

Redução de despesas com a otimização do contrato de demanda de energia elétrica da UTFPR câmpus Medianeira

Filipe Marangoni (UTFPR) filipemarangoni@utfpr.edu.br
Taise Vanessa Becker (UTFPR) taisa.becker@gmail.com
Samir de Oliveira Ferreira (UTFPR) sferreira@utfpr.edu.br
Evandro André Konopatzki (UTFPR) eakonopatzki@utfpr.edu.br

Resumo:

Devido a dificuldade em obter novas fontes de geração e crescente demanda de energia elétrica, cria-se a necessidade de otimizar os sistemas existentes. A principal forma de reduzir custos é identificando e saneando despesas desnecessárias e desperdícios ocasionados por fatores diversos. Com a utilização das faturas de energia disponibilizadas pela Concessionária de Energia Elétrica, este trabalho apresenta os resultados para otimização de demanda e consumo de energia elétrica da UTFPR Câmpus Medianeira bem como previsão de demanda para o ano de 2015. Por meio da utilização de critérios de gestão de custos foram propostas soluções que viabilizassem uma redução do gasto com a compra de energia elétrica, por parte da universidade. Foram construídos quadros e gráficos que proporcionam o diagnóstico do consumo de energia elétrica do câmpus. Com base no histórico de consumo, fez-se a otimização de demanda do contrato atual (2014), onde seria obtido R\$ 4.386,22 de economia nos 20 meses analisados, cerca de 1% do valor total da fatura com a demanda ótima, simulada de 436 kW. A simulação de fatura de energia para o ano 2015 mostrou que a demanda contratada deve ser alterada de 350kW para 476 kW proporcionando R\$ 4.476,84 anuais de economia na fatura.

Palavras chave: Eficiência energética, Demanda ótima, Previsão de demanda.

Optimization of electricity demand contract of Federal University of Technology - Paraná campus Medianeira

Abstract:

Because of the difficulty of obtaining new sources of generation and growing demand for electricity, it creates the need to optimize existing systems. The main way to reduce costs is identifying and eliminating unnecessary expenses and waste caused by several factors. With the use of energy invoices provided by the Electric Power Utility, this paper presents the results for demand optimization and power consumption of UTFPR Campus Medianeira and demand forecast for the year 2015. Through the use of cost management criteria it was proposed solutions that would enable a reduction in spending on the purchase of electricity by the university. Charts and graphs were built that provide the diagnosis of the campus electricity consumption. Based on the consumption history, the optimization of demand was made for the current contract (2014), which would obtain an economy of R\$ 4,386.22 in the 20 months analyzed, about 1% of the total invoice with the optimum demand, simulated at 436 kW. The energy bill simulation for 2015 showed that contracted demand should be changed from 350kW to 476 kW providing R\$ 4,476.84 annual savings in the bill.

Key-words: Energy efficiency, Optimal demand, Demand forecast.

1. Introdução

A potência instalada ou carga instalada, é a soma das potências nominais (potência registrada na placa da máquina ou aparelho) de todos os aparelhos elétricos presentes em um sistema ou instalação (ANEEL, 2000).

Sabe-se, porém, que nem todos os aparelhos instalados são utilizados simultaneamente, dá-se o nome de potência demandada a maior soma da potência elétrica individual dos aparelhos elétricos ligados simultaneamente, ao longo de um período.

Pode-se perceber que não é viavelmente econômico dimensionar projetos elétricos levando em conta somente a potência nominal do projeto, pois a potência demandada será em sua maioria inferior à nominal (devido ao fato de que os equipamentos elétricos não são utilizados todos simultaneamente). Para tanto, deve-se multiplicar a potência nominal por um fator de demanda (CREDER, 1991).

O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos da gestão adequada da demanda nos custos com energia elétrica. A universidade possui a modalidade tarifária horosazonal verde, onde o consumidor deve contratar um valor de demanda de energia elétrica, pagando multa se exceder a demanda contratada.

1.1 Conceitos de demanda

Segundo ANEEL (2000) demanda corresponde à média das potências elétricas reativas ou ativas, requeridas ao sistema elétrico pela quantidade da potência instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado. No Brasil, determinou-se para fins de faturação que este período seja de 15 minutos. A unidade de medida usual de demanda é o quilowatt (kW).

Demanda Medida é a maior demanda de potência ativa, verificada por medição, integralizada no intervalo de 15 (quinze) minutos durante o período de faturamento (um mês), expressa em quilowatts (kW) (ANEEL, 2000).

A Demanda de Ultrapassagem (kW) é a parcela de Demanda Medida que excedeu o valor da Demanda Contratada. São implicadas multas caso tal parcela ultrapasse 5% do valor do contrato de demanda.

Demanda Contratada, expressa em kW, é a demanda de potência ativa que foi requisitada à concessionária, devendo esta ser obrigatória e continuamente disponibilizada à unidade consumidora. Quantidade e período de vigência são fixados no contrato de fornecimento, e seu valor deverá ser pago integralmente, independente do uso ou não (ANEEL, 2000).

Por fim, Demanda Faturável, também expressa em kW, é a quantidade demandada de potência ativa, apresentada de acordo com os critérios instituídos e considerada para fins de faturamento, com emprego da respectiva tarifa (ANEEL, 2000).

1.2 Estruturas tarifárias

Os consumidores do Grupo A (alta tensão) possuem tensão de fornecimento maior ou igual a 2,3 kV, enquanto consumidores enquadrados no Grupo B (baixa tensão), recebem tensão inferior a 2,3 kV (ANEEL, 2000).

A estrutura tarifária do Grupo A está dividida em Convencional, Horosazonal Verde e Horosazonal Azul. Para as estruturas horosazonais são aplicadas tarifas diferenciadas de acordo com o horário de utilização (ponta ou fora de ponta).

A tarifa Horosazonal Verde é indicada para unidades consumidoras que possuam baixo fator de carga no horário de ponta, com limitação na capacidade de modulação em tal horário.

Diferencia-se da tarifa Horossazonal Azul por possuir uma única tarifa de demanda de potência independente do horário de utilização, sendo composta, portanto de: tarifa para a Demanda; tarifa para o consumo de energia elétrica no horário de ponta; tarifa para o consumo no horário fora de ponta (COPEL, 2008).

2. Metodologia

O presente trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Medianeira. De forma geral, o horário de uso das salas de aula é de segundas às sextas-feiras, das 7:30 às 23:00 horas (com intervalos para refeições), enquanto que a maioria dos setores administrativos possui expediente das 8:00 às 18:30 horas.

Foram realizadas simulações com diferentes demandas contratadas buscando, por meio da construção de cenários, encontrar a demanda ótima para a carga elétrica instalada atualmente, bem como, a demanda para ser contratada após a ampliação do câmpus, que terá em 2015 mais um bloco de salas de aula (o bloco L4). Foi utilizado o software Excel® para realização dos cálculos necessários.

O câmpus Medianeira encontra-se atualmente inscrito na modalidade tarifária Horosazonal Verde, Grupo A4, que possui as tarifas descritas no Tabela 1.

Horosazonal VERDE – A4 (2,3 a 25 kV)		
Tarifas	Resolução ANEEL	com Impostos ICMS e PIS/COFINS
Demanda R\$/(kW.h)	5,49	8,25
Demanda Ultrapassagem R\$/(kW)	10,98	16,51
Consumo no horário de Ponta R\$/(kW.h)	0,66828	1,00493
Cosumo Fora de Ponta R\$/(kW.h)	0,15027	0,22597
Vigência em 24/06/2013 - Resolução ANEEL Nº 1565, de 9 de julho de 2013		

Fonte: Adaptado de COPEL (2013)

Tabela 1 - Tarifas aplicadas a consumidores Classe A4

Pode-se perceber que, em tal modalidade, a demanda não é diferenciada por ponta e fora ponta, porém, o valor da demanda de ultrapassagem equivale ao dobro da demanda básica. Já referente ao consumo, o valor em horário de ponta chega a ser aproximadamente 4,4 vezes maior do que fora ponta.

Durante o período de desenvolvimento deste trabalho o câmpus possuía o valor de 350 kW referente à Demanda Contratada. Sabe-se que a Universidade não tem a possibilidade de diminuir ou alternar cargas no período de ponta, pois em tal horário, das 18:00 às 21:00 horas, é período de aulas (noturno).

Durante o ano de 2014, a Universidade precisou pagar algumas multas pela ultrapassagem da demanda contratada, devido as suas constantes ampliações físicas e também devido ao início de novas disciplinas de cursos que iniciaram a pouco tempo e ainda não chegaram ao último período. De janeiro a abril de 2014, foram gastos cerca de R\$ 134.266,62 com energia elétrica (somadas demanda e consumo), sendo desses, R\$ 8.738,75 gastos com o pagamento de multa por ultrapassagem de demanda.

Com o objetivo de verificar a demanda de energia elétrica, foram obtidos no sistema online da concessionária de energia elétrica (Copel) os dados de demanda e de consumo de energia elétrica do câmpus, para o período de dezembro de 2011 a abril de 2014. Na Tabela 2 é apresentado o histórico dos vinte e nove meses.

Mês	Consumo no horário de Ponta (kWh)	Consumo no horário Fora Ponta (kWh)	Consumo Total (kWh)	Demanda Medida (kW)
12/2011	Não Especificado	Não Especificado	59.729	285,98
01/2012	Não Especificado	Não Especificado	28.232	132,19
02/2012	Não Especificado	Não Especificado	49.679	246,24
03/2012	8.448	66.510	74.958	405,21
04/2012	9.881	64.788	74.669	315,36
05/2012	7.211	48.091	55.302	212,54
06/2012	4.026	36.469	40.495	139,1
07/2012	3.521	31.659	35.180	104,54
08/2012	3.026	31.229	34.255	114,04
09/2012	5.882	49.058	54.940	405,21
10/2012	9.553	59.920	69.473	411,26
11/2012	8.590	66.052	74.642	438,04
12/2012	12.705	86.440	99.145	469,15
01/2013	2.664	32.035	34.699	288,57
02/2013	7.005	59.196	66.201	419,04
03/2013	11.093	76.718	87.811	404,35
04/2013	9.481	63.763	73.244	374,97
05/2013	6.825	52.793	59.618	271,29
06/2013	8.188	55.641	63.829	200,44
07/2013	7.142	50.104	57.246	204,76
08/2013	8.567	57.213	65.780	284,25
09/2013	8.256	56.907	65.163	374,97
10/2013	9.492	62.448	71.940	448,41
11/2013	11.646	77.812	89.458	451,87
12/2013	12.896	87.892	100.788	484,7
01/2014	5.985	51.084	57.069	462,24
02/2014	16.551	109.553	126.104	510,62
03/2014	8.899	66.825	75.724	476,92
04/2014	12.899	79.770	92.669	479,52

Fonte: Adaptado de COPEL (2014)

Tabela 2 – Consumo e Demanda Mensais da UTFPR-MD no período de dezembro de 2011 a abril de 2014

No mês de março de 2012, a Universidade optou por trocar de modalidade tarifária para Horosazonal Verde A4 (antes Convencional A). Provavelmente constatando, em tal momento, uma ampliação ou possível melhoria financeira para o câmpus. Foi verificado que a razão média entre o consumo medido (kW.h) e a demanda (kW) foi de 194,44 com desvio padrão de 48,89 apresentando correlação entre estas grandezas.

No ano de 2012, o total gasto com consumo de energia foi de R\$ 213.713,14 enquanto que demanda foi de R\$ 51.718,66, totalizando a fatura anual em R\$ 265.431,81. A fatura total no ano de 2013 foi de R\$ 311.921,74 (sendo destes R\$ 269.262,04 gastos em consumo e R\$ 42.629,69 gastos com demanda).

Observou-se que a cada primeiro quadrimestre do ano a fatura total de energia tem crescido, mais precisamente cerca de 7% de 2012 para 2013 (de R\$ 89.802,23 para R\$ 96.545,23), 39% de 2013 para 2014 (R\$ 96.545,23 para R\$ 134.266,52) e 49,5% de 2012 para 2014 (de R\$ 89.802,23 para R\$ 134.266,52), fato que pode ser explicado pelo crescimento do câmpus Medianeira, tanto em estrutura como número de alunos matriculados.

Tal analogia pode ser observada quando analisado o valor gasto em consumo, tendo aumento de aproximadamente 24% de 2012 para 2013 (R\$ 66.527,19 para R\$ 82.752,06), 38% de 2013 para 2014 (R\$ 82.752,06 para R\$ 113.977,78) e ainda 71% de 2012 para 2014 (R\$ 66.527,19 para R\$ 113.977,78).

O perfil da demanda da universidade é apresentado na Figura 1, com uma indicação (em vermelho) referente ao período de greve ocorrido em 2012.

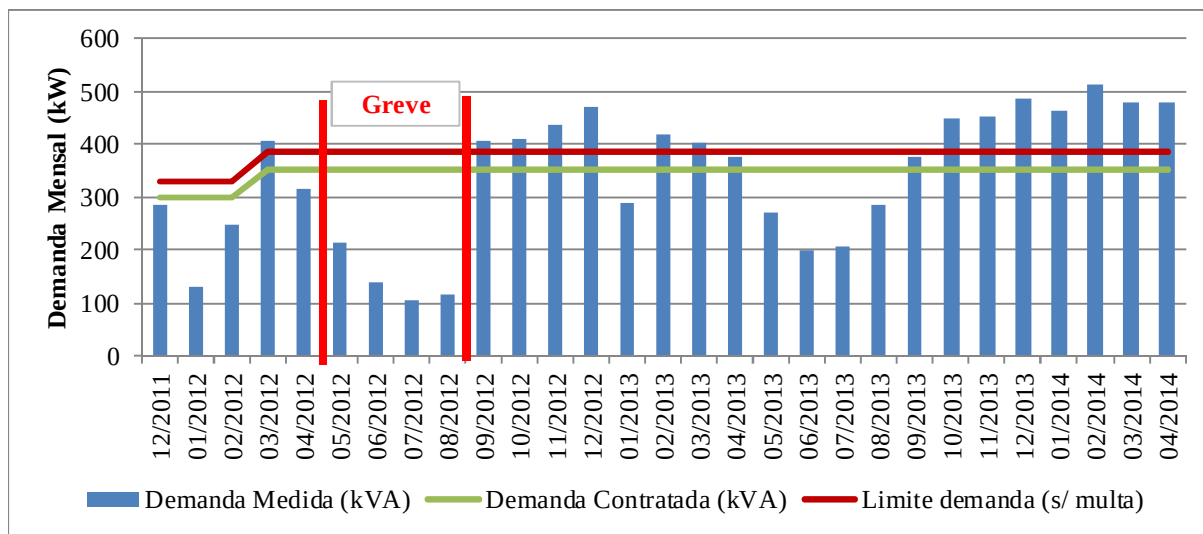


Figura 1 – Curva de Carga UTFPR MD

Dentre os valores de demanda analisados nos 29 meses, aproximadamente 55% estiveram acima da demanda contratada e ainda, em 48,2% dos meses, houve a necessidade do pagamento de multas. Isto motivou uma análise detalhada da demanda.

Através do levantamento de dados, pode-se observar que a universidade passou por uma falta de redimensionamento de contrato que ocasionou em aumentos na fatura devido à multa por demanda contratada excedida, o que pode ser observado nos meses março, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2012. Bem como em fevereiro, março, setembro, outubro, novembro e dezembro de 2012 e também janeiro, fevereiro, março e abril de 2014.

3. Resultados e Discussões

O valor ótimo de demanda a ser contratada para a situação atual do câmpus (antes da inauguração do L4) foi determinado considerando o ano de 2014. A demanda ótima foi calculada usando a metodologia sugerida por Marangoni, Konopatzki e Ferreira (2015). A Figura 2 representa o ponto ótimo de demanda.

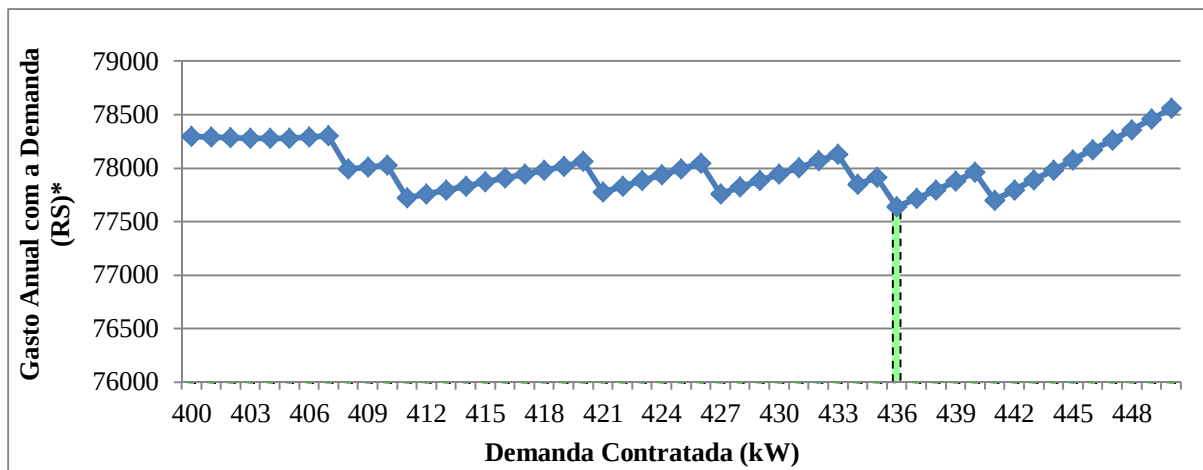


Figura 2 – valor ótimo da demanda contratada para o ano de 2014 (kW)

Com o valor ótimo, pode-se afirmar que, assim como em tal caso específico, nem sempre a demanda contratada ótima é aquela ao qual o estabelecimento não pagará em nenhum momento multa, mas aquele que o valor das multas compense o valor subcontratado de demanda (utilização abaixo da contratada).

Uma vez terminada a greve (em setembro de 2012) as aluas voltaram ao regime normal e os ambientes do Campus tiveram seu uso habitual. A partir deste período foi observado que os valores mensais de demanda medida superaram, na maioria das vezes, a demanda contratada. Foram realizadas simulações da fatura de demanda com três cenários diferentes, sendo:

- a) O primeiro cenário analisa o impacto financeiro da alteração da demanda contratada para 436 kW, no mês de setembro de 2012, quando houve o retorno às aulas.
- b) O segundo cenário analisa o impacto financeiro da alteração da demanda contratada para 436 kW, no mês de outubro de 2013, quando a incubadora foi ampliada.
- c) O terceiro cenário analisa o impacto financeiro da alteração da demanda contratada para 436 kW, no mês de fevereiro de 2014, quando o RU foi inaugurado.

3.1. Comparação entre os cenários

A comparação dos cenários foi feita pela somatória dos valores gastos com energia elétrica no período analisado.

Obteve-se o total de R\$ 79.798,97 gastos com demanda de setembro de 2012 a abril de 2014. Como o valor contratado era de 350 kW, qualquer registro de demanda que ultrapassasse o valor de 385 kW (tolerância de 10%) implicaria em multa para a instituição. Do valor total, R\$ 79.798,95, um montante de R\$58.162,00 foi pago na fatura básica, ou ainda, 72,88%. Os demais, R\$ 21.636,37 (ou 27,12% do total) foram gastos em multa.

O valor total demandado no cenário 1 seria de R\$ 75.412,75. Esta opção teria implicado em redução no valor total da fatura de demanda de 5,5% no valor. Foi verificada uma queda aproximadamente 10 vezes menor no valor gasto em multas, passando de R\$ 21.635,97 para R\$ 2.034,78.

No cenário 2 o valor de demanda seria de R\$ 73.687,28. Esta opção, por sua vez, teria implicado um redução no valor total da fatura de demanda de 7,7% no valor. Foi verificada uma queda aproximadamente 2,3 vezes menor no valor gasto em multas, passando de R\$ 21.635,97 para R\$ 9.411,11.

Os resultados da simulação realizada, baseada no cenário 3, mostraram que a demanda total seria de R\$ 76.974,59. Apresentando uma redução de 3,5%. Foi possível constatar uma queda 1,35 vezes menor no valor gasto em multas (aproximadamente), passando de R\$ 21.635,97 para R\$ 15.986,69.

Somando-se total de consumo e demanda utilizados no período analisado, 20 meses, o total gasto com energia equivaliu a R\$ 559.064,25 (desconsiderou-se valores de demanda e consumo reativos) e o valor pago por demanda de ultrapassagem representa aproximadamente 4% desse valor.

O valor simulado no cenário 1 apresentou fatura de R\$ 554.678,07, percebeu-se uma queda no valor, aproximadamente 0,8%, que foi devido a otimização da demanda contratada, já que o valor gasto com consumo (kWh) não apresenta diferença. Este cenário mostra uma economia média de R\$ 219,31 ao mês.

No cenário 2 foi possível observar que a fatura teria sido de R\$ 552.952,59 (1,1% menor) proporcionando uma economia de R\$ 6.111,67 no período analisado. Este foi o melhor cenário analisado, com economia média mensal de R\$305,58.

Salientando que uma análise isolada do período de outubro de 2013 à abril de 2014 apresentou uma economia de R\$ 6.111,68, esta análise apresenta uma economia na fatura mensal de R\$ 873,10, em média.

O valor total da fatura de energia elétrica de outubro de 2013 a abril de 2014 foi equivalente a R\$ 234.208,21 e o valor pago por demanda de ultrapassagem representa aproximadamente 6% desse valor.

O terceiro cenário apresentou economia total de R\$ 2.824,36 equivalentes a 0,51% do total pago nas faturas do período. A opção de alterar a demanda somente no mês de fevereiro de 2014 proporcionaria ao câmpus uma economia média mensal de R\$ 403,48. Fato este explicado pela característica sazonal deste consumidor que apresentou (na análise do capítulo 4.1.2) elevação no consumo durante o verão.

3.2. Previsão de demanda para 2015

Na visita ao bloco em construção (L4) que se encontrava em fase de acabamento no momento da pesquisa, (com previsão de conclusão para setembro de 2014), pode-se contar a quantidade de lâmpadas e tomadas que virão a ser distribuídas nas cinco salas de aulas e corredor. Considerando que seriam utilizadas lâmpadas fluorescentes de 32W (duas em cada ponto, totalizando 64W), a instalação de um ar condicionado por sala de aula (considerando aparelhos de 60000 BTUS, com potência equivalente de 17.583 W, semelhantes aos já instalados nos últimos blocos inaugurados) e desconsiderando a utilização das tomadas de uso geral (por serem de uso esporádico) pode se chegar a potência instalada conforme Tabela 3.

Local	Lâmpadas (64 W)	Tomadas de uso geral (100 W)	Ar Condicionado (17583W)
Sala 1	16	10	1
Sala 2	16	9	1
Sala 3	15	9	1
Sala 4	17	9	1
Sala 5	16	9	1
Corredor	5	-	-
Soma	85	46	5

Tabela 3 – Levantamento de potência instalada no Bloco L4 (construção)

Chegou-se ao valor de 5,44 kW em potências de lâmpadas, 87,92kW para a potência dos aparelhos de ar condicionado, totalizando 93,36 kW instalados no L4. Porém, sabe-se que os aparelhos de ar condicionado não estarão em uso durante todo o período de aula bem como lâmpadas. Considerou-se, então, como cita Cotrim (2009), o fator de demanda seria de 75% para 5 aparelhos condicionadores de ar em uma instituição de ensino superior, tendo ainda o fator de demanda global de 0,35 fazendo assim com que a demanda estimada do futuro bloco L4 seja de 32,68 kW.

Para fazer a previsão da nova demanda com a entrada do novo bloco (L4) em funcionamento, somou-se a demanda do bloco L4 com a demanda média mensal (obtida pelos valores de cada mês de 2013, sendo que nos meses de janeiro a abril foi feita a média simples entre os anos 2013 e 2014). Obtendo os valores descritos Quadro 3.

A demanda prevista média para o ano de 2015 é de 401,72 kW mensais, enquanto que menor valor revisto encontra-se nos meses de inverno na região do câmpus (e possíveis períodos de férias acadêmicas), sendo o primeiro de 233,12 kW, em junho, e segundo menor no mês de julho, correspondendo a 237,44 kW.

2015	Média das Demandas Faturadas (kW)	Demanda do bloco L4 (kW)	Demanda Prevista (kW)
Janeiro	375,405	32,68	408,08
Fevereiro	464,83	32,68	497,51
Março	440,635	32,68	473,31
Abril	426,98	32,68	459,66
Maio	271,29	32,68	303,97
Junho	200,44	32,68	233,12
Julho	204,76	32,68	237,44
Agosto	284,25	32,68	316,93
Setembro	374,97	32,68	407,65
Outubro	448,41	32,68	481,09
Novembro	451,87	32,68	484,55
Dezembro	484,7	32,68	517,38

Tabela 4 – Valores previstos de demanda mensal para 2015

O valor de demanda máxima faturável previsto é de 517,38 kW, no mês de dezembro. Quando em situações normais, a partir do dia 20 deste (aproximadamente), a universidade já encontra-se em período de férias de verão, porém, devido as altas temperaturas registradas, a utilização em massa dos condicionares de ar nos cerca de 20 dias letivos eleva a demanda mensal.

Com a previsão de entrada em funcionamento do bloco L4, estimou-se a fatura de 2015 em R\$ 372.472,56 desconsiderando, como nas análises anteriores, os valores de demanda e consumo reativos. e o valor pago por demanda de ultrapassagem representa aproximadamente 4,12% desse valor.

O valor simulado no cenário 1 apresentou fatura de R\$ 370.330,09 com uma queda no valor, aproximadamente 0,65%, que foi devido a otimização da demanda contratada, já que o valor gasto com consumo (kWh) não apresenta diferença. Este cenário mostra uma economia média de R\$ 201,04 ao mês.

No cenário 2 foi possível observar que com o novo valor de demanda ótima a fatura teria sido de R\$ 369.772,62 (0,81% menor) proporcionando uma economia de R\$ 3.019,94 no período analisado.

4. Conclusões e recomendações

Foram apresentados os resultados obtidos com a construção do perfil de consumo e curva de carga. Verificou-se que o maior valor gasto com consumo no histórico foi no mês de fevereiro de 2014, mês no qual foi inaugurado o RU, atingindo o valor de R\$ 41.388,299.

Quanto à análise do histórico de demanda, verificou-se que dos vinte e nove meses analisados, aproximadamente 55% estiveram acima da demanda contratada e ainda, em 48,2% dos meses, houve o pagamento de multas.

De forma a realizar uma melhor gestão de custos na universidade, calculou-se o valor gasto com demanda do período de setembro de 2012 à abril de 2014, demanda contratada de 350 kW, encontrando o valor total de R\$ 79.798,95. Destes 27,12%, foram gastos em multa. Quando analisado a fatura total, as multas representam 4% do montante R\$ 559.064,25.

Verificou-se que através da otimização da demanda, o valor pago em multas em tal período (setembro de 2012 a abril 2014) poderia ter sido 10 vezes menor caso utilizasse 436 kW, valor calculado de demanda ótima para a situação atual do câmpus. Porém, o valor gasto em demanda total (básica + ultrapassagem) não sofreu tão expressiva queda, apenas 5,5% a menos que o realmente pago.

Concluiu-se então que o contrato ótimo não é aquele em que não há pagamentos de multas, mas sim aquele que o valor das multas compense o valor subcontratado (utilização abaixo da demanda contratada). Levando assim a redução de despesas desnecessárias no contrato de compra de energia

Sugere-se como temas para trabalhos futuros realizar previsão de demanda baseada em perfil de demanda sazonal do câmpus, de modo a obter valores mais próximos da realidade e realizar estudo do impacto no consumo de energia quando há aumento no número de alunos do câmpus.

Com o combate ao desperdício de energia visando à sustentabilidade, o consumidor pode economizar dinheiro por meio de redução de custos e ainda contribuir para a conservação e melhoria do meio ambiente.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. *Resolução ANEEL nº 456, de 29 de novembro de 2000:* Estabelece, de forma atualizada e consolidada, as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Brasília, DF, 2000.

COTRIM, A. A. M. *Instalações Elétricas*. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 496 p.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA - COPEL *Agência Virtual*. Disponível em <<http://agencia.copel.com/AgenciaWeb/autenticar/loginCliente.do>>. Acesso em 10 de janeiro de 2014.

_____. *Taxas e Tarifas*. 2008. Disponível em <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Facopel%2Fpagcopel2.nsf%2Fverdocatual%2F5BAFDCF77F92F5A5032573EC006C3074>>. Acesso em 1 de agosto de 2015.

_____. *Taxas e Tarifas*. 2013. Disponível em <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F5d546c6fd eabc9a1032571000064b22e%2F0a363cf546237cc203257488005939ce>>. Acesso em 1 de agosto de 2015.

CREDER, H. *Instalações Elétricas*. 11. ed. – Rio de Janeiro: LTC, 1991.

GIL, Antônio Carlos. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. 4. Ed., São Paulo: Atlas, 2009.

MARANGONI, F.; FERREIRA, S.O.; KONOPATZKI, E.A. *Determinação da Demanda Ótima para Garantir a Excelência na Gestão da Energia Elétrica*. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2015.