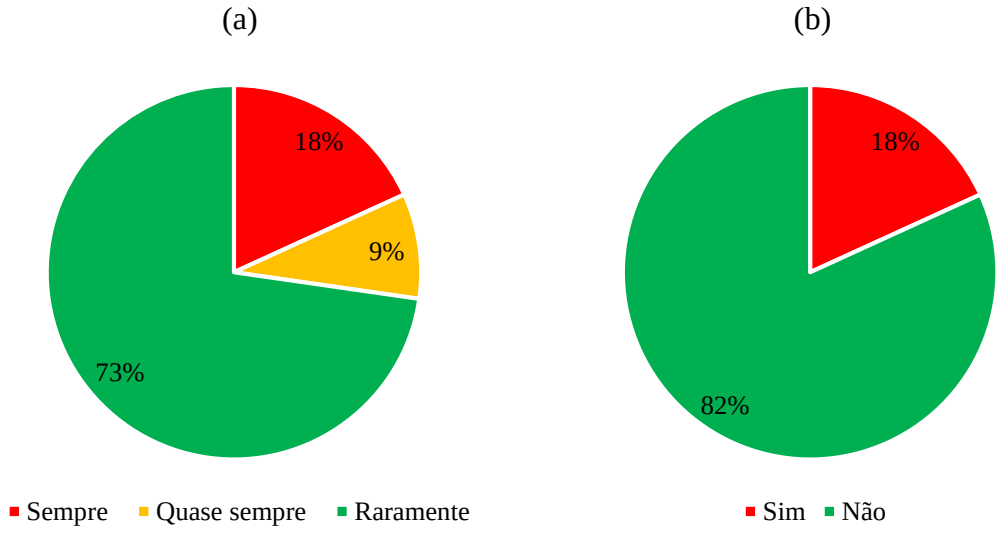
Gráfico 16 - Iluminação natural e iluminação artificial na opinião das pessoas: (a) Iluminação natural; (b) Iluminação artificial



Fonte: Produção do próprio autor.

Observando o Gráfico 16, é possível verificar que, em geral, as pessoas consideram a iluminação natural entre satisfatória e ótima nos ambientes da instituição; a única ressalva feita foi na cozinha, em que a iluminação sob a coifa é precária. Com relação a iluminação artificial, todos os entrevistados afirmaram ser no mínimo satisfatória. É importante observar que, mesmo sem relatos, foi identificada deficiência na iluminação das estantes da escolinha, na sala de recreação adolescente e na sala de recreação infantil, conforme será apresentado no Capítulo 5. A fim de certificar ainda a potencial influência da iluminação mesmo que imperceptível pelas pessoas, foi questionado se elas conseguiam desenvolver suas atividades durante o dia sem o auxílio da iluminação artificial e se elas apresentam algum desconforto como dor de cabeça ou dor nos olhos ao final do dia. Os resultados foram apresentados no Gráfico 17.

Gráfico 17 - Uso da iluminação artificial e desconforto: (a) Necessidade de usar a iluminação artificial durante o dia; (b) Desconforto ao final do dia

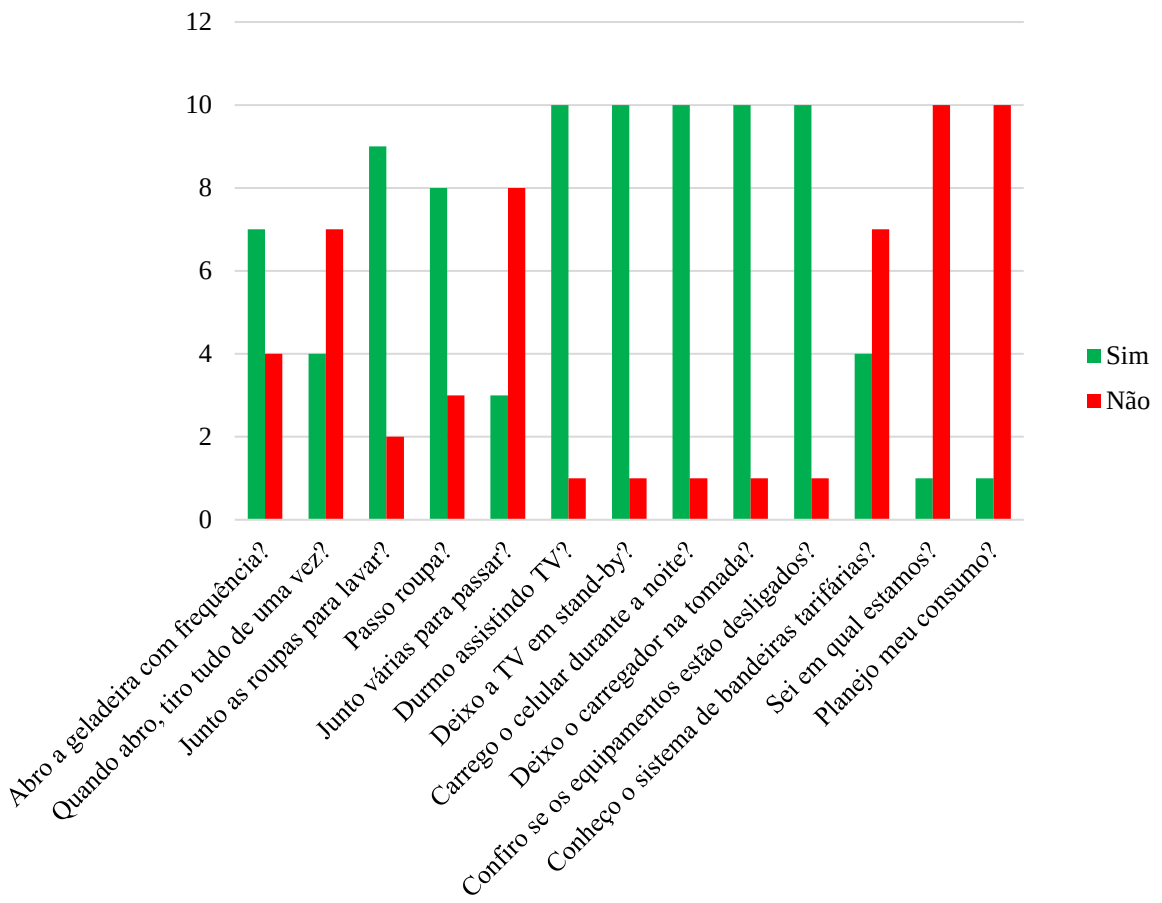


Fonte: Produção do próprio autor.

Como pode ser observado no Gráfico 17, a maior parte das pessoas não necessita usar a iluminação artificial durante o dia, sendo que aquelas que relataram precisar, informaram que o faziam sempre na cozinha e na sala de recreação adolescente, e quase sempre na escolinha. Por fim, apenas 18% dos entrevistados relataram sentir algum desconforto ao final do dia.

Com relação ao comportamento e consciência das pessoas em relação ao consumo de energia, foram feitos diversos questionamentos, dentre os quais, a temperatura que eles consideravam ideal para o banho. De acordo com El País (2015) a OMS (Organização Mundial da Saúde) recomenda que a duração ideal de um banho seja de 5 minutos. Pelo menos 63% das pessoas afirmaram preferir deixar o chuveiro no modo inverno mesmo durante o verão, além disso, o tempo de banho médio por pessoa foi de 10,27 minutos, ou seja, mais que o dobro do que o recomendado. Curiosamente, cinco pessoas afirmaram ter seu tempo de banho de cerca de 5 minutos, quatro em torno de 10 minutos, uma de 15 minutos e uma de 30 minutos. O Gráfico 18 apresenta os resultados obtidos para as demais perguntas.

Gráfico 18 - Análise comportamental



Fonte: Produção do próprio autor.

A observação do Gráfico 18 permitiu traçar o padrão de consumo, o conhecimento sobre medidas de eficiência energética e até mesmo de elementos que atingem diretamente o valor pago em energia pelas pessoas, como o sistema de bandeiras tarifárias. Observa-se que em 10 critérios dos 13 analisados a maior parte dos entrevistados adotavam atitudes de baixa eficiência ou alegavam desconhecer o que estava sendo questionado. Uma curiosidade observada foi o fato de quatro pessoas afirmarem conhecer o sistema de bandeiras tarifárias, mas três dessas não sabiam explicar o que era. Por fim, chama a atenção 90% das pessoas afirmarem não planejar o consumo de energia. Esse conjunto de razões proporcionaram o embasamento para desenvolver atividades de conscientização a serem apresentadas no Capítulo 8.

4.3 Considerações do capítulo

Nesse capítulo foram apresentados fatores que irão embasar as todas as considerações adotadas nos capítulos a seguir. Já a partir do próximo, as análises serão pautadas no conjunto de informações obtidas na memória de massa e no perfil comportamental das pessoas

entrevistadas. O capítulo a seguir tratará de eficiência energética nos sistemas de iluminação, e para isso, serão analisados os ambientes que foram indicados como deficientes durante as entrevistas.

Já no capítulo subsequente, serão traçadas soluções para adequar a modalidade tarifária da ACACCI baseado no conjunto de informações obtidas da memória de massa aliado às informações fornecidas na conversa com a diretoria e nas entrevistas realizadas. Por fim, atividades de conscientização sobre o consumo consciente de energia elétrica serão desenvolvidas, mais uma vez tomando como referência os pontos levantados durante a pesquisa de opinião e os questionamentos realizados.

5 EFICIÊNCIA NOS SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

De acordo com Bortoni et al. (2007) a respeito dos sistemas de iluminação, tem-se:

> A iluminação é responsável por, aproximadamente, 24% do consumo de energia elétrica no setor residencial, 44% no setor comercial e serviços públicos e 1% no setor industrial. [...]
>
> Vários trabalhos desenvolvidos mostram que a iluminação ineficiente é comum no Brasil. Uma combinação de lâmpadas, reatores e refletores eficientes, associados a hábitos saudáveis na sua utilização, podem ser aplicados para o reduzir o consumo de energia elétrica.

Em outras palavras, pode-se afirmar que a iluminação é um importante fator a ser analisado nas instalações elétricas, não só pelo aspecto de economia de energia elétrica, mas também pelo atendimento das condições ergonômicas.

No escopo desse trabalho, buscou-se levantar a quantidade e a qualidade da iluminação em nos ambientes bem como sugerir adequações que possam trazer maior conforto e segurança para os usuários. Para tanto, foram realizadas medidas nos locais com o luxímetro e de acordo com a norma brasileira de iluminação ABNT (2013), além da realização de simulações de apoio pelo *software* livre DIALux®.

5.1 Conceitos envolvidos

De acordo com ABNT (2013), a iluminação de um ambiente deve ser adequada para garantir que as tarefas sejam desenvolvidas de modo fácil e com conforto, garantindo aos usuários conforto visual e sensação de bem-estar, desempenho visual que possibilite a realização das atividades de modo rápido e preciso mesmo durante longos períodos e segurança visual, viabilizando a detecção de perigos ao olhar ao redor.

Assim, segundo ABNT (2013, p. 03), para que essas condições sejam satisfeitas, deve ser dada atenção aos seguintes itens:

- distribuição da luminância;
- iluminância;
- ofuscamento;
- direcionalidade da luz;
- aspectos da cor da luz e superfícies;
- cintilação;
- luz natural;
- manutenção.

Até mesmo devido a disponibilidade de equipamentos, no escopo desse trabalho serão analisados dois dos itens citados: distribuição da luminância e iluminância. Os demais itens foram observados, mas não foram mensurados, e, portanto, não serão tratados nesse estudo. Entretanto, é importante ressaltar que as sugestões feitas levam em consideração o atendimento a todos os pontos requeridos.

- Distribuição da luminância

  De acordo com a ABNT (2013), a distribuição da luminância no campo de visão controla o nível de adaptação dos olhos, o qual afeta a visibilidade da tarefa. A distribuição de luminárias variadas no campo de visão também afeta o conforto visual e por isso devem ser evitadas luminâncias muito altas e contrastes de luminâncias; além disso, as luminâncias de todas as superfícies são importantes e estão intimamente ligadas à refletância dessas.

- Iluminância

  A iluminância mantida e sua distribuição é o item de maior impacto na percepção da pessoa e na sua realização da tarefa visual de maneira rápida, segura e confortável. Os valores de iluminância recomendados são especificados pela ABNT (2013) e variam de acordo com o tipo de ambiente e com as atividades ali desenvolvidas. Adiciona-se a esse contexto o conceito de uniformidade, que é a razão da iluminância mínima pela média, recomendando-se que essa seja superior a 0,7.

5.2 Medições

Como salientado no tópico anterior, para esse trabalho será feita a verificação da iluminância. De acordo com ABNT (2013, p. 23):

> A iluminância mantida deve ser calculada através dos valores medidos na mesma malha de pontos utilizada no cálculo do projeto, e o valor não pode ser inferior ao especificado para aquela tarefa.

Para fins de medição, foi utilizado um luxímetro. As medidas foram feitas nos centros dos retângulos formados pela malha conforme indicado em norma, sendo primeiramente levantada a iluminância com as luzes apagadas, a fim de contabilizar a contribuição da iluminação natural. Posteriormente, as medições foram repetidas com todas as lâmpadas acesas. A iluminância proveniente do sistema de iluminação artificial é dada pela diferença entre o valor medido com as lâmpadas acesas e o valor com as lâmpadas apagadas. É importante salientar que, como os ambientes analisados podem ser usados tanto durante o dia quanto durante a noite, o atendimento às condições estabelecidas em norma deve ser analisado apenas do ponto de vista

da iluminação artificial. De acordo com ABNT (2013, p. 23), o tamanho da malha recomendado para os locais deve atender às condições apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Tamanhos da malha

Ambiente	**Maior dimensão da zona ou da sala D**	**Tamanho da malha P**
Área da tarefa	Aproximadamente 1 m	0,2 m
Salas/zonas de salas pequenas	Aproximadamente 5 m	0,6 m
Salas médias	Aproximadamente 10 m	1 m
Salas grandes	Aproximadamente 50 m	3 m

Fonte: ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1, (2013).

Assim, o número de pontos da malha é dado pelo número inteiro mais próximo da relação D para P, onde D é a maior dimensão da sala e P é o tamanho da malha dado pela Equação (3).

$$P = 0{,}2 \times 5^{\log D} \tag{3}$$

5.3 Simulações

As simulações foram desenvolvidas no software livre DIALux. A partir das plantas baixas que foram fornecidas pela instituição, paredes, colunas, portas e janelas foram posicionadas nos ambientes; logo após, foram posicionados os móveis principais nos ambientes e então colocadas as cores e materiais em cada um. Por fim, são inseridas as luminárias que, em geral, possuem suas curvas fotométricas fornecidas pelos fabricantes. As luminárias utilizadas são as mesmas instaladas atualmente no local ou, pelo menos similares. É importante ressaltar que, em alguns ambientes, brinquedos, roupas e utensílios não foram representados na simulação.

Após a execução da simulação, a iluminância média simulada é comparada com a medida, e de acordo com ABNT (2013, p.24):

> Pode haver muitos fatores que podem causar uma disparidade entre uma estimativa calculada e o desempenho medido de uma instalação de iluminação. [...] A magnitude da diferença esperada, baseada em experiência prática, está dentro de 10% para as medidas de iluminância e luminância.

Por essa razão, após a primeira simulação, caso o erro obtido fosse superior a 10%, alguns ajustes, como por exemplo, nos índices de refletância das superfícies, eram feitos. Essa medida é importante pois, apenas com a confirmação de que a simulação está compatível com a realidade, pode-se afirmar que as sugestões propostas trarão a melhoria esperada.

As luminárias propostas para adequação foram sugeridas com base nos catálogos de diferentes fabricantes a partir da análise de sua aplicação para cada situação bem como em sua estética e eficiência.

5.4 Ambientes medidos e recomendações

Como apresentado no Capítulo 4, todas as lâmpadas da instituição foram recentemente trocadas para lâmpadas LED, uma importante medida de eficiência. Para a análise do iluminamento dos ambientes, optou-se por realizar os levantamentos nos ambientes que apontaram, seja por pesquisa de opinião, seja por simples observação, a necessidade de uma análise mais profunda. As iluminâncias médias recomendadas pela norma ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1 são apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 - Iluminância média ideal

Ambiente	**Tipo de ambiente, tarefa ou atividade (ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1)**	**Iluminância média ideal (lux)**
Escolinha	Salas de aula, salas de aulas particulares (assumindo funcionamento durante o horário comercial)	300
Estante	Estante	200
Sala de recreação adolescente	Salas comuns de estudantes e salas de reunião	200
Sala de recreação infantil	Salas de aula, salas de aulas particulares (existem mesas para exercícios infantis no local)	300
Palco	Teatro e salas de concerto	200
Cozinha - Fogão	Cozinha	500
Cozinha – Corte de alimentos	Corte e triagem de frutas e vegetais	300

Fonte: ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1, (2013) - Modificada.

A iluminância média indicada para os ambientes por vezes precisa ser adequada a alguma situação ou necessidade especial. Para o desenvolvimento desse trabalho, serão consideradas apenas as iluminâncias recomendadas pela norma.

5.4.1 Escolinha

A escolinha é um ambiente na ACACCI utilizado para que as crianças em tratamento possam dar prosseguimento às suas atividades escolares. Na parte da tarde, existe uma professora que auxilia as crianças em suas atividades. O espaço conta com uma grande mesa e estantes para armazenar os livros. Existem quatro luminárias embutidas com duas lâmpadas LED tubulares de 18 W cada. A Figura 1 mostra a ambientação da estrutura.

Figura 1 - Ambientação da escolinha

Fonte: Produção do próprio autor.

A partir da Figura 1, foi montada a simulação no DIALux, enquanto a Figura 2 apresenta o ambiente já simulado.

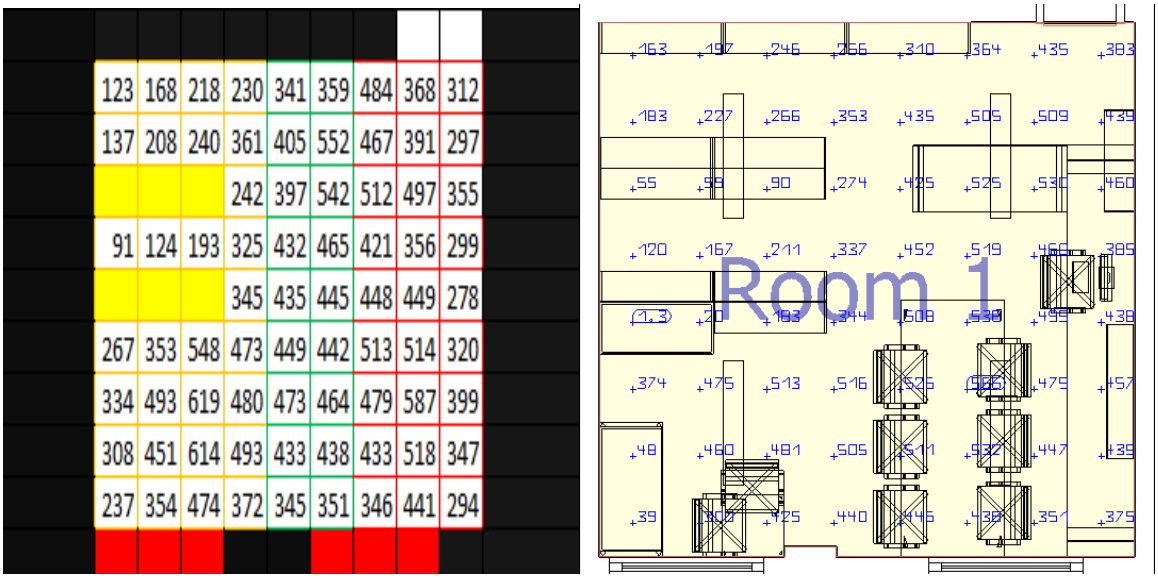
Figura 2 - Ambiente simulado - Escolinha

Fonte: Produção do próprio autor.

A análise da Figura 2 possibilita observar que, a julgar apenas pelo uso da iluminação artificial, essa aparenta ser insuficiente na região das estantes. A maior dimensão do ambiente é 5,2 m tanto na vertical quanto na horizontal. Com isso, a partir da aplicação da Equação (3), o tamanho máximo da malha seria de 63 cm, assim, a malha deve ser de 9 x 9, com cada medida a 58 cm uma da outra. A Figura 3 apresenta os valores medidos com o auxílio do luxímetro *versus* os valores obtidos na simulação, todos a altura de 80 cm (altura da mesa).

Figura 3 - Valores medidos *versus* simulados – Escolinha: (a) Valores medidos; (b) Valores simulados

(a) (b)

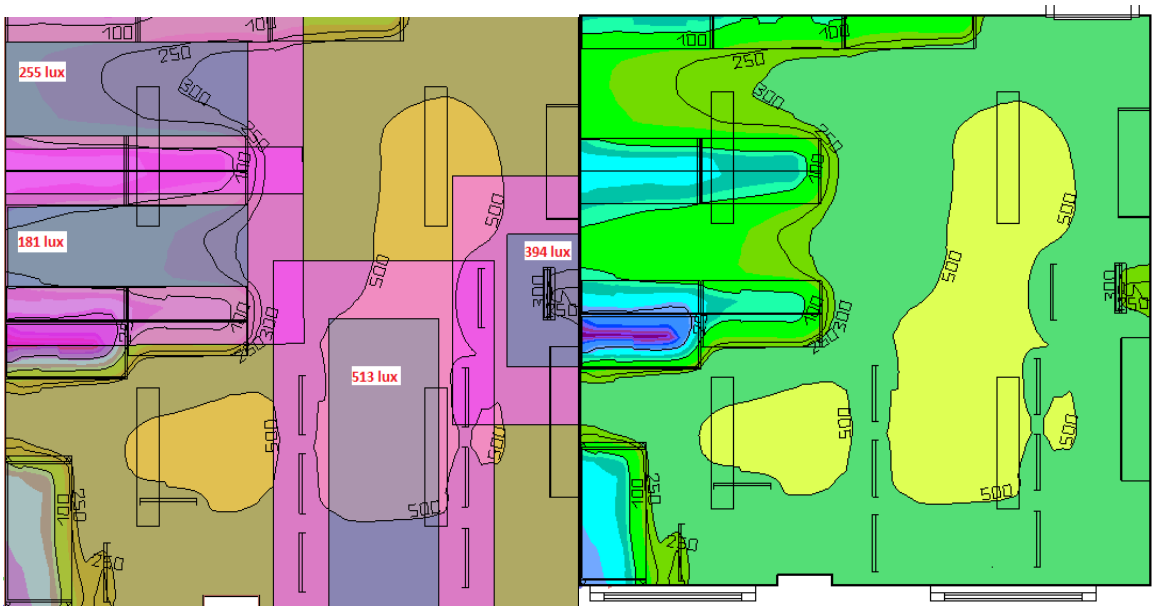


Fonte: Produção do próprio autor.

A média dos valores medidos no ambiente foi de 383,57 lux, enquanto a iluminância média simulada foi de 357 lux, o que resulta em uma diferença de aproximadamente 7,45% entre valores medidos e simulados, ou seja, as possíveis sugestões propostas representarão um benefício real. A Figura 4 apresenta os resultados obtidos para a simulação considerando cada plano de trabalho separadamente e o ambiente como um todo.

Figura 4 - Resultado da simulação atual – Escolinha: (a) Resultados por plano; (b) Resultados do ambiente

(a) (b)



Fonte: Produção do próprio autor.

É interessante observar na Figura 4 que os valores mínimos sugeridos em norma são atendidos em quase todos os planos, com exceção de plano entre as estantes. Ao observar a figura da direita, é possível concluir ainda que a distribuição de iluminação nessa região não é adequada, e de fato não é, já que a uniformidade no local é de cerca de 0,28. Como solução para esse caso, sugere-se a colocação de duas luminárias para lâmpadas LED tipo spot orientável de 36 W entre as estantes. A iluminação esperada após a alteração sugerida bem como a luminária recomendada são apresentadas na Figura 5.

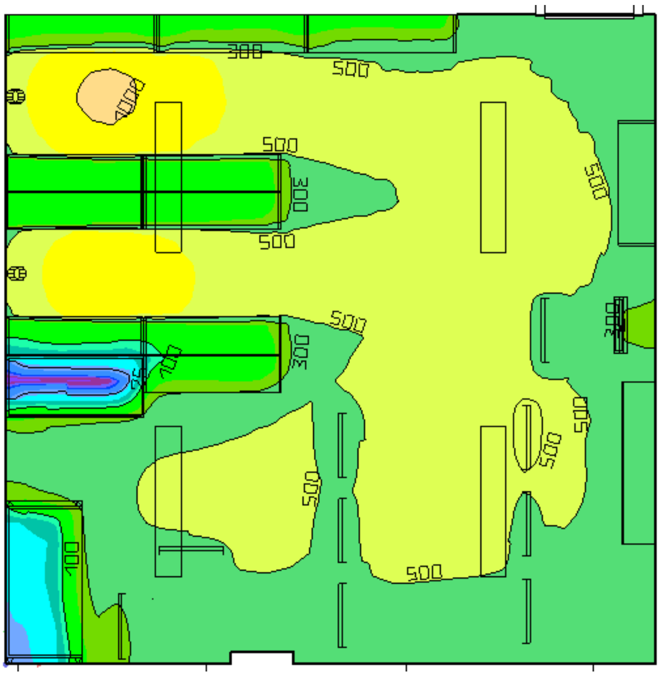
Figura 5 - Proposta de luminária a ser instalada – Escolinha: (a) Simulação com as novas luminárias; (b) Luminária sugerida

(a) (b)

Fonte: Produção do próprio autor.

Com a inclusão da luminária proposta e com a simulação refeita, pode-se observar o resultado esperado apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Resultado esperado - Escolinha



Fonte: Produção do próprio autor.

A conclusão a que se chega é que a adoção da solução sugerida atende ao problema de baixa luminosidade existente entre as estantes. Além disso, o fato da luminária recomendada ser orientável possibilidade direcioná-la de forma mais eficaz para as prateleiras.

5.4.2 Sala de recreação adolescente

A sala de recreação adolescente é um ambiente na ACACCI utilizado para que crianças e adolescentes em tratamento possam se divertir e até mesmo realizar pesquisas na internet. O espaço conta com uma TV, uma mesa de sinuca e uma de “totó” e três computadores. Por uma questão estética, foi proposta pelo arquiteto o uso de iluminação indireta com uso de oito lâmpadas LED tubulares de 18 W cada. A Figura 7 mostra a ambientação da estrutura.

Figura 7 - Ambientação da sala de recreação adolescente

Fonte: Produção do próprio autor.

A partir da Figura 7, foi montada a simulação no DIALux. A Figura 2 apresenta o ambiente simulado.

Figura 8 - Ambiente simulado - Sala de recreação adolescente

Fonte: Produção do próprio autor.

A análise da Figura 8 possibilita observar que a iluminação indireta, apesar de valorizar a beleza do local, não é eficiente na iluminação efetiva do ambiente como um todo, como esperado. A maior dimensão do ambiente é 6,5 m na vertical. Com isso, a partir da aplicação da Equação

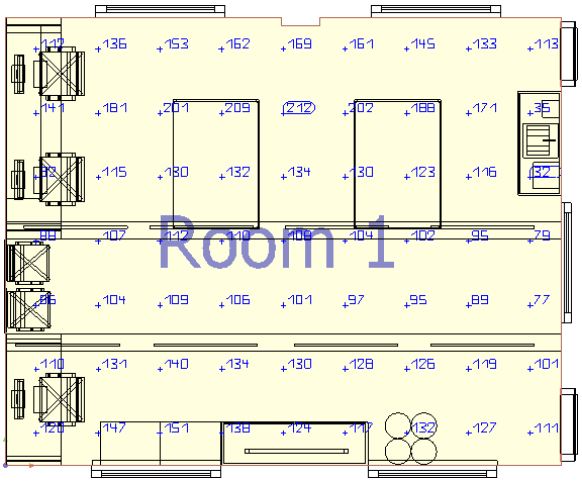
(3), o tamanho máximo da malha seria de 74 cm, assim, a malha deve ser de 9 x 9, com cada medida a 72 cm uma da outra na vertical e 58 cm na horizontal. A Figura 9 apresenta os valores medidos com o auxílio do luxímetro *versus* os valores obtidos na simulação, todos a altura de 80 cm (altura da mesa).

Figura 9 - Valores medidos versus simulados - Sala de recreação adolescente: (a) Valores medidos; (b) Valores simulados

(a)

66	91	116	142	129	103	105	97	74
79	119	134	148	142	146	128	105	86
101	142	174	187	195	173	160	143	121
91	133	153	187	177	168	144	134	97
61	81	100	106	106	121	121	116	76
81	77	62	69	67	72	74	68	51
116	130	109	109	121	127	109	113	88
137	169	65	173	156	129	45	56	77
154	172	197	178	169	156	179	156	118

(b)

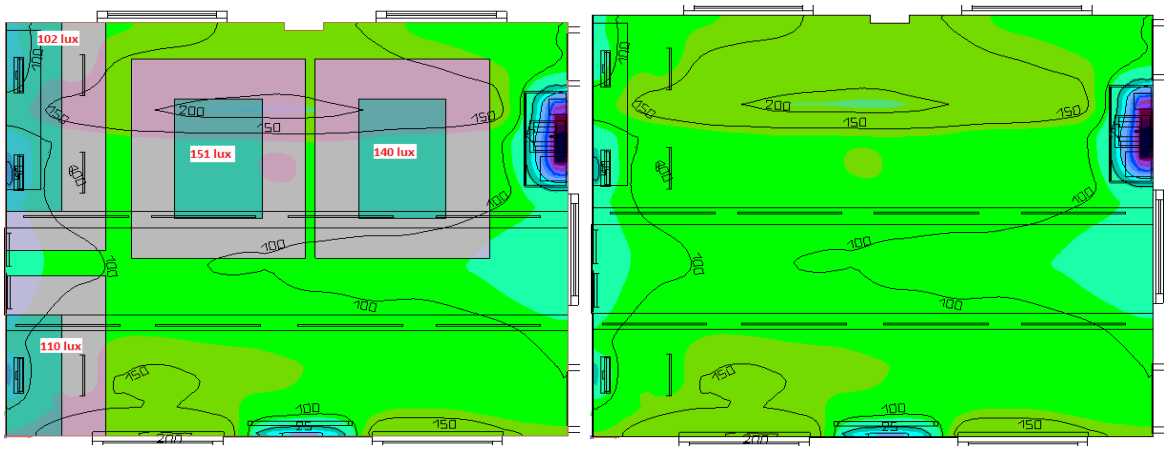


Fonte: Produção do próprio autor.

A média dos valores medidos no ambiente foi de 119,84 lux, enquanto a iluminância média simulada foi de 123 lux, o que resulta em uma diferença de aproximadamente 2,64% entre valores medidos e simulados. A Figura 10 apresenta os resultados obtidos para a simulação considerando cada plano de trabalho separadamente e o ambiente como um todo.

Figura 10 - Resultado da simulação atual – Escolinha: (a) Resultados por plano; (b) Resultados do ambiente

(a) (b)

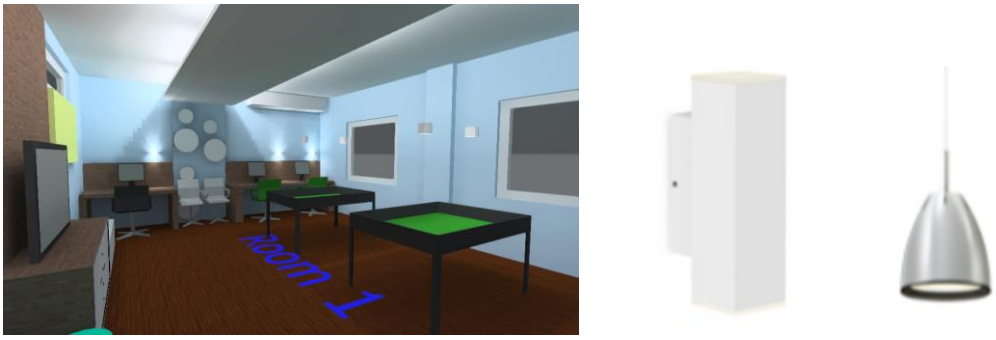


Fonte: Produção do próprio autor.

É importante observar na Figura 10 que os valores mínimos sugeridos em norma estão distantes de serem atendidos em todos os planos. Na figura da direita é possível perceber claramente o impacto da iluminação indireta, que acaba sendo mais perceptível nas laterais da sala por ser refletida pelas paredes, com isso a região sob a parte decorativa não é de fato bem iluminada. Como solução para esse caso, sugere-se a colocação de três luminárias tipo arandela com lâmpadas LED tipo bulbo de 15 W na parede sobre os computadores. Além disso, quatro luminárias pendentes para lâmpada LED tipo bulbo de 8,5 W devem ser instaladas sobre as mesas de jogos, sendo duas luminárias em cada mesa. A iluminação esperada após a alteração sugerida bem como as luminárias recomendadas são apresentadas na Figura 11.

Figura 11 - Proposta de luminária a ser instalada - Sala de recreação adolescente: (a) Simulação com as novas luminárias; (b) Luminárias sugeridas

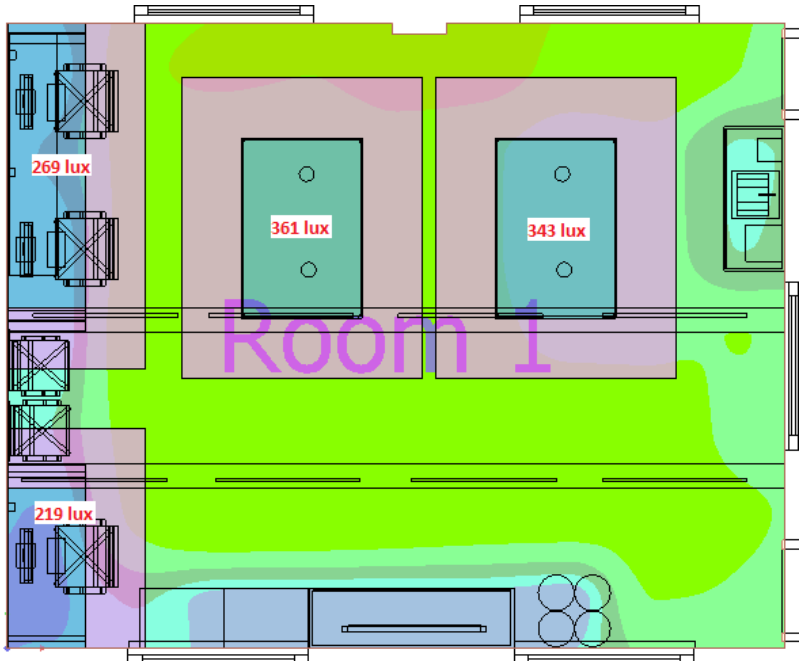
(a) (b)



Fonte: Produção do próprio autor.

Com a inclusão das luminárias propostas e com a simulação refeita, pode-se observar o resultado esperado apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Resultado esperado - Sala de recreação adolescente



Fonte: Produção do próprio autor.

A conclusão a que se chega é que a adoção da solução sugerida atende ao problema de baixa luminosidade existente nas mesas e nos computadores devido à iluminação indireta. Para esse caso, recomenda-se ainda que os comandos de acionamento das novas luminárias sejam separados (cada arandela comandada de modo independente e as luminárias sobre as mesas comandadas duas a duas) a fim de não haver o desperdício de energia.

5.4.3 Sala de recreação infantil

A sala de recreação infantil é um ambiente na instituição utilizado para que as crianças possam brincar, desenhar e se apresentar. O horário de uso é relativo (dentro do horário comercial) e uma monitora acompanha as atividades. O espaço conta com duas pequenas mesas, estantes para comportar livros infantis e um pequeno palco. Existem seis luminárias embutidas com duas lâmpadas LED tubulares de 18 W cada. Uma das luminárias, entretanto, teve sua orientação alterada em 90º a fim de iluminar as estantes no palco. A Figura 13 mostra a ambientação da estrutura.

Figura 13 - Ambientação da sala de recreação infantil

Fonte: Produção do próprio autor.

A partir da Figura 13, montou-se a simulação no DIALux. Vale ressaltar que os três pontos que aparecem na imagem estavam sem lâmpadas, e segundo informações, raramente são usados, e quando são utilizadas, o objetivo é fornecer uma iluminação direcionada no palco. A Figura 14 apresenta o ambiente simulado.

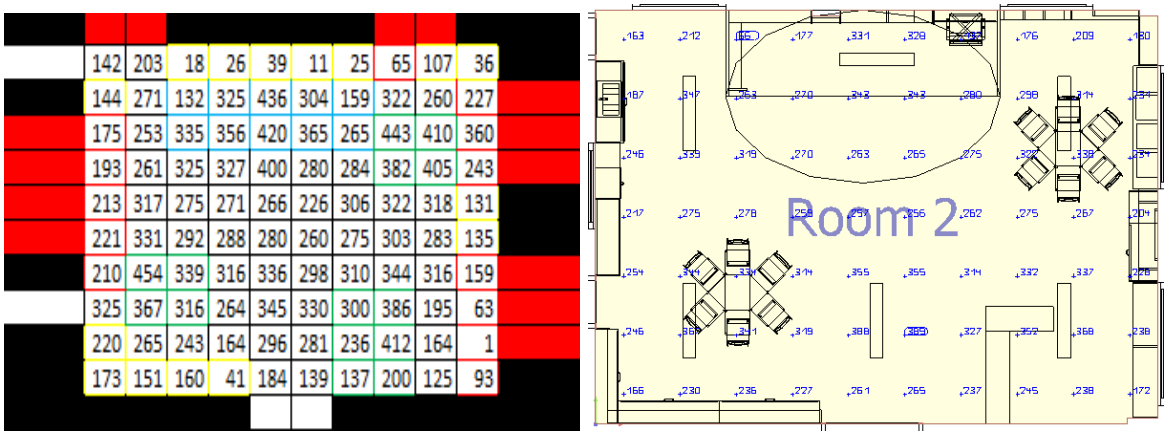
Figura 14 - Ambiente simulado - Sala de recreação infantil

Fonte: Produção do próprio autor.

A análise da Figura 14 possibilita observar que, do ponto de vista da iluminação artificial, essa aparenta ter atingido o objetivo na região das estantes do palco, por outro lado, a alteração da posição da luminária, além de não ser esteticamente agradável, impactou a distribuição luminosa. A maior dimensão do ambiente é 9,1 m na vertical. Com isso, a partir da aplicação da Equação (3), o tamanho máximo da malha seria de 94 cm, assim, a malha deve ser de 10 x 10, com cada medida a 91 cm uma da outra na vertical e 67 cm na horizontal. A Figura 15 apresenta os valores medidos com o auxílio do luxímetro *versus* os valores obtidos na simulação, todos a uma distância de 70 cm (altura da mesa).

Figura 15 - Valores medidos versus simulados - Sala de recreação infantil: (a) Valores medidos; (b) Valores simulados

(a) (b)

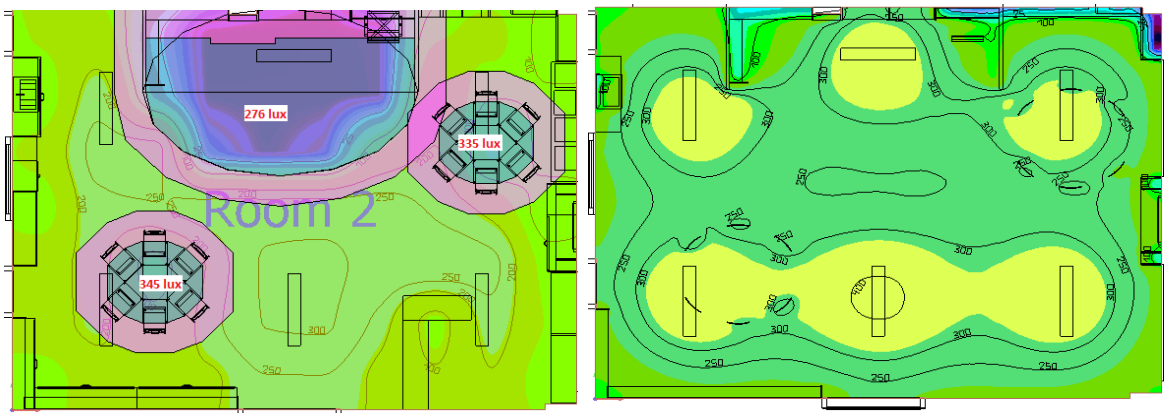


Fonte: Produção do próprio autor.

A média dos valores medidos no ambiente foi de 247,05 lux, enquanto a iluminância média simulada foi de 269 lux, o que resulta em uma diferença de aproximadamente 8,88% entre valores medidos e simulados. A Figura 16 apresenta os resultados obtidos para a simulação considerando cada plano de trabalho separadamente e o ambiente como um todo.

Figura 16 - Resultado da simulação atual - Sala de recreação infantil: (a) Resultados por plano; (b) Resultados do ambiente

(a) (b)



Fonte: Produção do próprio autor.

É interessante observar na Figura 16 que, mesmo com os valores mínimos estabelecidos em norma sendo alcançados, a estética das luminárias no local não ficou agradável, além da distribuição da luminosidade ter sido impactada pela alteração da posição da luminária,

resultando em uma uniformidade inferior a 0,45. Como solução para esse caso, além de retornar a luminária para sua posição original, sugere-se a colocação de quatro luminárias para trilho com lâmpadas LED tipo spot orientável de 9,5 W próximo às estantes do palco. O fato das luminárias serem orientáveis possibilita sua utilização também durante apresentações. A iluminação esperada após a alteração sugerida bem como a luminária recomendada são apresentadas na Figura 17.

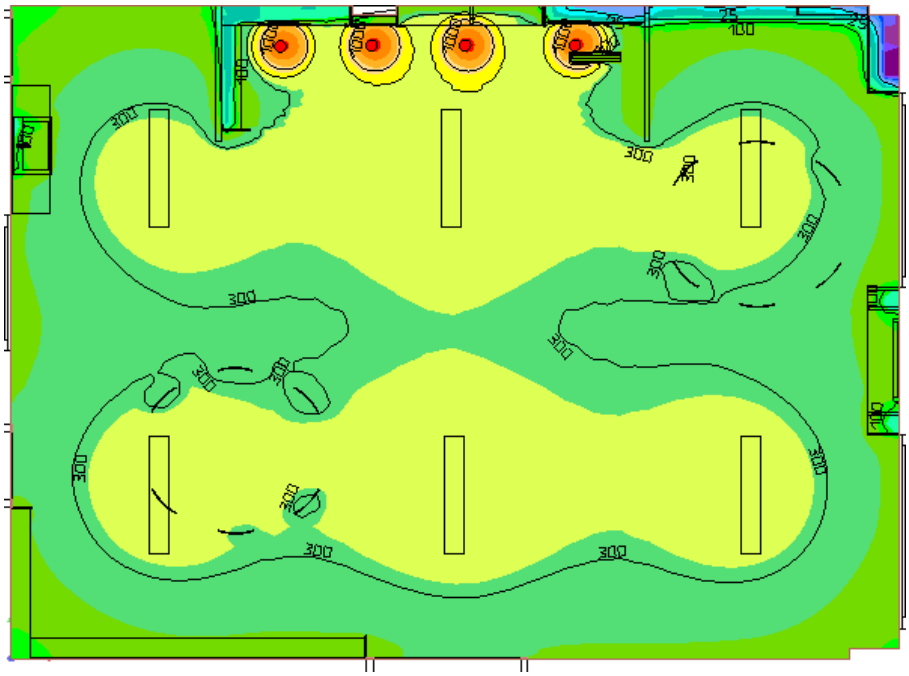
Figura 17 -Proposta de luminária a ser instalada - Sala de recreação infantil: (a) Simulação com as novas luminárias; (b) Luminária sugerida

(a) (b)

Fonte: Produção do próprio autor.

Com a inclusão da luminária proposta e com a simulação refeita, pode-se observar o resultado esperado apresentado na Figura 18.

Figura 18 - Resultado esperado - Sala de recreação infantil



Fonte: Produção do próprio autor.

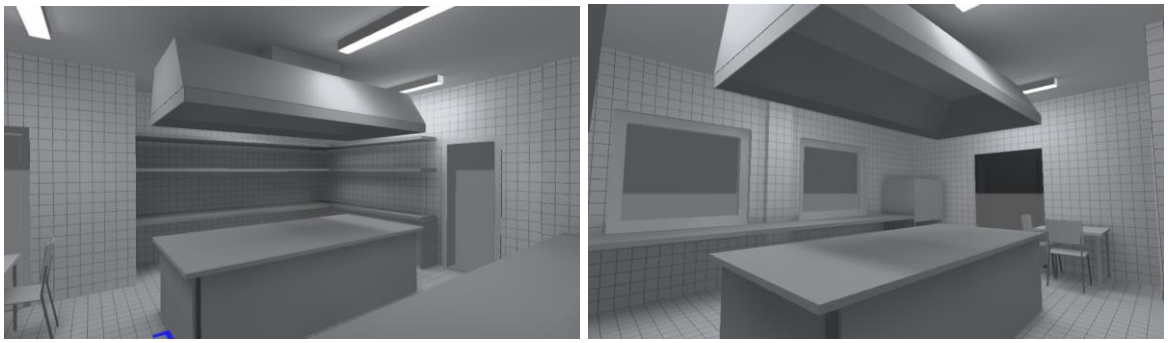
Observa-se, pela iluminação proposta, que a distribuição da luminosidade está melhor apresentada com elevação da iluminação média do ambiente para 317 lux. Além disso, é possível observar ainda o posicionamento dos spots recomendados, sendo esses orientáveis e móveis, e, portanto, versáteis para o uso no palco.

5.4.4 Cozinha

A cozinha é o ambiente na instituição utilizado para o preparo das refeições de crianças e acompanhantes. Devido a rotina de preparo, o ambiente é usado pela manhã, à tarde e à noite. O espaço conta com um fogão e um forno industriais a gás, uma coifa, bancadas e prateleiras e uma mesa pequena. Existem quatro luminárias embutidas com duas lâmpadas LED tubulares de 18 W cada. Todas as luminárias são do tipo herméticas. Devido a restrições colocadas quanto a contaminação, não foi possível fotografar o local.

A partir da observação realizada, foi montada a simulação no DIALux. A Figura 19 apresenta o ambiente simulado.

Figura 19 - Ambiente simulado - Cozinha

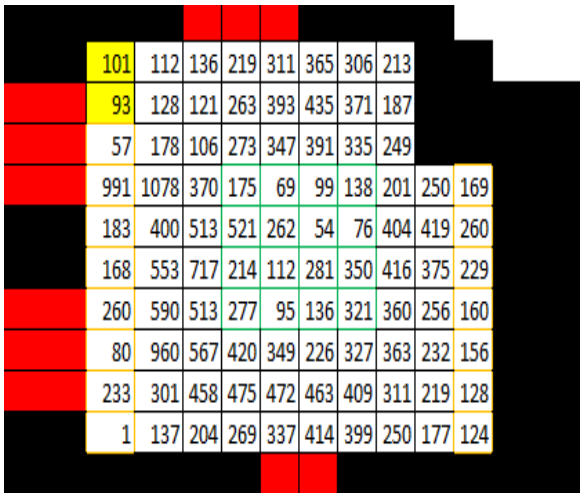


Fonte: Produção do próprio autor.

A análise da Figura 19 possibilita observar que, do ponto de vista da iluminação artificial, a parte sob a coifa é consideravelmente escura. Além disso, sequer a iluminação natural é eficaz devido a presença de um muro próximo às janelas. A maior dimensão do ambiente é 6 m na vertical. Com isso, a partir da aplicação da Equação (3), o tamanho máximo da malha seria de 69 cm; assim para facilitar o processo de medição já que no local não seria possível realizar marcações no piso como estava sendo feito, optou-se por uma malha de 10 x 10, com cada medida a 60 cm uma da outra na vertical e 60 cm na horizontal. A Figura 15 apresenta os valores medidos com o auxílio do luxímetro *versus* os valores obtidos na simulação, todos a altura de 80 cm (altura do fogão).

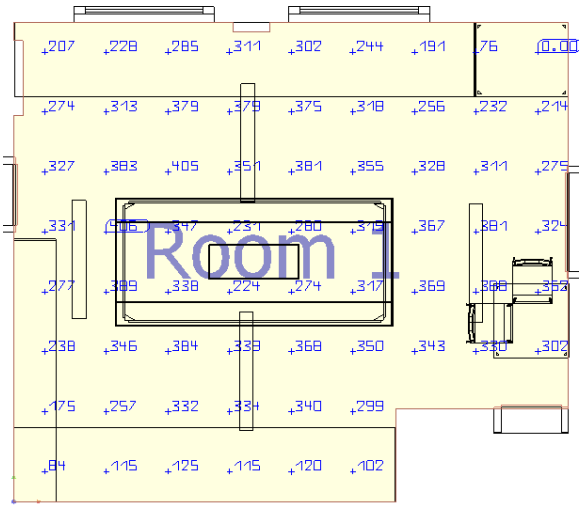
Figura 20 - Valores medidos versus simulados - Sala de recreação infantil: (a) Valores medidos; (b) Valores simulados

(a)



101	112	136	219	311	365	306	213		
93	128	121	263	393	435	371	187		
57	178	106	273	347	391	335	249		
991	1078	370	175	69	99	138	201	250	169
183	400	513	521	262	54	76	404	419	260
168	553	717	214	112	281	350	416	375	229
260	590	513	277	95	136	321	360	256	160
80	960	567	420	349	226	327	363	232	156
233	301	458	475	472	463	409	311	219	128
1	137	204	269	337	414	399	250	177	124

(b)

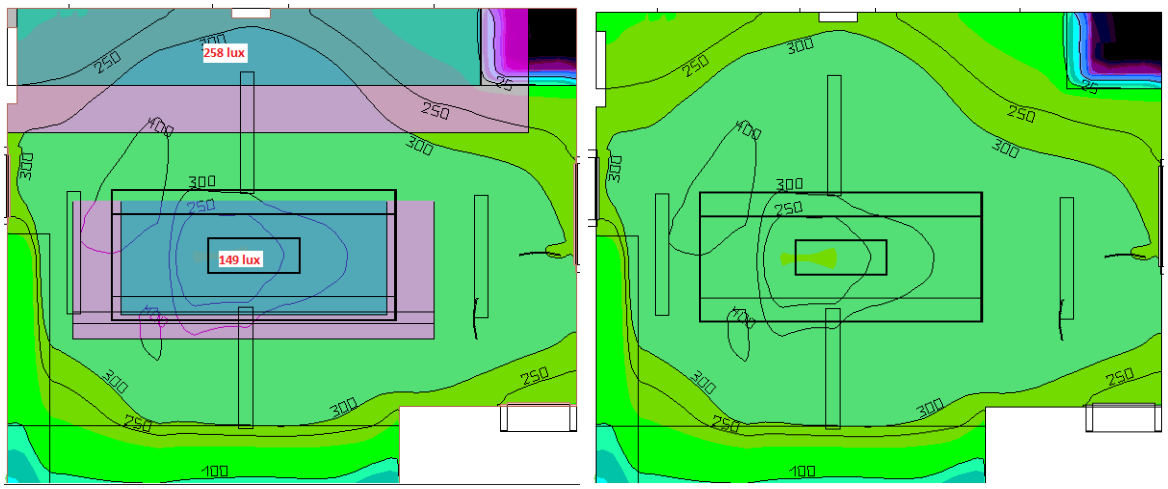


Fonte: Produção do próprio autor.

A média dos valores medidos no ambiente foi de 299,63 lux, enquanto a iluminância média simulada foi de 283 lux, o que resulta em uma diferença de aproximadamente 5,87% entre valores medidos e simulados. A Figura 21 apresenta os resultados obtidos para a simulação considerando cada plano de trabalho separadamente e o ambiente como um todo.

Figura 21 - Resultado da simulação atual – Cozinha: (a) Resultados por plano; (b) Resultados do ambiente

(a) (b)



Fonte: Produção do próprio autor.

É importante observar na Figura 21 que o valor recomendado por norma não foi atingido na região sob a coifa. Como solução para esse caso, sugere-se a colocação de outra luminária hermética no interior da coifa, como já havia sido previsto em projeto, com duas lâmpadas LED tipo tubular de 18 W. É importante frisar que essa luminária deve ser fixada inclinada de forma a impossibilitar os efeitos do ofuscamento. O ponto para alimentação da luminária já está presente na coifa. A iluminação esperada após a alteração sugerida bem como a luminária recomendada são apresentadas na Figura 22.

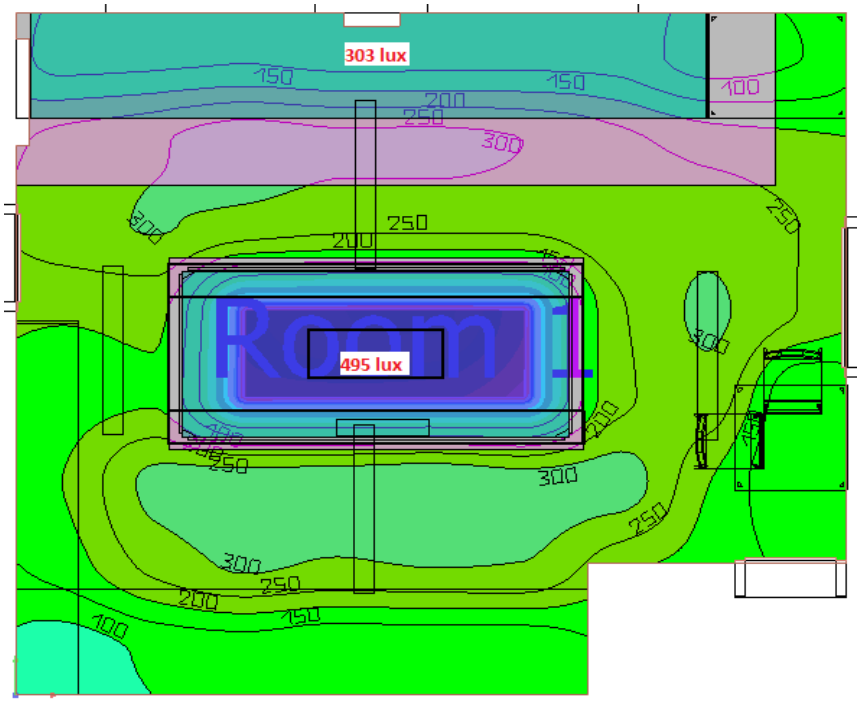
Figura 22 - Proposta de luminária a ser instalada – Cozinha: (a) Simulação com a nova luminária; (b) Luminária sugerida

(a) (b)

Fonte: Produção do próprio autor.

Com a inclusão da luminária proposta e com a simulação refeita, pode-se observar o resultado esperado apresentado na Figura 23.

Figura 23 - Resultado esperado - Cozinha



Fonte: Produção do próprio autor.

Observa-se, pela iluminação proposta, a distribuição da luminosidade foi favorecida, até mesmo distribuindo-a melhor sobre a bancada, mesmo sem elevar consideravelmente a média. Já observando a região sob a coifa, pode-se inferir que a colocação da luminária elevou os níveis de iluminamento.

5.5 Considerações do capítulo

Nesse capítulo foram apresentadas algumas soluções para melhorar a luminosidade nos ambientes indicados no Capítulo 5. É importante comentar ainda que se sugere a colocação de umidificadores na cozinha já que houve uma reclamação a respeito do conforto térmico no local. Para isso, recomenda-se um estudo para que seja definido o mais adequado.

A análise e recomendação pela adoção de alguns critérios técnicos voltam a estar em pauta no capítulo seguinte. A já baixa demanda faturada frente à potência nominal do transformador tende a ser altamente impactada pela troca de todas as lâmpadas da instituição por lâmpadas LED, que, de acordo com INMETRO (2016), reduzem em mais de 80% a potência elétrica instalada dos sistemas de iluminação se comparada com as lâmpadas incandescentes.

6 ANÁLISE DA VIABILIDADE DE FATURAMENTO PELO GRUPO B

Durante o desenvolvimento dos trabalhos ao longo do ano de 2017, algumas surpresas ocorreram levando à necessidade de realizar a validação dos dados de faturamento calculados anteriormente. Após toda a análise realizada no Capítulo 1, algumas alterações nas instalações foram realizadas como a colocação de sensores de luminosidade nos circuitos externos, como foi recomendado em reunião. Além disso, em pareceria com a distribuidora de energia elétrica local, todas as lâmpadas foram trocadas em maio de 2018 por lâmpadas LED, sabidamente de potência pelo menos 50% menor que as lâmpadas existentes anteriormente.

As alterações realizadas nos circuitos de iluminação possibilitam uma redução considerável nos valores de demanda e energia consumida ao longo do ano, por outro lado, ocorreu, também no mês de maio, a instalação de 13 aparelhos de ar condicionado nos quartos, que até então contavam apenas com ventiladores. Esses aparelhos, evidentemente, elevam a demanda e o consumo de energia, e por essa razão é necessário revalidar as conclusões obtidas no Capítulo 2.

6.1 Viabilidade da correção da demanda contratada

Para verificar se o valor da demanda ótima a ser contratada poderia permanecer em 43 kW, assumiu-se o pior caso. Foi desconsiderada a alteração causada pela troca das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, já que a verificação da efetiva redução de potência só poderia ser estimada ou por uma nova avaliação das 12 últimas faturas de energia já com o novo sistema de iluminação (o que só teria dados suficientes a partir de maio de 2019) ou pelo levantamento de todas as potências das lâmpadas anteriores e atuais, e ainda assim, haveria uma margem de erro muito grande devido aos diferentes perfis de consumo de cada ambiente. Além disso, considerar a potência anterior das lâmpadas fornece uma margem de segurança, já que a nova potência de iluminação é inferior.

Com relação aos aparelhos de ar condicionado, é evidente que a quantidade é um fator de preocupação para a sustentação dos resultados obtidos, entretanto, para análise a seguir, adotou-se três considerações primordiais:

1. Conforme apresentado no Item 4.2, a maior parte dos usuários da instituição não faz uso do ar condicionado por sentir frio ou ainda por ter algumas reações ao uso;
2. Conforme apresentado no Item 4.1.1, o uso dos aparelhos de ar condicionado nos quartos só está liberado à noite (entre às 18h e 8h);

3. Conforme norma técnica da distribuidora de energia elétrica local, o fator de demanda a ser aplicado em edificações coletivas de uso residencial com o número de aparelhos de ar condicionado entre 11 e 20 unidades é 0,86.

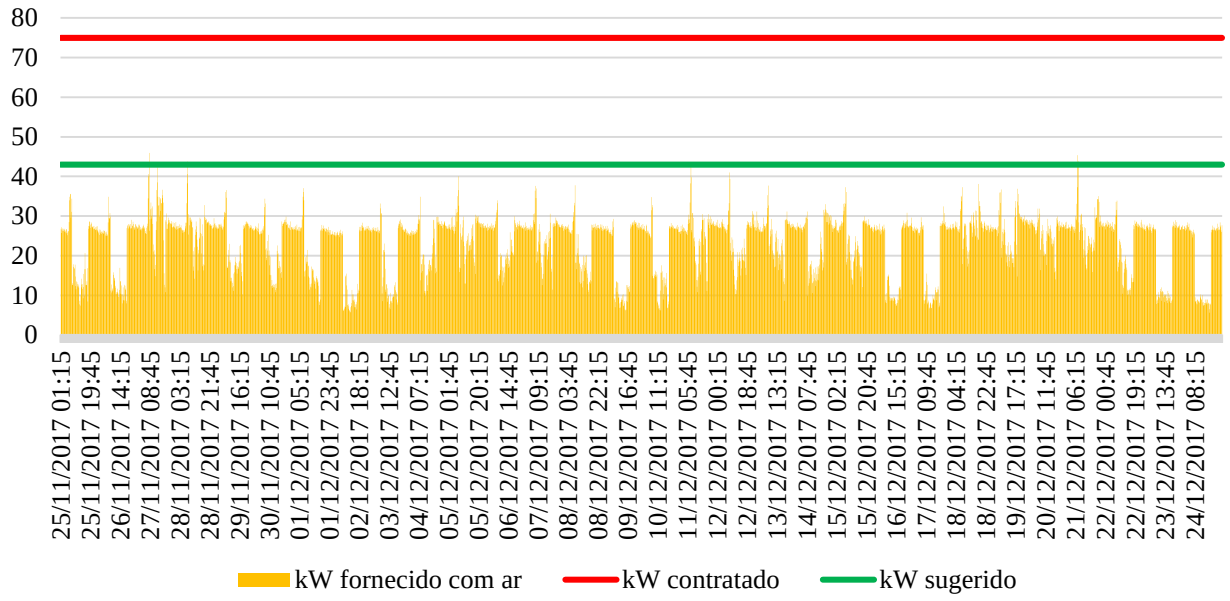
Os aparelhos condicionadores de ar que foram instalados nos quartos possuem o selo PROCEL classe A de eficiência e são de 12 mil BTU/h. De acordo com MIDEA (2018), a potência elétrica nominal desse equipamento é de 994 W, entretanto, para efeito de cálculo, optou-se por usar os valores preconizados na tabela 5 na norma da distribuidora de energia elétrica; para aparelhos de 12 mil BTU/h alimentados por duas fases, a referida norma considera a potência ativa igual a 1690 W, ou seja, 70% maior que a potência de fato indicada pelo fabricante, e a potência aparente igual a 1870 VA. Por uma questão de segurança, esses foram os valores utilizados nos cálculos tendo a eles aplicado ainda o fator de demanda de 0,86. É importante ressaltar que se adotou o fator de demanda de edificações residenciais pois o acréscimo de potência analisado diz respeito às máquinas instaladas nos quartos, que possuem ocupação característica de residências.

Para o cálculo da nova demanda medida, somou-se a demanda ativa medida à demanda ativa de cada aparelho. A nova demanda ativa será dada pela Equação (4).

$$DA_N = DA_A + 13 \times (1{,}69 \times 0{,}86) \tag{4}$$

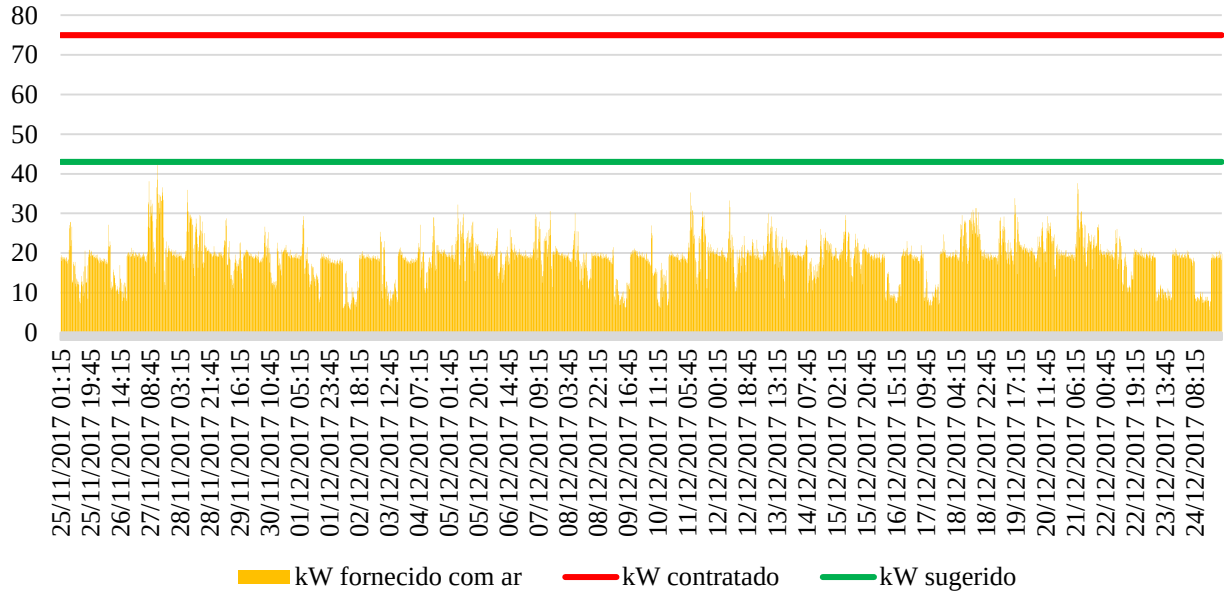
Esse fator de correção foi aplicado para cada intervalo de 15 minutos que estivesse entre às 18h e 8h na memória de massa de dezembro. Para os demais intervalos, a demanda ativa foi mantida igual a anterior. O Gráfico 19 e o Gráfico 20 apresentam os resultados obtidos para a demanda ativa apresentada na memória de massa de dezembro, dessa vez incluindo a demanda estimada para os aparelhos de ar condicionado. No primeiro gráfico, os resultados foram obtidos considerando a potência de norma, ou seja, 1,69 kW, enquanto no segundo foi considerada a potência informada pelo fabricante, 0,994 kW.

Gráfico 19 - Demanda com ar condicionado - Potência de norma



Fonte: Produção do próprio autor.

Gráfico 20 - Demanda com ar condicionado - Potência do fabricante



Fonte: Produção do próprio autor.

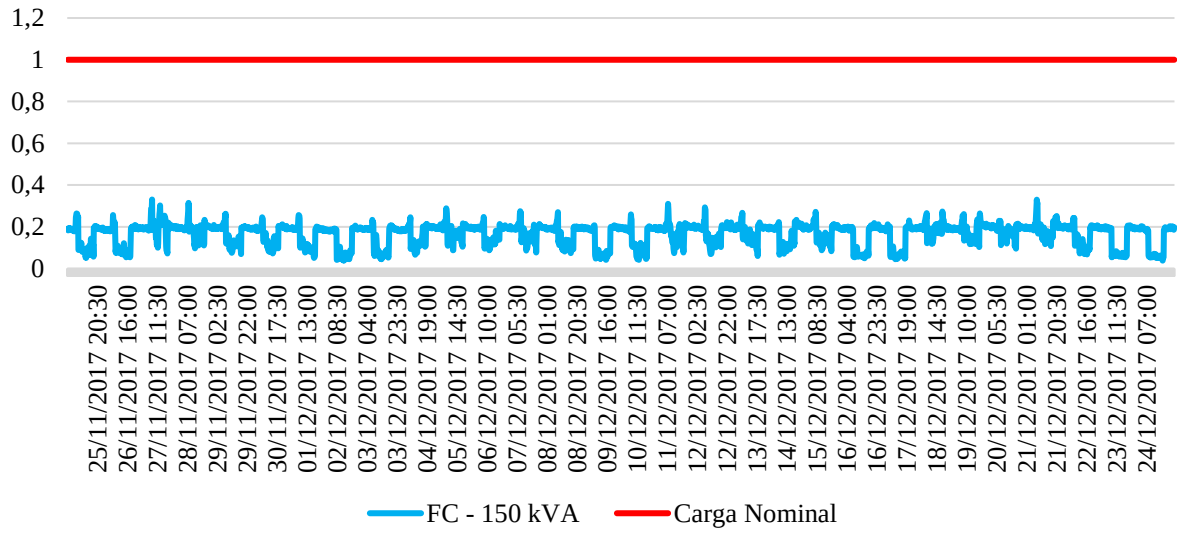
Considerando a potência estabelecida em norma, existem 5 pontos de ultrapassagem da demanda ativa contratada anteriormente recomendada: 45,90 no dia 27/11; 43,72 no dia 28/11; 43,02 no dia 11/12; e 45,39 e 43,85, ambos no dia 21/12. De acordo com o artigo 93 de ANEEL (2010), será cobrada ultrapassagem quando o valor da demanda medida exceder em mais de 5% o valor da contratada, ou seja, nesse caso, caso a demanda sugerida tivesse sido adotada,

ocorreria cobrança de ultrapassagem para demanda medidas superiores a 45,15 kW. Como todas as ocorrências de ultrapassagem teriam acontecido fora do horário de ponta, a cobrança referente à ultrapassagem no mês de dezembro seria de R$ 106,60. É importante frisar que considerando a potência indicada pelo fabricante, não houve ultrapassagem; desse modo, dada as características do perfil de consumo existente na instituição extraído da pesquisa de opinião, é improvável que o fator de demanda aplicado para os condicionadores de ar não esteja superestimado, bem como a potência informada em norma. Dado que o aumento de 1 kW na demanda contratada implicaria em um aumento de aproximadamente R$ 220,00 ao ano e que é provável que as ultrapassagens levantadas estejam superestimadas, não se justifica a alteração da demanda contratada frente a já proposta no Capítulo 1.

6.2 Fator de carregamento do transformador atual

Um ponto interessante a ser analisado é o carregamento do transformador da entrada de energia. Como já dito, o trafo da instituição é de 150 kVA de potência aparente nominal. O fator de carregamento desse transformador é uma medida de avaliação a respeito do quanto de carga efetivamente está sendo alimentada pelo equipamento. Nesse sentido, o fator de carregamento é dado pela razão entre a demanda aparente medida e a potência aparente nominal do trafo. Essa medida trará ainda a informação quanto ao dimensionamento do equipamento (abaixo ou acima do ideal), bem como a existência de períodos de *stress* e sobrecarga, além de viabilizar os cálculos de perdas. O Gráfico 1 apresenta a fator de carregamento do transformador de 150 kVA em intervalos de 15 minutos durante o mês de dezembro, já levando em conta a inclusão dos 13 novos equipamentos de ar condicionado com a potência e fator de potência estabelecidos na norma da distribuidora de energia elétrica.

Gráfico 21 - Fator de carregamento - Transformador de 150 kVA



Fonte: Produção do próprio autor.

A análise do Gráfico 21 permite observar que, mesmo com a inclusão dos equipamentos de ar condicionado, o fator de carregamento do transformador atual é consideravelmente abaixo da unidade, atingindo o valor máximo de 33% da capacidade nominal. Essa observação conduz os estudos a um outro patamar de redução de custos: a viabilidade do faturamento pelo Grupo B.

6.3 Condições para a opção de faturamento no Grupo B

De acordo com o artigo 100 na seção 6 de ANEEL (2010, p. 95), tem-se:

> Em unidade consumidora ligada em tensão primária, o consumidor pode optar por faturamento com aplicação da tarifa do grupo B, correspondente à respectiva classe, se atendido pelo menos um dos seguintes critérios:
>
> I – a soma das potências nominais dos transformadores for igual ou inferior a 112,5 kVA.
>
> [...]

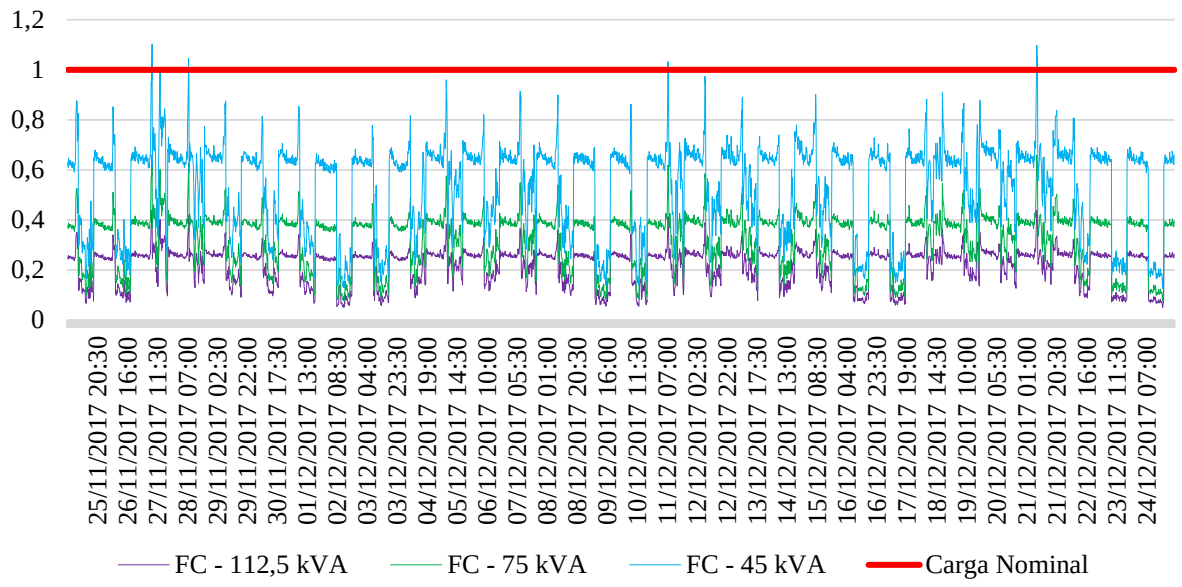
Assim, a um primeiro olhar, a ACACCI não pode ser faturada pelo Grupo B devido ao fato de o transformador na entrada superar os 112,5 kVA nominais preconizados. Por outro lado, a observação do Gráfico 21, permite concluir que é possível fazer a redução do trafo sem que seja ultrapassado fator de carregamento unitário do novo.

6.4 Opção por novo transformador de entrada

Como já dito, é possível, a partir da análise do comportamento do fator de carregamento do trafo atual, sugerir a troca do transformador por um de menor potência aparente nominal e que

viabilize o faturamento pelo Grupo B. Para essa análise, adotou-se como possibilidades os transformadores com valores de potências nominais comerciais e que viabilizassem o novo modelo de faturamento: 112,5 kVA, 75 kVA, 45 kVA. O Gráfico 22 apresenta os fatores de carregamento para cada uma das possibilidades de transformador.

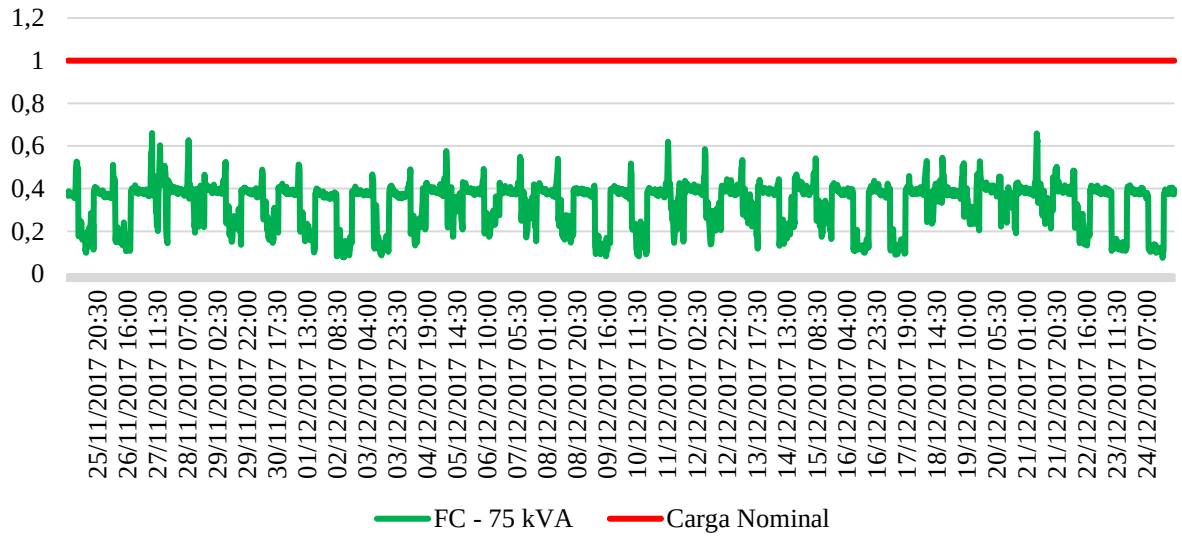
Gráfico 22 - Fator de carregamento comparativo



Fonte: Produção do próprio autor.

Como pode-se observar no Gráfico 22, o transformador de 45 kVA apresentaria alguns instantes de sobrecarga, e por essa razão será descartado. Já o transformador de 112,5 kVA atenderia bem às necessidades da instituição, mas também estaria superdimensionado; por essa razão, sugere-se a adoção do trafo de 75 kVA, cujo fator de carregamento mais detalhado é apresentado no Gráfico 23.

Gráfico 23 - Fator de carregamento - Transformador de 75 kVA



Fonte: Produção do próprio autor.

A análise do Gráfico 23 permite concluir que há ainda uma diferença considerável entre o fator de carregamento para o transformador de 75 kVA e o valor nominal, sendo o maior valor calculado igual a aproximadamente 0,66, ou seja, pelo menos com relação ao mês de dezembro (que já se apresenta como um dos meses de maior consumo de energia), há ainda uma margem de carga de 34%, em outras palavras, a adoção desse transformador atenderia aos pré-requisitos para opção de faturamento pelo Grupo B enquanto ainda possibilitaria a instalação de mais 25,5 kVA de carga demandada sem que ocorresse uma sobrecarga do transformador.

Do ponto de vista de perdas, existem, em um transformador, basicamente as perdas no cobre e as perdas no núcleo. As perdas no núcleo, de forma geral, são as perdas devido à magnetização, e são iguais às perdas a vazio independentemente da carga. Já as perdas no cobre, são as perdas decorrente do carregamento do transformador, e são numericamente iguais ao quadrado do fator de carregamento multiplicado pelas perdas a plena carga.

De acordo com ABNT (2014), transformadores de 75 kVA podem apresentar, no máximo 295 W de perdas a vazio e 1,1 kW de perdas no cobre a plena carga.

Assim, aplicando-se o fator de carregamento calculado para esse trafo nos intervalos de 15 minutos apresentados na memória de massa de dezembro, tem-se para esse mês, aproximadamente 306,32 kWh de perdas, resultando em um rendimento de 98,05%.

6.5 Payback

Para o cálculo do tempo de *payback* da troca do transformador de 150 kVA pelo de 75 kVA, deve-se levar em conta a diferença entre as perdas, o custo do investimento, o valor do novo transformador e o valor economizado com o novo modelo de tarifação. Assim, tem-se a Equação (5), apresentada a seguir:

$$\begin{aligned} &(Custo_{investimento} - Valor_{venda}) \\ &+ t\left(Custo_{perdas_{75}} + Custo_{energia_{Grupo}B}\right) \\ &= t(Custo_{perdas_{150}} + Custo_{energia_{Grupo}A} \\ &+ Custo_{demanda_{Grupo}A}) \end{aligned} \tag{5}$$

Onde o custo do investimento é dado pela Equação (6) a seguir:

$$Custo_{investimento} = n \times R\$ \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \tag{6}$$

Com *r* sendo a taxa de juros (no caso, será considerada a SELIC), R$ o preço de compra do transformador e n a vida útil do trafo em anos.

De acordo com IOPES (2018), o custo de aquisição de um transformador de 75 kVA novo é de R$6.048,85 (sem frete). Segundo ADVFN (2018), a taxa SELIC é de 6,5% ao ano. Assim, considerando a vida útil de um transformador igual a 25 anos, tem-se $Custo_{investimento} = R\$12.397{,}34$. Nesse valor, além do frete, não foi considerada a possível despesa com mão de obra para a realização da troca.

De acordo com Mercado Livre (2018), o valor da venda do trafo de 150 kVA usado é igual a R$5.800,00 e o valor das perdas do trafo a ser adquirido iguais a 306,32 kWh, e ainda considerando que, para faturamento pelo Grupo B, não há distinção entre horários de ponta e fora ponta e assumindo que a instituição será classificada como grupo B3 (comercial), são apresentados na tabela alguns valores que serão usados no equacionamento.

Tabela 1 - Dados para cálculo do *payback*

ITEM	VALOR

Investimento	R$12.397,34
Venda do trafo	R$5.800,00
Perdas mensais (75 kVA)	306,32 kWh
Perdas mensais Ponta (150 kVA)	15,586 kWh
Perdas mensais Fora Ponta (150 kVA)	216,694 kWh
TUSD (B3)	0,22011 (R$/kWh)
TE (B3)	0,26467 (R$/kWh)
Custo consumo de energia Ponta (dezembro)	1,6056 (R$/kWh)
Custo consumo de energia Fora Ponta (dezembro)	0,30827 (R$/kWh)
Custo demanda (dezembro)	18,38 (R$/kW)
Total de energia consumida - Ponta (dezembro)	623,44 kWh
Total de energia consumida - Fora Ponta (dezembro)	8667,76 kWh
Demanda contratada	75 kW

Fonte: Produção do próprio autor.

Assim, a Equação (5) terá o seguinte formato:

$$(12397{,}34 - 5800) + t[(0{,}22011 + 0{,}26467) \times (306{,}32 + 623{,}44 + 8667{,}76)]$$
$$= t[(15{,}586 \times 1{,}6056) + (216{,}694 \times 0{,}30827) + (623{,}44 \times 1{,}6054)$$
$$+ (8667{,}76 \times 0{,}30827) + (75 \times 18{,}38)]$$

Logo,

$$6597{,}34 + 4652{,}68t = 5143{,}21t$$

E, portanto, o tempo de *payback* será de 13,45 meses, o que quer dizer que em pouco mais de um ano o trafo se pagará devido a mudança de grupo tarifário.

A fim de tornar a comparação mais palpável, a troca do trafo traria uma economia de R$11.510,90 por ano. Se comparada a simples redução da demanda contratada, esse valor é cerca de 25,72% maior, por tanto, mesmo sendo necessário um investimento inicial elevado, o curto tempo de *payback* aliado a economia anual justificam a recomendação pela troca do transformador.

6.6 Considerações do capítulo

Nesse capítulo, além da validação dos resultados e conclusões levantadas no Capítulo 1, foi apresentado o conceito de carregamento do transformador e assim fornecida uma nova sugestão de alteração, dessa vez sendo necessária a troca do transformador de 150 kVA para 75 kVA. Essa redução trará uma economia superior a R$ 11.000,00, e um *payback* de pouco mais que 13 meses, sendo por isso altamente recomendável que seja executada.

No capítulo seguinte, será apresentado outro fator técnico que contribui com a eficiência energética e fator de potência da instituição. Será apresentada uma análise detalhada do carregamento de um dos motores existentes no local, a bomba de recalque; além disso, serão apresentadas algumas informações pertinentes que foram observadas durante o desenvolvimento desse estudo.

7 ANÁLISE COMPLEMENTAR

A análise complementar possui como objetivos apresentar algumas outras medidas e análises de eficiência, bem como citar outros pontos de impacto que foram observados durante o decorrer do trabalho com as visitas à instituição e com as diversas conversas com a direção, equipe técnica, funcionários, pacientes e acompanhantes.

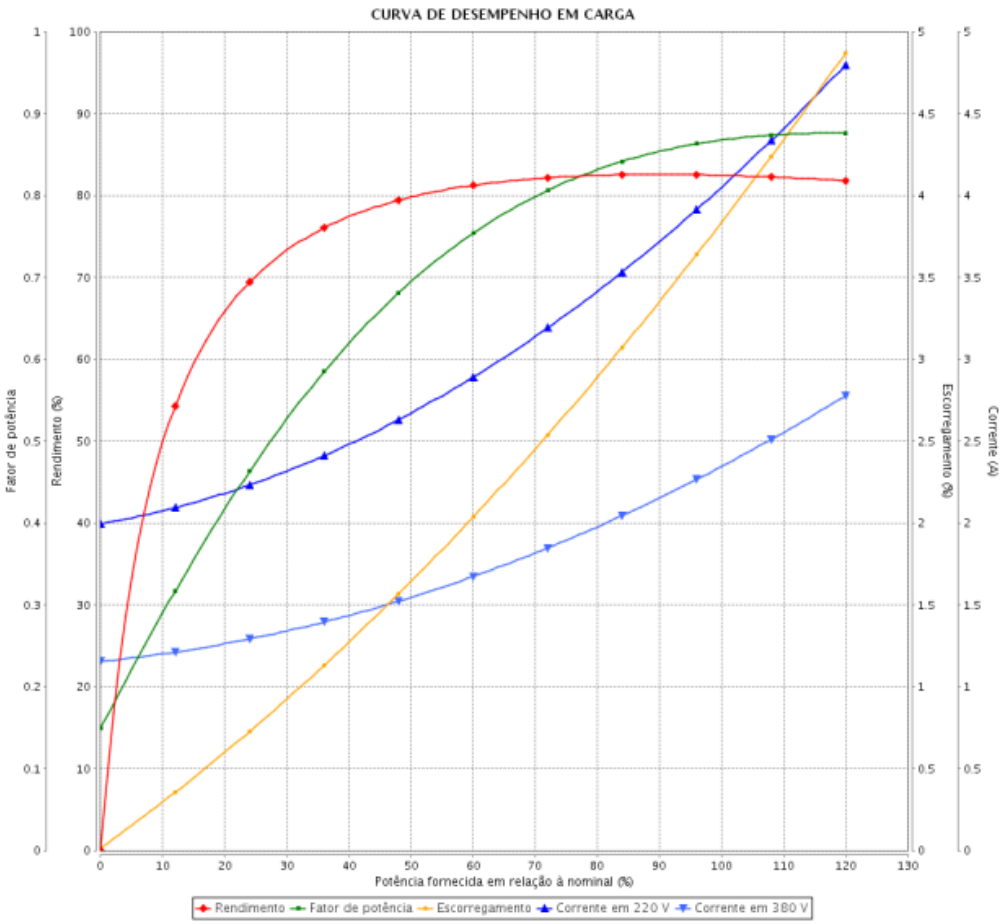
Em um primeiro momento, a discussão será pautada na análise da eficiência de um dos motores do local. A ACACCI conta com seis motores de maior potência, sendo dois elevadores, duas bombas de recalque sendo uma delas em *stand-by*, e duas bombas de combate à incêndios.

Para a análise do carregamento do motor, foi necessário acesso aos dados de placa e à medição da corrente de cada fase com o uso de um alicate amperímetro. Como os motores de elevadores são abertos, esses não oferecem condição segura para tal medição, já os motores das bombas de incêndio não estão funcionando em maior parte do tempo; por essa razão, optou-se por proceder tal análise para os motores das bombas de recalque que são idênticos entre si e operam praticamente ininterruptamente durante o dia, e, portanto, além de possibilitarem uma análise mais prática, são os que teriam maior impacto em caso de sobredimensionamento.

7.1 Características do motor

O motor a ser analisado é utilizado como bomba de recalque. Existem dois equipamentos idênticos e que operam em regime de revezamento. A máquina é um motor de indução trifásico com rotor tipo gaiola de fabricação da WEG, modelo Plus datado de junho de 2016. Dentre os principais dados de placa, constam a potência nominal de 1,5 cv, dois polos, velocidade nominal de 3460 rpm, tensão nominal 220/380 V e corrente nominal 4,02/2,33 A. A Figura 24 apresenta as curvas características desse motor.

Figura 24 - Curvas características em função da potência (1,5 cv)



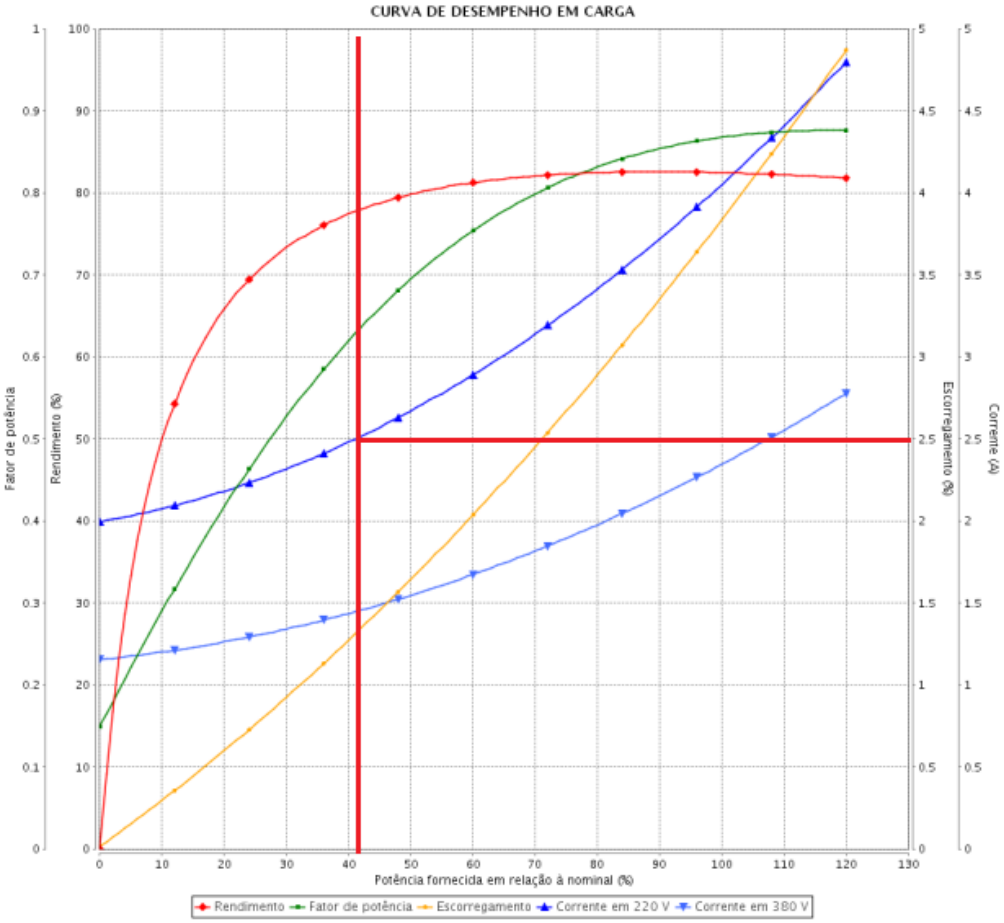
Fonte: WEG.

Um conjunto de curvas características como o apresentado na Figura 24 permite, através de medidas relativamente simples, traçar boa parte do comportamento do motor frente à carga. Por exemplo, com uma simples medida de corrente com o uso de um alicate amperímetro ou ainda da velocidade com o uso de um tacômetro, é possível concluir informações a respeito do carregamento do motor, rendimento e fator de potência.

7.2 Medições e conclusões

Por uma questão de simplicidade, para a análise do equipamento existente na ACACCI, foram medidas as correntes em cada fase com o uso de um alicate amperímetro. O motor é alimentado por tensão trifásica de 220 V e apresentou 2,4 A como o valor da corrente de carga para a fase R; 2,6 A para a fase S; e 2,5 A para a fase T. Do ponto de vista do balanceamento de fases, não foram observadas grandes anormalidades. A Figura 25 apresenta, a partir da média dos valores de corrente obtidos (2,5 A) o ponto de operação em que o motor se encontra.

Figura 25 - Ponto de operação do motor (1,5 cv)



Fonte: WEG - Modificado.

A análise da Figura 25 permite concluir que o motor da bomba de recalque está operando com cerca de 41% do seu carregamento nominal, o que é considerado baixo. Os efeitos desse baixo carregamento podem ser inferidos a partir das demais curvas. Primeiramente, observa-se que o escorregamento é de aproximadamente 1,3%, ou seja, a velocidade do eixo é igual a 3553 rpm, 93 rpm maior que a velocidade nominal, sendo essa uma das principais características de um motor com baixo carregamento.

Outra observação possível diz respeito ao rendimento. Mesmo sendo considerada uma máquina de alto rendimento, o fato da operação ocorrer com um baixo carregamento faz com que esse seja aproximadamente 78%, cerca de 4% menor do que o rendimento para carga nominal. Essa medida permite calcular as perdas, já que o rendimento é calculado pela razão entre a potência mecânica e a potência elétrica; como a potência mecânica, nesse caso, é 41% da potência nominal, pode-se afirmar que a potência mecânica entregue pelo eixo é de 452,64 W, logo a potência elétrica consumida é de 580,31 W, indicando assim um total de 127,67 W de perdas.

Também é importante a análise do fator de potência. Motores indutivos, em geral são um dos maiores responsáveis pelo consumo de reativos; além disso, o sobredimensionamento desses equipamentos pode acarretar um consumo ainda maior desse tipo de energia. A partir da Figura 25, pode-se inferir que o fator de potência para o carregamento atual é de aproximadamente 0,63, considerado muito baixo, dado que, para carga nominal, o fator de potência é de aproximadamente 0,85. Isso implica dizer que aproximadamente 715,34 VAr são consumidos pelo equipamento. Estimando o funcionamento do motor por 8 horas durante 30 dias no mês, pode-se inferir um consumo de 139,27 kWh e 171,68 kvar por mês proveniente das bombas de recalque, o que corresponde a 9,05% de toda a energia reativa consumida no mês de dezembro de 2017.

7.3 Viabilidade da troca

Motores que apresentam baixo carregamento podem ser trocados de modo a reduzir as perdas. É evidente que, a depender do valor dessa energia perdida, uma troca imediata não é recomendável. Para tal análise, de acordo com Almeida et al (2006, p. 101), é conveniente que a troca imediata seja feita apenas se o custo do novo motor for inferior ao valor a ser economizado com a troca, conforme apresentado na Equação (7):

$$C_{novo} < T_R . E, \tag{7}$$

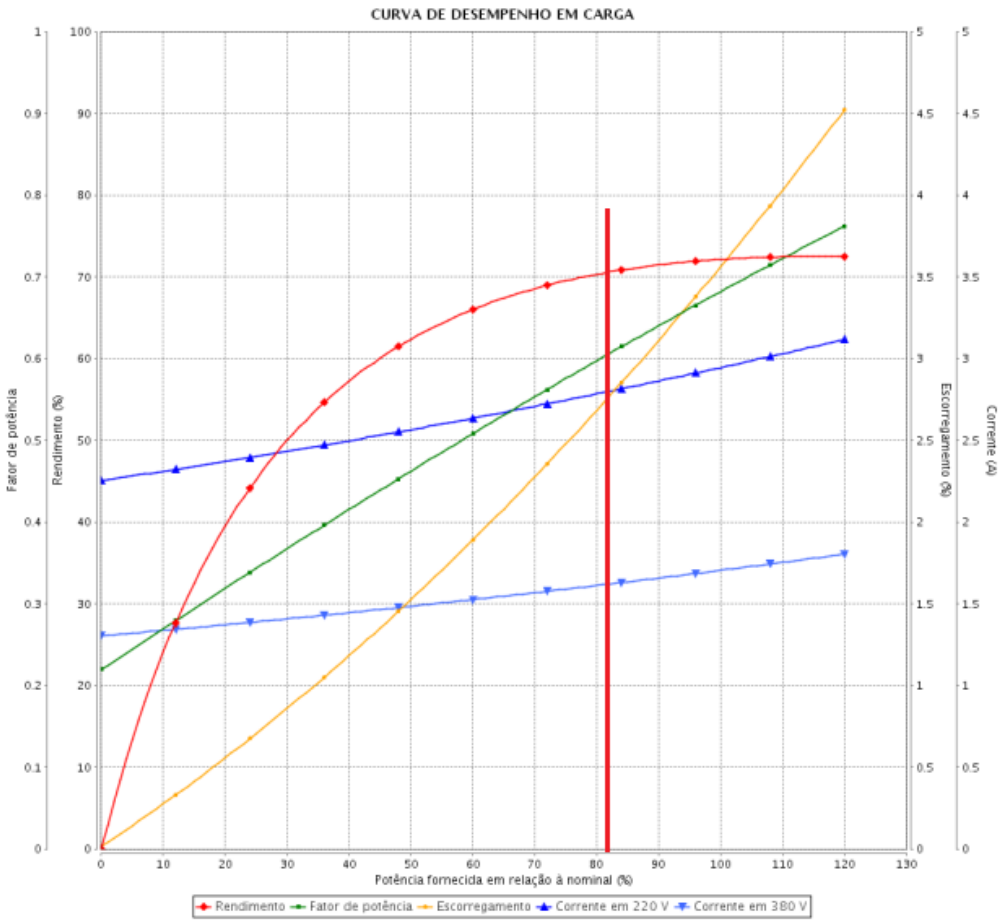
Onde T_R é o tempo de vida útil restante do motor atual e E é o valor economizado com as perdas, dado, ainda de acordo com Almeida et al (2006, p. 101), pela Equação (8) a seguir:

$$E = 0{,}745 . P_N . \frac{n_t}{n_N} . \frac{(n_S - n_t)}{(n_S - n_N)} . H . TE . \left(\frac{100}{\eta_{Velho}} - \frac{100}{\eta_{Novo}} \right) \tag{8}$$

Onde P_N é a potência nominal do motor; n_t, n_S, n_N as velocidades de trabalho, velocidade síncrona e velocidade nominal, respectivamente; H o número de horas em operação por ano; TE a tarifa de energia (TE+TUSD); η_{Velho} o rendimento do motor velho; e η_{Novo} o rendimento do motor novo.

Assim, sabendo que, a potência nominal da carga é de 452,64 W, conforme apresentado no tópico anterior, sugere-se, para efeito de cálculo, um motor similar ao atual, mas com potência nominal de 0,75 cv (552 W), portanto o primeiro da linha comercial com potência nominal suficiente para atendimento da carga. A Figura 26 apresenta as curvas características do motor proposto já com o ponto de operação proposto.

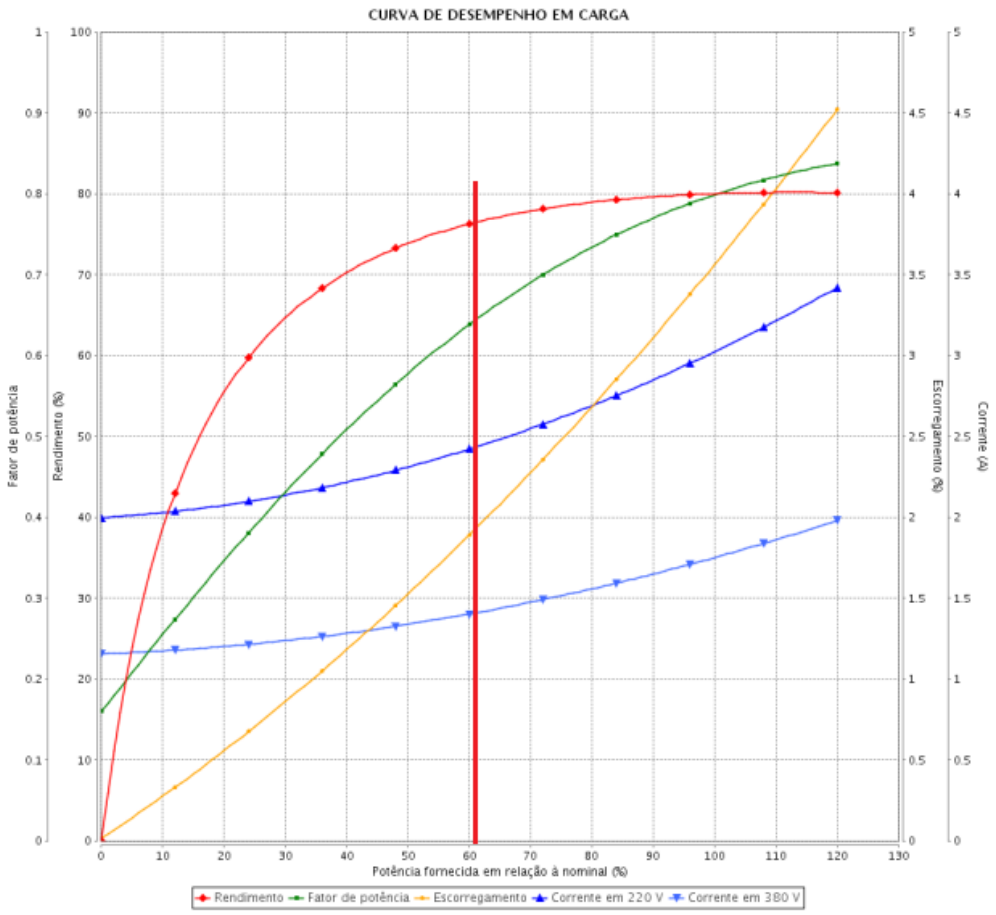
Figura 26 - Curvas características em função da potência (0,75 cv)



Fonte: WEG - Modificado.

A partir da Figura 26 é possível observar que o motor proposto irá operar com cerca de 82% da sua capacidade nominal. Observa-se que o motor com a potência nominal de 0,75 cv possui rendimento máximo de cerca de 72%. Para 82% da sua capacidade nominal, esse rendimento passa a ser de aproximadamente 71%, ou seja, mesmo reduzindo a potência nominal do equipamento, a potência demandada da rede será de 637,52 W, sendo ainda maior que a do motor atual. Uma análise similar foi realizada para o motor de 1 cv, cujas curvas de carga e ponto de operação estão apresentados na Figura 27.

Figura 27 - Curvas características em função da potência (1 cv)



Fonte: WEG - Modificado.

Para o motor de 1 cv, o carregamento é de aproximadamente 61%. Nesse caso, observa-se pela Figura 27 que o rendimento será de pouco menos que 78%. O rendimento inferior já é um indicativo da não viabilidade da troca. O fator de potência, que também é um ponto a ser levado em consideração, é um pouco maior que o do motor de 1,5 cv, entretanto, essa diferença é pequena e quando colocada em conjunto com o rendimento pouco menor que o atual e com o fato de o pagamento de reativos excedentes não ser elevado.

Assim, partindo da análise comparativa do carregamento, rendimento e fator de potência do motor atualmente instalado frente ao motor de 0,75 cv e 1 cv, conclui-se não ser vantajosa a troca e, portanto, não recomendada.

7.4 Observações complementares

Durante a realização dos trabalhos, alguns outros fatores foram observados e merecem certa atenção. Um deles diz respeito ao fato de um dos entrevistados relatar que o ventilador da

escolinha estaria “balançando muito”. É importante fazer a verificação de itens como essa com frequência, para garantir não só o conforto, mas a segurança dos usuários.

Outro ponto observado está relacionado ao Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas (SPDA). Durante as visitas realizadas no local, foi observada que os condutores de algumas descidas estão aparentemente folgados, algumas inclusive com as guias danificadas. O mesmo aparenta acontecer com as malhas propriamente ditas.

7.5 Considerações do capítulo

O Capítulo 7 encerra um conjunto de capítulos de análise técnica da eficiência elétrica das instalações e dos equipamentos e do consumo eficiente. Até aqui foram discutidas medidas de caráter técnico que promovessem o aprimoramento do conforto oferecido nos ambientes, o aumento da eficiência e a redução dos valores pagos com energia. Muitas das ações recomendadas tratam de investimentos a serem realizados ou até mesmo a serem mantidos, todas com embasamento teórico, matemático e financeiro que as justificassem.

Agora, por fim, é necessário partir para medidas de eficiência que, apesar de não mensuráveis, são constatáveis e podem ter retornos ainda maiores que os até aqui apresentados. O capítulo a seguir trará um conjunto de propostas de apresentações e atividades de conscientização que fomentam o consumo consciente seja na instituição, seja nas residências dos usuários e até mesmo dos funcionários com o objetivo de trazer resultados que podem ser sentidos o quanto antes.

8 ATIVIDADES DE CONSCIENTIZAÇÃO

O trabalho até aqui realizado apresentou diversos fatores que embasaram as sugestões propostas. Entretanto, é preciso ter ciência que a análise realizada não é em nada eficaz se não for colocada em prática. Nesse sentido, propõe-se três diferentes momentos, um com a direção da instituição, outro com seus funcionários e, por fim, outro com as crianças, adolescentes e seus acompanhantes.

8.1 Atividades com a direção

Boa parte das medidas propostas, sabidamente podem soar "impopulares" devido às modificações necessárias, alterações em regras e até mesmo aquisição de novos equipamentos. É evidente que todas essas ações passam pela direção da instituição e exigem um embasamento técnico/teórico que os justifiquem.

Após a conclusão desse trabalho, será organizada, portanto, uma palestra com a direção da ACACCI, os setores responsáveis pela tomada de decisão, bem como com a equipe técnica que estará mais familiarizada aos termos usados. Inicialmente, essa palestra contará com uma breve introdução a respeito da composição das faturas de energia elétrica no ano fiscal analisado. É importante que as pessoas estejam cientes das ideias e conceitos técnicos que nortearam as sugestões. Após a contextualização desses termos e fatores, será apresentada a sugestão da alteração do contrato de demanda e seus benefícios, inclusive com relação à redução que poderá ser observada.

Após a análise tarifária, será apresentada a análise do perfil de consumo obtido a partir da memória de massa, ressaltando principalmente o perfil diário, os horários de maior consumo e os horários de Ponta. Será abordado, brevemente, a questão do fator de potência e os maquinários que podem afetá-lo, bem como sua correlação às cobranças de excesso de energia incidente.

Visando a adoção de um ambiente que possibilite maior conforto e menor consumo de energia, serão apresentados os resultados das análises feitas com relação ao funcionamento da instituição, apontando problemas observados durante as visitas, ações que devem ser mantidas e situações que devem ser alteradas para aprimorar a eficiência energética do local. Ainda com relação às pesquisas, serão apresentados para a direção os resultados das pesquisas de opinião, que embasaram parte do estudo. Aproveitando ainda o ensejo, será apresentado a questão do fator de carregamento do transformador atual e do transformador proposto, apontando a proposta de melhoria e de opção de tarifação pelo grupo B de faturamento, bem como as

premissas assumidas para a proposta, como por exemplo o fator de demanda para os novos aparelhos de ar condicionado.

Por fim, serão apresentados os resultados do levantamento luminotécnico realizado e a comparação com os ambientes simulados, indicando ainda as soluções propostas e suas justificativas. Para finalizar a palestra, serão indicados os temas que serão trabalhados com os demais grupos, os objetivos esperados quanto a aplicação das técnicas propostas e a importância de manter ações educativas com certa frequência, principalmente devido à alta rotatividade de pessoas na instituição.

8.2 Atividades com os funcionários

Para os funcionários, será necessária uma abordagem um pouco mais voltada para as alterações de rotina e conscientização, já que esses são os que fazem suas atividades em qualquer horário durante o expediente. Para eles, será apresentado primeiramente o relatório de demanda de dezembro e o comportamento do consumo ao longo do dia e da semana, de forma a destacar o impacto, em termos de consumo, das atividades desenvolvidas no horário comercial. A intenção dessa informação é fazer com que cada um possa refletir sobre as ações do seu dia a dia e como poderiam fazê-las de modo mais eficiente. A partir daí, serão apresentados ainda os conceitos de horário de Ponta e Fora Ponta e os custos da energia em cada situação.

Em um segundo momento, serão abordados os resultados das pesquisas que foram passados à direção e, de forma resumida, os impactos que os resultados trouxeram na análise, como a verificação da iluminação nos ambientes e a viabilidade da alteração da demanda contratada ou ainda da troca do transformador. Serão abordadas por fim, alterações sugeridas na rotina, apresentação de atividades observadas que trazem eficiência e de outras que precisam ser aprimoradas ou implementadas; além disso, a apresentação de medidas de eficiência energética será extrapolada para o uso residencial com a apresentação de uma cartilha desenvolvida que abordará por meio de palavras cruzadas, jogo dos sete erros, caça-palavras entre outros passatempos, conceitos como tarifa branca, bandeiras tarifárias e ações de eficiência e combate ao desperdício.

8.3 Atividades com os pacientes e acompanhantes

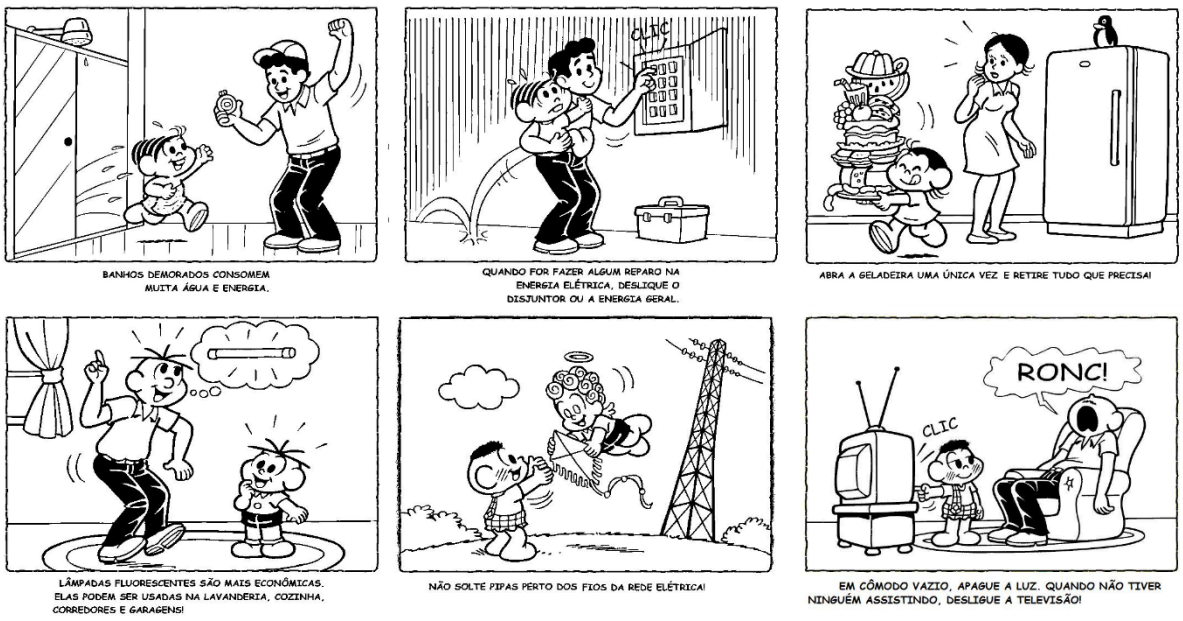
Dentre os diversos públicos trabalhados nessa etapa, esse em especial exige uma abordagem diferente. A maioria dos pacientes atendidos pela ACACCI vem de algum contexto de vulnerabilidade social. Em geral, são pessoas do interior de diversos Estados e que não têm

condições para arcar com os custos de um tratamento tampouco possuem a oferta desses recursos próximo aos seus domicílios, e por isso buscam na ACACCI o apoio necessário ao tratamento realizado na capital.

Propor soluções de eficiência energética que impactassem apenas a instituição seria menos eficaz do ponto de vista social. A rotatividade de famílias na instituição é elevada então é importante que as pessoas possam levar atitudes sustentáveis para suas residências e que os novos usuários possam aprender tais atitudes de modo lúdico para que os efeitos da eficiência energética possam ser sentidos não só na ACACCI, mas em casa, além de estimular as crianças e adolescentes o aprendizado no campo da eletricidade e, despertá-los no interesse para tornarem-se futuros engenheiros.

Nesse sentido, a abordagem proposta é um pouco mais leve, apresentando os resultados pertinentes da pesquisa de opinião realizada e discutindo algumas medidas de eficiência energética. Para trabalhar o lado lúdico, imagens da Turma da Mônica® para colorir trabalhando conceitos como segurança em eletricidade e medidas de economia serão usadas para as crianças de menor idade. A Figura 28 apresenta as imagens a serem trabalhadas.

Figura 28 - Imagens para colorir - Turma da Mônica



Fonte: Projeto Labirinto Elétrico.

As imagens poderão ser trabalhadas na escolinha como oficina de pintura para crianças e uma exposição periódica pode ser organizada, de modo a trabalhar os conceitos apresentados. Para crianças já na fase escolar, foi desenvolvido um jogo de tabuleiro que trabalha as medidas de

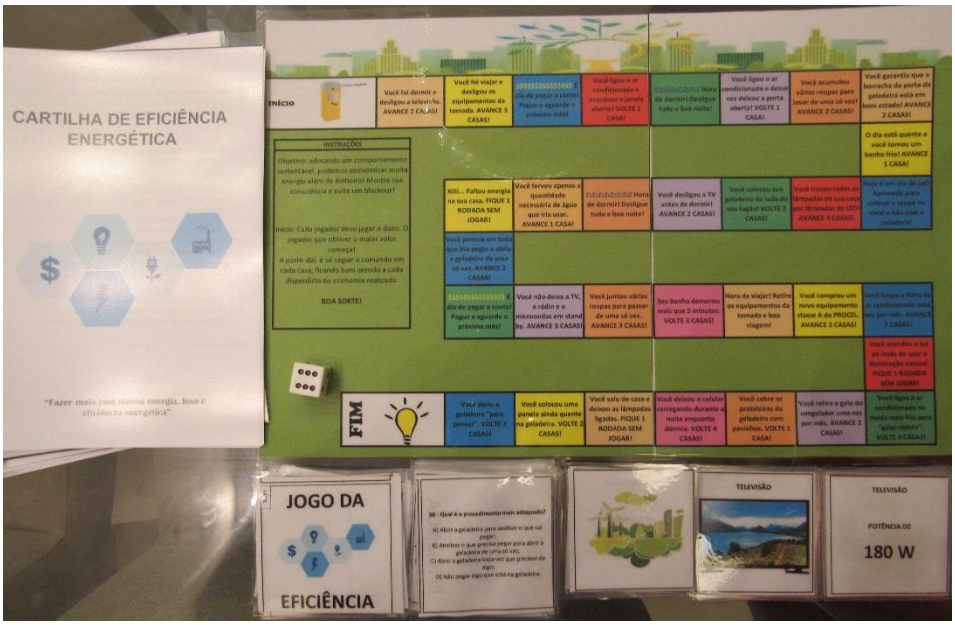
eficiência. No jogo, ganha o participante que primeiro concluir a trilha e assim evitar um "*blackout".* Deve ser jogado com o auxílio de um dado que marque a quantidade de casas que um participante pode se mover. Em cada casa existem textos que abordam diferentes ações que melhoram ou não a eficiência energética de uma instalação, punindo ou bonificando o jogador com o avanço ou a volta de um determinado número de casas. Espera-se assim, trabalhar a consciência dos jogadores a partir da recompensa por atitudes sustentáveis.

Num outro jogo desenvolvido, também para essa faixa etária envolver o conceito do consumo de energia de diferentes equipamentos, a ideia é realizar um jogo da memória em que o par é composto pelo nome e imagem de um equipamento (secador de cabelo, liquidificador, etc), e pela sua potência (representada pelo valor nominal e pelo nome do equipamento). O objetivo é fazer com que, durante o jogo, as crianças possam observar os maiores valores para alguns equipamentos fazendo alusão ao maior consumo.

Um último jogo foi proposto para os adolescentes em tratamento e até mesmo para os adultos. A brincadeira possui o modelo "Show do Milhão®", consistindo, portanto, em um jogo de perguntas e respostas. Foram elaboradas 57 perguntas de níveis fácil, médio e difícil em que, para vencer, um jogador deve responder corretamente 5 perguntas fáceis, 2 médias e 1 difícil. O participante terá ainda o direito de trocar a pergunta fácil 2 vezes e a média 1 vez. As perguntas versam sobre medidas de eficiência energética, geração de energia, matriz energética brasileira, tarifas de energia e modelo do setor elétrico brasileiro. O objetivo é, além de conscientizar, estimular as pessoas a conhecerem um pouco mais o sistema energético brasileiro e até mesmo despertar a curiosidade para seguirem na área.

Para os acompanhantes, a mesma cartilha desenvolvida para funcionários com um conjunto de passatempos será usada. Esse material poderá ser entregue aos novos usuários dos serviços ofertados pela ACCACI. Os textos e exercícios propostos abordam os temas de modo lúdico, instigante e aplicável nos mais diversos locais. Tanto a cartilha quanto os jogos desenvolvidos são apresentados na Figura

Figura 29 – Cartilha e jogos desenvolvidos



Fonte: Produção do próprio autor.

9 CONCLUSÕES

A realização desse trabalho possibilitou colocar em prática diversos conceitos aprendidos durante o curso de Engenharia Elétrica, mas mais importante que isso foram os resultados obtidos. Uma simples análise da composição da fatura de energia elétrica possibilita visualizar o peso da carga tributária existente bem como os inúmeros fatores que compõem o cálculo tarifário.

Ficou evidente a importância da análise do contrato de demanda. Uma instituição filantrópica como a ACACCI tem o seu orçamento proveniente basicamente de doações. Observou-se que o contrato existente atualmente excede em aproximadamente 74,4% a demanda ideal a ser contratada, representando assim um custo elevado que é pago desnecessariamente, representando, a partir da redução de 75 kW para 43 kW, uma economia de R$9.155,53 anualmente sem que para isso seja necessário novas aquisições de equipamentos ou mudança de comportamento.

Ainda com relação ao faturamento de energia elétrica, é clara a importância da análise do carregamento do transformador de entrada não só para a redução de perdas, mas principalmente quando o sobredimensionamento impactar inclusive no grupo tarifário adotado. Dessa forma, apresentou-se a possibilidade de troca do trafo atual de 150 kVA para um de 75 kVA e o impacto que tal medida traria, com a redução dos custos anuais de energia em R$11.510,90 e o tempo de retorno de pouco mais que um ano.

Ainda sobre o ponto de vista do dimensionamento das instalações, apresentou-se a análise do carregamento do motor da bomba de recalque, os impactos do baixo carregamento com relação ao rendimento e fator de potência e principalmente que, por vezes, devido às características inerentes do motor, a melhoria de tal relação de carga não necessariamente acarretará em um maior fator de potência e rendimento.

Com relação à iluminação, foi evidenciado os impactos das alterações nos projetos originais sem a devida análise para uma medida paliativa, como pode ser observado na Sala de Recreação Infantil. Além disso, pode-se observar ainda os impactos de algumas intervenções arquitetônicas que, por vezes, apesar de agradar aos olhos pelo ponto de vista da beleza, podem não ser tão agradáveis a eles pelo ponto de vista da eficiência da iluminação. As medidas propostas como a inclusão de uma luminária na coifa, a inclusão de luminárias nas paredes e pendentes na ala de Recreação Adolescente, a colocação de *spots* na escolinha e a iluminação com trilho na Sala de Recreação Infantil foram recomendadas de forma a atender a um novo

layout ou ainda atender a algumas indicações já do projeto original, para que os ambientes possam então fornecer o conforto visual mínimo recomendado.

Ficou clara, durante o desenvolvimento do estudo, a importância de levar-se em consideração a opinião das pessoas até mesmo como justificativa que embasem as recomendações, afinal, todas as propostas aqui colocadas levaram em conta ou uma redução de custo considerável ou partiram de uma insatisfação ou desconforto das pessoas, e por isso mereciam atenção. É fato ainda a importância do paralelo realizado entre opinião, observação e documental técnico, para traçar de modo mais preciso o perfil de consumo do local bem como as medidas que podem ser adotadas para o aumento da eficiência, como por exemplo, a alteração dos horários permitidos para que as famílias lavem suas roupas.

Como esperado, infelizmente constatou-se a ainda baixa consciência de atitudes que podem economizar energia e tornar o consumo mais eficiente. Nas diversas conversas, pode-se observar que muitos desconhecem os mecanismos existentes de cobrança variável de acordo com o custo da geração de energia e, aqueles que conhecem, não têm o hábito de se planejarem quanto a isso. Além disso, pequenas atitudes como reduzir o tempo de banho, programar a TV para desligar após um certo tempo, retirar equipamentos das tomadas e até mesmo retirar o carregador de celular do *plug* após carregar não fazem parte do cotidiano das pessoas, e que por essa razão precisam ser trabalhados a fim de informar e conscientizar, esperando-se, por fim, que as medidas de conscientização propostas nesse projeto façam com que essa realidade possa ser diferente em um futuro próximo.

Por fim, como sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se a verificação da demanda faturada em pelo menos doze meses após a efetiva colocação dos equipamentos de ar condicionado. Essa recomendação é necessária pois as considerações aqui utilizadas foram baseadas no perfil de consumo anterior, no valor do fator de demanda recomendado por norma e nas respostas obtidas tanto da direção da ACACCI quanto dos próprios usuários, sendo importante que tal padrão seja verificado a fim de evitar cobranças de excesso de demanda. Além disso, recomenda-se ainda a análise da viabilidade da troca dos motores levando em conta máquinas de outros fabricantes. Outro possível trabalho a ser realizado, diz respeito à verificação das condições do SPDA e do seu atendimento às normas técnicas vigentes.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABALUX. **LEDC32/LEDC33**. Disponível em: <http://www.abalux.com.br/catalogo/ledc32-ledc33-p3694/>. Acesso em: 07 out. 2018.

ADVFN. **Taxa SELIC**. Disponível em: < https://br.advfn.com/indicadores/taxa-selic>. Acesso em: 15 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Bandeiras Tarifárias.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/bandeira-tarifaria/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em: 15 abr. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Por dentro da conta de luz**: informação de utilidade pública**.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_1p_atual.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional –PRODIST – Módulo 5 – Sistemas de medição.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/Modulo5_Revisao5/4d9e298e-cbf6-4b09-a01a-2e55f05dc9c7>. Acesso em: 13 jun. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução homologatória nº 2.283, de 31 de julho de 2017.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20172283.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Resolução normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?Version=1.0>. Acesso em: 15 abr. 2018.

ALMEIDA, M. S. V.; BORTONI, E. C.; CORTEZ, J; A; DIAS, M. V. X.; FERREIRA, C.; GAMA, P. H. R. P.; GUARDIA, E. C.; HADDAD, J; LORA, E. E. S.; MARQUES, M. C. S.; MARTINS, A. R. S.; MENDES, P. P .C.; NOGUEIRA, F. J. H.; NOGUEIRA, L. A. H.; PIRANI, M. J.; SANTOS, A. H. M.; SILVA, V. F.; SIMÕES, A. A.; TEIXEIRA, F. N.; VENTURINI, O.; VIANA, A. N. C.; YAMACHITA, R. A. **Conservação de Energia**: Eficiência Energética de Equipamentos e Instalações. 3. ed. Itajubá: FUPAI, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5440:2014**: Transformadores para redes aéreas de distribuição - Requisitos. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/29064/nbr5440-transformadores-para-redes-aereas-de-distribuicao-requisitos>. Acesso em: 09 ago. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Disponível em: <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/vilmair/instalacoes-prediais-1/normas-e-tabelas-de-dimensionamento/NBRISO_CIE8995-1.pdf/at_download/file>. Acesso em: 20 jun. 2018.

BORTONI, E. C.; CARVALHO, R. D. M.; DIAS. M. V. X.; GUARDIA, E. C.; HADDAD, J.; NOGUEIRA, F. J. H.; NOGUEIRA, L. A. H.; PIRANI, M. J.; SANTOS, A. H. M. S.; VENTURINI, O.; YAMACHITA, R. A. **Eficiência Energética**: Teoria & Prática. 1. ed. Itajubá: FUPAI, 2007.

EDP. **Fornecimento de energia elétrica em tensão primária de distribuição**. Disponível em: <http://www.edp.com.br/CentralDocumentos/PT.DT.PDN.03.14.001.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2018.

EDP. **Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária de distribuição**: edificações coletivas. Disponível em: <http://www.edp.com.br/CentralDocumentos/Padroes%20de%20Ligacao%20-%20%20SP/PT.PN.03.24.0002.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2018.

EL PAÍS. **De quanto em quanto tempo é preciso tomar banho?** Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2015/02/09/ciencia/1423494328_078253.html>. Acesso em: 01 nov. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano nacional de energia**: 2030. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-165/topico-173/PNE%202030%20-%20Proje%C3%A7%C3%B5es.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Desperdício consome 10% da energia elétrica no país, diz associação.** Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/02/1586778-desperdicio-consome-10-da-energia-eletrica-no-pais-diz-associacao.shtml?fbclid=IwAR2GsB_pMezDaKs3XHpa2EiKZmdewKLSE1_sWRuQrRTU9muEDGtdzGqOQ6o>. Acesso em: 01 nov. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Lâmpada LED**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/cartilhas/lampada-led/lampadaled.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

IOPES. **Referencial de preço**. Disponível em: <https://iopes.es.gov.br/referencial-preco-1#collapse-1839>. Acesso em: 15 out. 2018.

ITAIM. **Orbi EM 2**. Disponível em: <http://www.itaimiluminacao.com.br/catalogo/produto/id/10811>. Acesso em: 07 out. 2018.

LUMICENTER. **AR72-S**. Disponível em: <http://www.lumicenteriluminacao.com.br/catalogo/ar72-s-p135/>. Acesso em: 07 out. 2018.

LUMICENTER. **PD65-P**. Disponível em: <http://www.lumicenteriluminacao.com.br/catalogo/pd65-p-p446/>. Acesso em: 07 out. 2018.

LUMICENTER. **SR20-T**. Disponível em: <http://www.lumicenteriluminacao.com.br/catalogo/sr20-p5172/>. Acesso em: 07 out. 2018.

MERCADO LIVRE. **Transformador 150 kVA Trifásico**: usado. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-908073628-transformador-150-kva-trifasico-_JM>. Acesso em: 15 out. 2018.

MIDEA. **Catálogo Springer Inverter**. Disponível em: <https://www.mideadobrasil.com.br/pt/modelo/descricao/226/multisplit-springer-midea-inverter>. Acesso em: 20 nov. 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço energético nacional 2018:** ano base 2017. Disponível em: <http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-303/topico-419/BEN2018.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

MONTEIRO, M. A. G; ROCHA, L. R. R. **Gestão Energética**: guia técnico. 1. ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2005.

O GLOBO. **Brasileiro trabalha 11 horas no mês só para pagar conta de luz.** Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/petroleo-e-energia/brasileiro-trabalha-11-horas-no-mes-so-para-pagar-conta-de-luz-19157066>. Acesso em: 01 nov. 2018.

PROCEL. **Manual de Tarifação da Energia Elétrica.** Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/Manual%20de%20Tarif%20En%20El%20-%20Procel_EPP%20-%20Agosto-2011.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

PROJETO LABIRINTO ELÉTRICO. **Cuidados com a eletricidade**. Disponível em:<http://projetolabirintoeletrico.blogspot.com/2016/08/cuidados-com-eletricidade_31.html>. Acesso em: 25 out. 2018.

WEG. **Wjet Pump 0.75 cv 2P W56J 3F 220/380 V 60 Hz IC01 – ODP – Com pés.** Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Motores-El%C3%A9tricos/Trif%C3%A1sico---Baixa-Tens%C3%A3o/Bombas/Jet-Pump/WJet-Pump/Wjet-Pump-0-75-cv-2P-W56J-3F-220-380-V-60-Hz-IC01---ODP---Com-p%C3%A9s/p/11136011>. Acesso em: 10 nov. 2018.

WEG. **Wjet Pump 1 cv 2P E56J 3F 220/380 V 60 Hz IC01 – ODP – Com pés.** Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Motores-El%C3%A9tricos/Trif%C3%A1sico---Baixa-Tens%C3%A3o/Bombas/Jet-Pump/WJet-Pump/Wjet-Pump-1-cv-2P-E56J-3F-220-380-V-60-Hz-IC01---ODP---Com-p%C3%A9s/p/12228583>. Acesso em: 10 nov. 2018.

WEG. **Wjet Pump 1.5 cv 2P E56J 3F 220/380 V 60 Hz IC01 – ODP – Com pés.** Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Motores-El%C3%A9tricos/Trif%C3%A1sico---Baixa-Tens%C3%A3o/Bombas/Jet-Pump/WJet-Pump/Wjet-Pump-1-5-cv-2P-E56J-3F-220-380-V-60-Hz-IC01---ODP---Com-p%C3%A9s/p/12228585>. Acesso em: 10 nov. 2018.