

Definição de Fatores de Carga e de Demanda Típicos de Unidades Consumidoras Comerciais de Baixa Tensão da Região Metropolitana de Salvador

Ricardo A. M. Flor, André Alcântara, Mônica Silveira e Pedro R. P. Dantas

Resumo – Um dos critérios estabelecidos pela ANEEL para o cálculo do valor correto de consumo de unidades consumidoras nas quais foram detectadas irregularidades na medição é a utilização da carga instalada e dos fatores de carga e de demanda típicos do ramo de atividade. Atualmente, a Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia (COELBA) utiliza tabelas dos fatores de carga e demanda elaborados pelos extintos CODI e CCON, cujos valores foram calculados com base em medições e estimativas feitas para outros estados do país, que apresentam realidade sócio-cultural bastante diversa da existente no Estado da Bahia. Assim, o projeto visa reduzir os atritos entre a concessionária, representantes dos consumidores, organismos de defesa do consumidor e órgão regulador através da definição de uma metodologia de determinação dos fatores de carga e de demanda, adequada à cultura e características do estado, para estimativa de consumo de unidades consumidoras com problemas na medição.

Palavras-chave – Fator de Carga, Fator de Demanda, Estimativa de Consumo.

I. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os resultados obtidos com o projeto Definição de Fatores de Carga e de Demanda Típicos de Unidades Consumidoras Comerciais de baixa Tensão da Região Metropolitana de Salvador (P&D 0047-006/2007), desenvolvido no âmbito do programa de P&D da COELBA, no ciclo 2006-2007 executado pela Consulte Energia.

O objetivo do projeto foi o desenvolvimento de metodologia para definição de fatores de carga e de demanda típicos de unidades consumidoras comerciais de baixa tensão na região metropolitana de Salvador para as seguintes atividades: Açougue, Bar, Lanchonete e Padaria.

A utilização da metodologia definida pela ANEEL tem implicado muitas discussões entre a concessionária, repre-

sentantes dos consumidores, organismos de defesa do consumidor e órgão regulador na busca da identificação de alternativas viáveis e claras para a estimativa de consumo a partir da carga instalada da unidade consumidora e seu tipo de atividade.

Desta forma, o desenvolvimento de uma nova metodologia, adequada à cultura e características do estado, para estimativa de consumo de unidades consumidoras com problemas na medição, representa um grande avanço nos procedimentos internos da COELBA, uma vez que os valores de fatores de carga e de demanda propiciarão uma estimativa de consumo mais próxima ao valor real.

Com o objetivo de mensurar os ganhos advindos do cálculo transparente para a definição do valor correto de consumo de unidades consumidoras, nas quais foram detectadas irregularidades na medição, considerou-se como referência a melhoria do relacionamento entre a COELBA e seus consumidores e a satisfação dos clientes com o atendimento e tratamento de reclamações e problemas judiciais sobre faturamento.

II. ADEQUAÇÕES DO ESCOPO DO PROJETO

Originalmente o universo era a Região Metropolitana de Salvador. Entretanto este universo foi alterado logo no início do projeto para Feira de Santana (Zona 110, UT 01) e municípios circunvizinhos, por ser considerada uma cidade de porte intermediário, facilitando a possibilidade de extrapolação para as cidades de menor porte. Entretanto, considerando-se as dificuldades encontradas devido ao cadastro das unidades consumidoras dessa região estar desatualizado, optou-se por reduzir o universo apenas ao município de Feira de Santana para viabilizar a atualização cadastral dentro do período definido para o levantamento de campo.

Após a conclusão do levantamento cadastral, verificou-se que a atividade Açougue possuía poucas unidades consumidoras. Por conta da pequena representatividade apresentada por essa atividade, a mesma foi suprimida do escopo do projeto. Assim, o foco do projeto foram as atividades: Bar, Lanchonete e Padaria.

III. SITUAÇÃO ATUAL

Atualmente a COELBA faz o procedimento de estimativa

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regulado pela ANEEL e consta dos Anais do VI Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (VI CITENEL), realizado em Fortaleza/CE, no período de 17 a 19 de agosto de 2011.

R. A. M. Flor e A. Alcântara trabalham na COELBA (e-mails: rmaciel@coelba.com.br; alalcantara@coelba.com.br).

M. Silveira e P. R. P. Dantas trabalham na Consulte Energia (e-mail: monica.silveira@consultenergia.com.br; pedro.dantas@consultenergia.com.br).

de consumo utilizando os fatores de carga e de demanda por atividade, conforme Tabela I:

Tabela I. Fatores de carga e de demanda utilizados pela COELBA antes do projeto.

Atividade	Fator de carga	Fator de demanda
Bar	0,44	0,60
Lanchonete	0,34	0,63
Padaria	0,32	0,54

Fonte: Coelba

IV. METODOLOGIA

A descrição da metodologia compreende a apresentação de todos os procedimentos executados para se alcançar o objetivo do projeto, que é a determinação dos fatores de carga e de demanda típicos de algumas atividades comerciais e industriais em baixa tensão.

A. Definição de Atividades e Faixas de Consumo

O primeiro passo foi solicitar à COELBA a quantificação de unidades consumidoras por faixa de consumo dos consumidores cadastrados nas 4 atividades definidas para a Unidade Territorial de Feira de Santana. Foi sugerido inicialmente que o universo fosse dividido em três faixas de consumo (considerando a média dos últimos 12 meses): 0/500, 501/5.000 e acima de 5.000 kWh.

Em seguida, foram avaliadas as atividades com maior quantitativo de consumidores, cujo impacto na utilização da metodologia, que é o foco do projeto, terá maior significância. Além disso, procurou-se restringir a escolha a atividades correlatas àquelas definidas no escopo do projeto. Desta forma, a análise concentrou-se nas atividades: Padarias, Açougues, Bebidas, Hotéis e semelhantes, Bares e semelhantes e Lanchonetes, na classe comercial, e Padarias e Frigoríficos, na classe industrial.

Os dados foram então estratificados por tipo de atividade de acordo com o que está previsto no projeto e por classe (industrial e comercial).

Numa primeira análise percebeu-se que existia uma quantidade muito pequena de unidades consumidoras com consumo médio superior a 5.000 kWh. Por conta disso, as faixas foram redefinidas (0/500, 501/2.000 e acima de 2.000 kWh) e foi solicitado que a COELBA informasse o novo quantitativo.

A análise dos resultados da nova estratificação solicitada indicou uma quantidade pouco significativa de consumidores com consumo médio mensal superior a 2.000 kWh. Assim foi sugerida outra estratificação nas faixas: 0/300, 301/1.000 e acima de 1.000 kWh.

A partir daí, optou-se por analisar a incidência de problemas de medição (especificamente fraude, por se dispor de maior acessibilidade aos dados) para definir as atividades de maior interesse.

B. Universo

Concluído o levantamento, a distribuição das unidades consumidoras nas faixas de consumo ficou da forma apresentada na Tabela II.

Tabela II. Quantitativo de unidades consumidoras por faixa de consumo e atividade para Feira de Santana após o recadastramento.

Descrição	Quantidade de contratos			
	Faixa de consumo (kwh)			
	0 200	200 500	> 500	Total
Bar	378	232	84	694
Lanchonete	122	45	31	198
Padaria	09	39	64	112
total	509	316	179	1.004

Fonte: COELBA

C. Levantamento de campo

Inicialmente foram disponibilizadas 03 equipes de inspeção. Cada inspetor dispunha de:

- 05 Equipamentos de Medição SAGA 1000 (120A) instalados em caixas de Policarbonato;
- 01 Leitora coletora de dados;
- Dois conjuntos de tomadas para medição de corrente.

Além disso, foram disponibilizados mais dois equipamentos reserva para evitar atrasos no procedimento de instalação e retirada de equipamentos.

Previu-se que cada inspetor realizaria 02 inspeções com instalação de medição por dia, ou seja, cerca de 120 medições mensais. Para tanto, deveria receber semanalmente o quantitativo mínimo de 04 Inspeções Técnicas de Medição (ITMs) por dia, de forma a suprir eventuais não-instalações.

Entretanto, ao longo do desenvolvimento do projeto com a necessidade do recadastramento e com a necessidade de atender a diretrizes da empresa, o quantitativo de turmas foi alterado.

Antes do início da atividade de campo foi realizada uma oficina das equipes previstas para execução das etapas de levantamento de campo e medições para discussão dos procedimentos a serem executados na etapa. O resultado foi um guia de procedimentos que serviu como padrão de atuação das equipes.

Dada a grande quantidade de informações levantadas, a presente nota apresenta apenas um resumo dos dados levantados. O resumo dos quantitativos levantados em campo pode ser visto na Tabela III:

Tabela III. Resumo dos quantitativos de unidades consumidoras levantadas em campo.

Atividade	Faixa	Universo	Amostra	Não Válido	Válido
Bar	0 - 200	378	102	70	107
	200 - 500	232	87	17	87
	> 500	84	53	18	54
Bar total		694	242	105	248
Lanchonete	0 - 200	122	65	38	66
	200 - 500	45	34	20	43
	> 500	31	26	10	30
Lanchonete total		198	125	68	139
Padaria	0 - 200	9	9	3	9
	200 - 500	39	31	6	33
	> 500	64	44	10	44
Padaria total		112	84	19	86
Total geral		1.004	451	192	473

Obs.: A atividade açougue foi excluída em virtude do pequeno tamanho do universo.

Fonte: Coelba.

D. Análise Qualitativa dos Dados

A primeira análise feita nos dados foi a consistência dos mesmos. Para tal, elaborou-se uma planilha utilizando o software Microsoft® Excel para calcular o valor dos fatores de carga e de demanda individuais. Caso esses valores fossem superiores à unidade (01), o número do contrato era enviado à COELBA para revisão dos dados de campo.

Após essa primeira avaliação, foi feita a análise dos dados para verificar a dispersão dos valores de consumo, carga instalada e demanda máxima. Inicialmente considerou-se todos os consumidores da atividade sem distinção de faixa. Observa-se que existe grande dispersão dos dados quando se analisa as unidades levantadas em campo como um agrupamento único. O consumo médio mensal apresenta desvio padrão superior ao valor do consumo médio.

Foram montados gráficos de dispersão para analisar a possibilidade de divisão dos grupos por carga instalada dentro de cada faixa de consumo e atividade, bem como a necessidade de exclusão ou restrição da aplicação.

Uma análise importante refere-se aos critérios de exclusão de unidades da amostra. A supressão de unidades tem por objetivo tornar a amostra mais uniforme. O critério adotado foi a supressão de unidades com valor de consumo fora da faixa de consumo. Assim, unidades com consumo médio dos últimos doze meses inferior ou superior a 10% do limite da faixa, foram suprimidas do estudo. Esse procedimento foi aplicado inicialmente na amostra de teste e depois na de validação.

Entretanto, as unidades definidas acima ainda devem ser divididas em amostra de análise e amostra de validação. Optou-se por retirar da amostra total um quantitativo de 10%

das unidades para utilização na etapa de validação da metodologia.

Um outro aspecto interessante são os tipos de cargas levantados, que também oferecem informações para análise. Foram identificados os equipamentos de maior predominância por atividade e faixa de consumo, com sua respectiva porcentagem de incidência nas unidades da amostra.

E. Definição dos Fatores de Carga e de Demanda

O trabalho inicial foi a definição do ponto de corte de carga instalada para definir as subfaixas dos agrupamentos de faixas de consumo. Inicialmente, foram definidos valores de carga instalada conforme agrupamentos identificados nos gráficos de dispersão.

Desta forma, o conjunto de unidade da amostra de teste foi dividido em dois conjuntos, com um valor de corte de carga instalada. Foram calculados os valores médios de carga instalada, consumo médio mensal e demanda máxima de cada agrupamento. A partir desses dados foram calculados os fatores de carga e de demanda de cada conjunto. Após isso, foram feitas estimativas do consumo das unidades de cada grupo utilizando os fatores determinados para cada um deles. Esse procedimento foi repetido para diferentes valores de corte de carga instalada, inclusive dividindo em três grupos.

Em seguida, foram montados gráficos de consumo versus carga instalada para o consumo médio faturado e para o estimado para cada uma das estimativas realizadas. Essa comparação serviu para que se percebesse graficamente quais as simulações que mais se aproximavam do perfil da curva de consumo médio mensal.

Além disso, foram calculados os valores dos erros absolutos (módulo do erro) entre consumo médio mensal e o consumo estimado. Esses valores confirmaram o que indicou a plotagem das curvas. Ambos serviram de base para definição da melhor forma de agrupamento (faixas de carga instalada) e dos fatores. Esse procedimento foi repetido para todas as atividades e faixas de consumo.

F. Validação

Como afirmado anteriormente, a amostra de validação foi obtida através da retirada aleatória de 10% da amostra inicial.

O procedimento consistiu em comparar o consumo médio das unidades da amostra de validação com os consumos estimados utilizando os fatores atuais e os fatores determinados na etapa anterior do projeto. Para tal, da mesma forma que durante a etapa de teste, foram calculados os valores dos erros absolutos (módulo do erro) entre consumo médio mensal e o consumo estimado.

Além disso, foram feitas simulações considerando o valor dos fatores determinados no item V, para valores com cinco casas decimais e com apenas duas casas com arredondamento para cima e para baixo, para identificar qual conduziria a menores valores de erro. Assim, para cada análise adotou-se a simulação com menor valor de erro absoluto médio.

V. RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados encontrados da aplicação da metodologia descrita no item anterior nos dados de campo de cada uma das atividades. Como exemplo da aplicação da metodologia serão apresentadas as análises realizadas para a atividade Bar. Para as outras atividades e faixas de consumo serão apresentados apenas os resultados finais

A. Atividade Bar

Aplicando-se a análise descrita na metodologia, obteve-se os resultados apresentados na Tabela IV:

Tabela IV. Características estatísticas dos dados de campo – Atividade Bar.

Faixa	Característica	CI (kW)	CMM (kWh)	DM (kW)
0 – 200	Máx	3,76	216,00	2,81
	Mín	0,22	34,92	0,17
	Médio	0,93	119,01	0,59
	DP	0,66	42,13	0,33
200 – 500	Máx	6,04	621,25	4,41
	Mín	0,52	130,50	0,45
	Médio	1,91	324,94	1,29
	DP	1,05	95,39	0,63
> 500	Máx	15,18	2.624,00	14,21
	Mín	1,26	451,08	1,05
	Médio	4,48	1001,75	3,47
	DP	2,92	617,11	2,50

Legenda: CI – Carga Instalada; CMM – Consumo médio mensal, DM – Demanda máxima.

Foram elaborados gráficos de dispersão nos quais pode-se perceber que:

- 0 – 200: existe uma maior concentração de unidades com carga instalada inferior a 2kW (99 das 107 unidades);
- 200 – 500: a maioria das unidades agrupadas até a carga instalada de 3kW (73 das 87 unidades);
- > 500: existe uma maior concentração até a carga instalada de 7kW (47 das 54 unidades).

Aplicando-se o critério de exclusão descrito na metodologia, o quantitativo de unidades para utilização efetiva no projeto ficou da maneira descrita na Tabela V.

Tabela V. Quantitativo final da amostra após exclusão – Atividade Bar.

Faixa	Válido	Suprimido	Final
0 – 200	107	0	107
200 – 500	87	2	85
> 500	54	0	54
Total	248	2	246

Quanto à predominância de cargas por atividade e faixa

de consumo, pode-se observar o seguinte:

Tabela VI. Cargas predominantes por faixa de consumo – Atividade Bar.

Faixa	Percentual de unidades que possuem os aparelhos (%)						
	Freezer horizontal	Aparelho de som	TV	Máquina de caça níquel	Liquidificador	Aparelho de DVD	Ventilador
0 – 200	88	74	69	24	23	20	13
200 – 500	85	70	85	34	41	31	21
> 500	91	55	85	18	59	24	57

A seguir serão apresentadas as análises aplicadas para determinação dos fatores e validação da metodologia para cada faixa de consumo da Atividade Bar.

A Figura 1 a seguir apresenta o gráfico de consumo versus carga instalada para o consumo médio faturado e para o estimado para cada uma das estimativas realizadas para a Faixa de Consumo de 0 – 200:

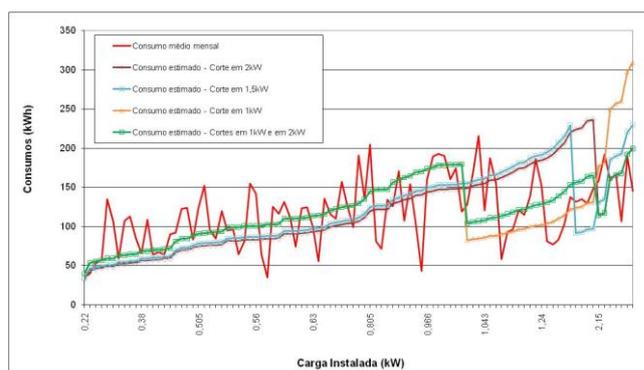


Figura 1 - Gráfico de consumos real e estimados - Atividade Bar - Faixa 0 – 200kW.

Os valores de erro associados às simulações realizadas foram:

Tabela VII. Valores de erros das simulações em relação ao consumo médio mensal – Atividade Bar – Faixa de 0 – 200.

Simulação	Erro médio (%)	Erro absoluto médio (%)
Corte em 2kW	-7,7	38,2
Corte em 1,5kW	-8,7	37,6
Corte em 1kW	-8,3	32,0
Cortes em 1kW e 2kW	-9,5	30,2

Observa-se que o corte em dois pontos, ou seja, a divisão em três subfaixas de carga instalada conduz a menores erros e maior aderência à curva de consumo médio mensal. Além disso, o erro absoluto médio associado à metodologia atual ficou em 68,2%, sendo muito superior aos valores encontrados com a metodologia proposta.

Assim, considerando isso, os fatores de carga ficam conforme a Tabela VIII a seguir:

Tabela VIII - Valores de fatores de carga (Fc) e de demanda (Fd) – Atividade Bar – Faixa de 0 – 200.

Faixa CI (kW)	CI média (kW)	CMM médio (kWh)	DM médio (kW)	Fc	Fd
0 – 1	0,61	110,51	0,48	0,31345	0,78687
1 – 2	1,24	128,97	0,73	0,24037	0,59168
> 2	3,01	159,75	1,09	0,20074	0,36243

Utilizando os fatores de carga determinados para cada subfaixa de carga instalada, tem-se os consumos estimados conforme Tabela IX a seguir:

Tabela IX. Estimativa do consumo para as unidades da amostra de validação com novos fatores – Atividade Bar – Faixa de 0 – 200.

Faixa CI (kW)	CI (kW)	CMM (kWh)	Fc	Fd	kWh est,	Erro absoluto (%)
0 – 1	0,45	81,42	0,31	0,78	79,43	2,4
	0,52	84,25			91,79	8,9
	0,56	64,00			98,85	54,4
	0,62	150,58			108,56	27,9
	0,71	132,67			125,32	5,5
	0,76	124,83			134,15	7,5
	0,82	150,17			144,04	4,1
1 – 2	1,15	179,25	0,24	0,59	118,87	33,7
	1,15	188,67			118,87	37,0
	1,55	89,08			159,81	79,4

O erro absoluto médio ficou em torno de 26,1%.

Numa simulação considerando os fatores de carga e de demanda utilizados antes do projeto, os resultados encontrados podem ser vistos na Tabela X. Estimativa do consumo para as unidades da amostra de validação com fatores utilizados antes do projeto – Atividade Bar – Faixa de 0 – 200. Tabela X a seguir:

Tabela X. Estimativa do consumo para as unidades da amostra de validação com fatores utilizados antes do projeto – Atividade Bar – Faixa de 0 – 200.

CI (kW)	CMM (kWh)	Fc	Fd	kWh estimado	Erro absoluto (%)
0,45	81,42	0,6	0,44	86,72	6,5
0,52	84,25			100,21	18,9
0,56	64,00			107,92	68,6
0,615	150,58			118,52	21,3
0,71	132,67			136,83	3,1
0,76	124,83			146,47	17,3
0,816	150,17			157,26	4,7
1,15	179,25			221,63	23,6
1,15	188,67			221,63	17,5
1,546	89,08			297,94	234,5

Para essa simulação o erro absoluto médio foi de 41,6%.

Diante do exposto, percebe-se que a adoção dos fatores determinados pelo projeto conduzem a estimativas de consumo mais próximas do real que com os valores anteriores.

A figura 2 a seguir apresenta o gráfico de consumo versus carga instalada para o consumo médio faturado e para o estimado para cada uma das estimativas realizadas para a Faixa de Consumo de 200 – 500kW:

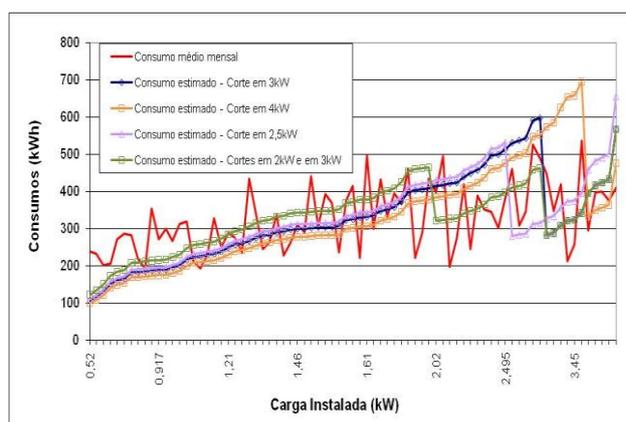


Figura 2 - Gráfico de consumos real e estimados - Atividade Bar - Faixa 200 – 500kW.

Os valores de erro associados às simulações realizadas foram:

Tabela XI. Valores de erros das simulações em relação ao consumo médio mensal – Atividade Bar – Faixa de 200 – 500.

Simulação	Erro médio (%)	Erro absoluto médio (%)
Corte em 3kW	-2,2	27,3
Corte em 4kW	-2,0	30,6
Corte em 2,5kW	-3,3	28,4
Cortes em 2kW e em 3kW	-4,0	23,6

Observa-se que o corte em dois pontos, ou seja, a divisão em três subfaixas de carga instalada conduz a menores erros e maior aderência à curva de consumo médio mensal. Além disso, o erro absoluto médio associado à metodologia atual ficou em 39,5%, sendo superior aos valores encontrados com a metodologia proposta.

Assim, considerando isso, os fatores de carga ficam conforme a Tabela XII a seguir:

Tabela XII. Valores de fatores de carga (Fc) e de demanda (Fd) – Atividade Bar – Faixa de 200 – 500.

Faixa CI (kW)	CI média (kW)	CMM médio (kWh)	DM média (kW)	Fc	Fd
0 – 2	1,29	303,43	1,07	0,387048	0,831793
2 – 3	2,35	374,00	1,54	0,332175	0,657077
> 3	3,98	372,70	1,89	0,270285	0,475067

Utilizando os fatores de carga determinados para cada subfaixa de carga instalada, tem-se os consumos estimados conforme Tabela XIII a seguir:

Tabela XIII – Estimativa do consumo para as unidades da amostra de validação com novos fatores – Atividade Bar – Faixa de 200 – 500.

Faixa CI (kW)	CI (kW)	CMM (kWh)	Fc	Fd	kWh est.o	Erro abs. (%)
0 – 2	1,12	230,67	0,38	0,83	256,72	11,3
	1,25	225,83			287,80	27,4
	1,3	207,58			299,31	44,2
	1,45	321,60			333,04	3,6
	1,46	345,00			337,07	2,3
	1,52	253,25			351,12	38,6
	1,74	473,67			400,16	15,5
> 3	3,06	266,42	0,27	0,47	283,89	6,6

O erro absoluto médio ficou em torno de 18,7%.

Numa simulação considerando os fatores de carga e de demanda utilizados antes do projeto, os resultados encontra-

dos podem ser vistos na Tabela X. Estimativa do consumo para as unidades da amostra de validação com fatores utilizados antes do projeto – Atividade Bar – Faixa de 0 – 200. Tabela XIV a seguir:

Tabela XIV. Estimativa do consumo para as unidades da amostra de validação com fatores utilizados antes do projeto – Atividade Bar – Faixa de 200 – 500.

CI (kW)	CMM (kWh)	Fc	Fd	kWh estimado	Erro absoluto (%)
1,12	230,67	0,6	0,44	214,88	6,8
1,25	225,83			240,90	6,7
1,30	207,58			250,54	20,7
1,45	321,60			278,77	13,3
1,46	345,00			282,14	18,2
1,52	253,25			293,90	16,1
1,74	473,67			334,95	29,3
3,06	266,42			590,59	121,7
1,12	230,67			214,88	6,8
1,25	225,83			240,90	6,7

Para essa simulação o erro absoluto médio foi de 29,1%.

Diante do exposto, percebe-se que a adoção dos fatores determinados pelo projeto conduzem a estimativas de consumo mais próximas do real que com os valores anteriores.

A figura 3 a seguir apresenta o gráfico de consumo versus carga instalada para o consumo médio faturado e para o estimado para cada uma das simulações realizadas para a Faixa de Consumo > 500kW:

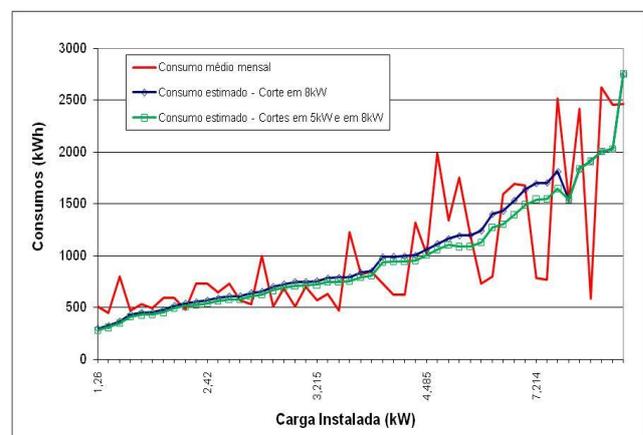


Figura 3 - Gráfico de consumos real e estimados - Atividade Bar - Faixa > 500kW.

Os valores de erro associados às simulações realizadas foram:

Tabela XV. Valores de erros das simulações em relação ao consumo médio mensal – Atividade Bar – Faixa de > 500.

Simulação	Erro médio (%)	Erro absoluto médio (%)
Corte em 8W	-10,0	32,2
Cortes em 5kW e em 8kW	-4,2	31,8

Observa-se que o corte em dois pontos, ou seja, a divisão em três subfaixas de carga instalada conduz a menores erros e maior aderência à curva de consumo médio mensal. Além disso, o erro absoluto médio associado à metodologia atual ficou em 33,3%, sendo um pouco superior aos valores encontrados com a metodologia proposta.

Assim, considerando isso, os fatores de carga ficam conforme a Tabela XVI a seguir:

Tabela XVI. Valores de de fatores de carga (Fc) e de demanda (Fd) – Atividade Bar – Faixa de > 500.

Faixa CI (kW)	CI média (kW)	CMM médio (kWh)	DM média (kW)	Fc	Fd
0 – 5	4,43	992,12	3,34	0,406482	0,754192
5 – 8	6,31	1350,71	4,30	0,430019	0,681934
> 8	11,10	2014,56	9,01	0,306216	0,812212

Utilizando os fatores de carga determinados para cada subfaixa de carga instalada, tem-se os consumos estimados conforme Tabel XVII a seguir:

Tabela XVII. Estimativa do consumo para as unidades da amostra de validação com novos fatores – Atividade Bar – Faixa de > 500.

Faixa CI (kW)	CI (kW)	CMM médio (kWh)	Fc	Fd	kWh estimado	Erro abs. (%)
0 – 5	1,30	559,17	0,41	0,76	295,71	47,1
	2,18	546,08			495,88	9,2
	2,89	520,25			657,38	26,4
	3,52	1013,42			801,60	20,9
	4,11	1366,08			935,80	31,5

O erro absoluto médio ficou em torno de 27,0%.

Numa simulação considerando os fatores de carga e de demanda utilizados antes do projeto, os resultados encontrados podem ser vistos na Tabela X. Estimativa do consumo para as unidades da amostra de validação com fatores utilizados antes do projeto – Atividade Bar – Faixa de 0 – 200. Tabela XVIII a seguir:

Tabela XVIII. Estimativa do consumo para as unidades da amostra de validação com fatores utilizados antes do projeto – Atividade Bar – Faixa de > 500.

CI (kW)	CMM (kWh)	Fc	Fd	kWh estimado	Erro absoluto (%)
1,30	559,17	0,6	0,44	250,54	55,2
2,18	546,08			420,13	23,1
2,89	520,25			556,96	7,1
3,52	1013,42			679,14	33,0
4,11	1366,08			792,85	42,0

Para essa simulação o erro absoluto médio foi de 32,1%.

Diante do exposto, percebe-se que a adoção dos fatores determinados pelo projeto conduzem a estimativas de consumo mais próximas do real que com os valores anteriores.

B. Fatores Determinados

O resumo dos resultados pode ser visto na Tabela XIX, a seguir:

Tabela XIX. Fatores de carga e de demanda determinados por atividade.

Atividade	Faixa de consumo (kWh)	Subfaixa de carga instalada (kW)	Fc	Fd	
Bar	0 – 200	0 – 1	0,31	0,78	
		1 – 2	0,24	0,59	
		> 2	0,20	0,36	
	200 – 500	0 – 2	0,38	0,83	
		2 – 3	0,33	0,65	
> 3		0,27	0,47		
> 500	0 – 5	0 – 5	0,41	0,76	
		5 – 8	0,44	0,69	
	> 8	> 8	0,31	0,82	
		Lanchonete	0 – 1	0,29	0,73
			1 – 3	0,22	0,41
> 3	200 – 500	> 3	0,12	0,33	
		0 – 2	0,41	0,68	
		2 – 3,5	0,31	0,51	
	> 3,5	> 3,5	0,23	0,38	
		> 500	0 – 5,5	0,46	0,56

		> 5,5	0,37	0,54
Padaria	0 - 200	0 - 2	0,20	0,98
		2 - 4	0,15	0,61
		> 4	0,20	0,23
	200 - 500	0 - 4	0,26	0,727
		> 4	0,24	0,33
	> 500	0 - 7	0,376	0,50
		7 - 15	0,33	0,36
		> 15	0,22	0,62

VI. CONCLUSÕES

O desenvolvimento do projeto mostrou-se mais complicado que o esperado, por conta da falta de atualização da base cadastral de consumidores comerciais da Coelba em Feira de Santana, e por conta de confronto de interesses nas diretrizes do setor de perdas, uma vez que o projeto utiliza dados de consumidores sem perda e o objetivo do setor é buscar consumidores com perda.

Entretanto, o projeto foi concluído no prazo previsto e com resultado satisfatório, podendo ser aplicado nas estimativas de consumo da Coelba.

Um aspecto importante é que a metodologia tem maior aderência nas faixas de consumo entre 0 -| 200 e 200 -| 500, nas quais, para todas as atividades, os erros absolutos médios das estimativas de consumo foram menores que os encontrados para os consumos estimados através dos fatores vigentes. Entretanto, para a faixa de consumo > 500, as análises devem ser aprofundadas visando a redução da dispersão existente.

A partir das análises do desenvolvimento da metodologia e dos resultados finais, percebeu-se que ainda existem lacunas de conhecimento a serem preenchidas no tema. Assim, sugere-se para futuros projetos que seja investigada a forma de subdivisão do universo, bem como que seja analisado o comportamento global da amostra, na perspectiva de averiguar a possibilidade de determinar os fatores de carga e de demanda por outro método, ou mesmo verificar se a estimativa direta do consumo a partir da carga instalada, por exemplo utilizando uma equação, não traz resultados melhores.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GEMIGNANI, M. M. F. et al. Desenvolvimento de Sistema de Estimativa de Consumo para Recuperação de Receitas. In: IV CONGRESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM ENERGIA ELÉTRICA, 2007, Araxá. *Anais ...* Araxá: 2007. CD-ROM.
- [2] BASTOS, P. R. F. de M.; DANTAS, P. R. P.; SILVEIRA, M.. Fatores de Carga e de Demanda Típicos de Consumidores Residenciais de Baixa Tensão: Região Metropolitana de Salvador. In: DO IEEE T&D LATIN AMERICA, 2004, São Paulo. *Anais* São Paulo: 2004. CD-ROM.

- [3] GEMIGNANI, M. M. F. et al. Estimativa de Perdas Comerciais através da Análise de Comportamento dos Consumidores. In: XIII ERIAC - DÉCIMO TERCER ENCUESTRO REGIONAL IBEROAMERICANO DE CIGRÉ, 2009, Puerto Iguazú. *Anais...* Puerto Iguazú: 2009. Disponível em: <<http://www.labplan.ufsc.br/congressos/XIII%20Eriac/C5/C5-08.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2009.
- [4] VIALI, Lorí. *Texto III: Amostragem & Estimção*. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~pssb/Download/Apostila3_Amostr_Estim.pdf>. Acesso em: 29 maio 2008.
- [5] VIEIRA, Alexandra et al. *Métodos e Técnicas de Amostragem*. Disponível em: <<http://claracoutinho.wikispaces.com/M%C3%A9todos+e+T%C3%A9cnicas+de+Amostragem>>. Acesso em: 14 abr. 2008.
- [6] COOPER, B. E. *Statistics for Experimentalists*. Inglaterra: Pergamon Press, 1975.
- [7] CLARK, J.; DOWNING, D. *Estatística aplicada*. São Paulo: Saraiva, 2000.
- [8] SOARES, J. F.; FARIAS, A. A. de; CESAR, C. C. *Introdução à Estatística*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 1991. 378p. p.140-169
- [9] SPIEGEL, M. R. *Estatística Aplicada*. Coleção McGraw-Hill. São Paulo: Makron Books, 1993. 643p.
- [10] HAIR JT., J. F. et al. *Análise Multivariada de dados*. trad. Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p. p.131-266. p.384-405