

# DESENVOLVIMENTO DE UM *SOFTWARE* EM VBA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DE UNIDADES CONSUMIDORAS EM BT

<sup>1</sup>Joelson Lopes da Paixão

## RESUMO

O controle e conhecimento das cargas conectadas à rede, bem como a estimativa de sua demanda são fatores importantes para as concessionárias planejarem os investimentos na rede, mantendo os clientes bem atendidos. Assim, para a realização do cálculo da demanda de consumidores ligados à rede de BT, de uma cooperativa, em 380/220 V ou em 440/220V, foi desenvolvido um algoritmo. O programa foi criado a fim de facilitar e agilizar o cálculo da demanda para novas instalações consumidoras ou para instalações existentes que desejam realizar alterações no tipo de fornecimento. Para pedidos de ligação e/ou alteração no tipo de fornecimento é necessário que o cliente informe à cooperativa sua carga instalada. A partir dessa tabela de carga, o algoritmo desenvolvido realiza o cálculo da demanda conforme o tipo de consumidor e classe de tensão escolhidos. O programa também informa o tipo de fornecimento, carga total instalada na propriedade, disjuntor geral, maiores cargas resistivas e motrizes admissíveis, etc. Tudo em plena compatibilidade com o Anexo J do RIC de BT da Fecoergrs. No caso de não haver compatibilização com o Anexo J do RIC BT, o algoritmo informa o motivo da incompatibilidade e apresenta uma sugestão do que deve ser feito, como, por exemplo, a troca da classe de tensão de fornecimento para MT. O programa foi validado considerando casos em que já se tinha a demanda conhecida/calculada.

*Palavras Chave:* Cálculo de Demanda, Programação em VBA, Compatibilização com o RIC de BT.

## 1. INTRODUÇÃO

Um processo bastante comum e necessário, na rotina de trabalho em uma concessionária, é o cálculo da demanda de energia elétrica de seus consumidores. Este cálculo possibilita a concessionária

---

<sup>1</sup>Mestrando em Engenharia Elétrica. E-mail: joelson.paixao@hotmail.com

realizar seu planejamento e avaliar quais investimentos realizar para que seus clientes se mantenham atendidos, dentro de condições satisfatórias, estabelecidas pela agência reguladora.

O cálculo de demanda também é necessário para que se conheçam as cargas e determine qual o nível de tensão e números de fases que devem ser utilizados na ligação. Diante de tal, desenvolveu-se um *software* para o cálculo da demanda de consumidores. Visto que essa é uma necessidade atual, de cooperativas e concessionárias de energia elétrica, para facilitar o cálculo e garantir uma uniformidade nos resultados.

O algoritmo desenvolvido permite calcular a demanda de consumidores conectados na rede de BT, nas classes de tensão de 380/220 V e 440/220 V. Além disso, o programa realiza os dimensionamentos da entrada de energia, do disjuntor geral e informa as maiores cargas resistivas e motorizadas que podem ser instaladas para aquele tipo de fornecimento. O programa também é capaz realizar o cálculo de demanda e os demais dimensionamentos tanto para consumidores individuais como para casos de agrupamentos, tudo em plena compatibilidade com o RIC de BT da FECOERGS de versão 2.0.

## **2. LINGUAGEM VBA APLICADA AO EXCEL**

O *Microsoft Excel* é um *software* com enorme potencial, no entanto, a maioria dos usuários utiliza somente as suas opções básicas. Há algo muito importante, muitas vezes não abordado, que é o fato do *Excel* contar com uma linguagem muito poderosa chamada *Visual Basic*. Esta linguagem é muito utilizada pela *Microsoft* em seus produtos, pois permite resolver os problemas com mais facilidade. No *Excel*, a linguagem é aplicada com uma variação chamada VBA. Nesta, a programação empregada e as estruturas utilizadas, são criadas dentro do próprio aplicativo. Para desenvolver a programação com *Visual Basic* do *Excel* ou VBA é necessário ter muita criatividade e flexibilidade, pois se podem criar diferentes estruturas que trabalhem de forma igual (Bertolo, 2015).

O VBA, "*Visual Basic for Applications*", é uma linguagem de programação que permite usuários a programarem macros para executar tarefas repetitivas ou complexas automaticamente dentro do *Excel*. Com o VBA pode-se desenvolver pequenos procedimentos (macros) que tornam a vida profissional mais fácil, pois se permite fazer mais em menos tempo. Além disso, o VBA também é uma linguagem de programação muito poderosa com a qual é possível desenvolver, dentro do *Excel*, programas que executem em poucos minutos tarefas muito complexas (Bertolo, 2015).

A linguagem de programação para desenvolver macros (*Visual Basic for Applications* ou VBA) é de fácil aprendizado, e o seu ambiente de desenvolvimento é extremamente amigável para o usuário.

Com o VBA pode-se desenvolver pequenos procedimentos (10 linhas ou menos) que poupam um enorme tempo, eliminando tarefas repetitivas. A linguagem também possibilita o desenvolvimento de programas complexos e poderosos. É observado também que certas análises e relatórios sofisticados somente podem ser desenvolvidos com o *Excel* e o VBA. Isto por que o *Excel* é o programa de análise e relatório mais utilizado no mundo (Bertolo, 2015).

### **2.1. *Visual Basic* e o VBA**

O *Visual Basic* é uma linguagem de programação completa, assim como o *C/C++*, *Csharp*, *Phyton*, *Java*, etc; sendo muito utilizada por desenvolvedores e programadores. Já o VBA é uma parte do VB, de modo que este possibilita a criação de *softwares* e demais aplicações, enquanto aquele só permite programar dentro de *softwares* já existentes. O VBA admite também trabalhar com os objetos, ferramentas, fórmulas pré-programadas e com todos os demais recursos que os programas dispõem. Pois possibilita a criação de rotinas que serão executadas de modo a facilitar trabalhos repetitivos.

### **2.2. VBA aplicado ao *Excel***

A aba ‘Desenvolvedor’ no *Excel* não vem ativada. Para ativá-la, o usuário deve ir em: Arquivo->Opções->Personalizar faixa de opções, marcar a *check box* Desenvolvedor e clicar OK ao sair. No VBA a programação é voltada a objetos e cada rotina é executada a partir de um evento. Isto é, precisa-se que algo ocorra para a rotina ser executada. São exemplos de eventos: o clique em um botão, a seleção de dada célula, a abertura de um documento, um duplo clique em um botão, etc.

Para desenvolver as rotinas, tem-se o editor VBA que se encontra integrado no próprio *Excel*, basta utilizar o ícone adequado na barra de ferramentas ou usar diretamente a combinação de teclas ALT-F11. Tornando a pressionar esta combinação de teclas, volta-se à folha de cálculo. A este editor especializado é também dado o nome de *Integrated Development Environment* (IDE) ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado e é semelhante à aplicação autônoma usada para o desenvolvimento de programas em *Visual Basic* (Bertolo, 2015).

## **3. METODOLOGIA DO CÁLCULO DE DEMANDA PARA UNIDADES CONSUMIDORAS**

A metodologia empregada no cálculo da demanda de unidades consumidoras, conectadas à rede de concessionárias ou de cooperativas que fazem parte da Fecoergs, é disposta no RIC BT da FECONERGS de versão 2.0, lançado em 2016.

No capítulo 7, do documento acima mencionado, são apresentados os procedimentos necessários para a apresentação e confecção de projetos à concessionária/cooperativa. Tais como: apresentação, requisitos e documentos mínimos para análise, validade do projeto, etc. Neste capítulo, ainda se encontra o subitem 7.2, o qual aborda, especificamente, o cálculo da demanda para UCs individuais e para agrupamentos. Este tópico é o alvo principal do trabalho e o qual terá um estudo aprofundado.

### 3.1. Item 7.2 do RIC BT – Cálculo da Demanda

Este item dispõe os casos em que se deve calcular a demanda e a metodologia empregada para o cálculo. A demanda deve ser calculada para UCs atendidas a quatro condutores com carga instalada superior a 15 kW para tensão de (220/127 V) ou superior a 25 kW na tensão de (380/220 V). E também para UCs atendidas a três condutores com carga instalada superior a 15 kW e inferior a 50 kW na tensão de (440/220V). Este cálculo serve para determinar o tipo de fornecimento de cada UC e do conjunto, e para o dimensionamento das entradas de serviço, conforme o Anexo J do RIC BT. (Fecoergs, 2016, p. 32)

No caso de concessionárias e/ou cooperativas de energia, o cálculo da demanda serve também como parâmetro chave para o dimensionamento de redes de modo geral. Ou seja, conforme o número de consumidores conectados em cada trecho de rede, e suas respectivas demandas, a concessionária pode se antecipar para realizar reformas e melhorias na rede; para garantir a manutenção dos parâmetros básicos de qualidade de energia. Por exemplo, a concessionária pode remanejar consumidores de uma rede para outra para aliviar o fluxo em certo sentido. Pode realizar a substituição de trafos e/ou cabos para que suportem as novas demandas existentes. Pode realizar a construção de novas redes para atender determinados consumidores, etc.

#### 3.1.1. Fórmula de Cálculo da Demanda Individual e para Agrupamentos

A demanda para entrada de serviço individual, exceto para as atividades da tabela D.2 – Anexo D, ou agrupamento não pertencente a prédio de múltiplas unidades, (exceto agrupamento de unidade residenciais tipo casas ou sobrados geminados), deve ser calculada a partir da carga declarada, através da seguinte expressão:

$$D(kVA) = a + b + c + d + e + f \quad (1)$$

sendo que:

$a$  = é a parcela da demanda correspondente à iluminação e tomadas, calculada conforme explicado no Anexo D do RIC BT;

$b$  = é a parcela da demanda correspondente a aparelhos de aquecimento, tais como: chuveiros, torneiras elétricas, fornos, aquecedores, fogões, etc; calculados conforme Anexo I do RIC BT;

$c$  = corresponde à demanda dos aparelhos de condicionador de ar, tipo janela, calculada conforme Anexos E do RIC BT, com unidades em kVA;

$d$  = demanda das unidades centrais de condicionadores de ar calculados a partir das respectivas correntes máximas totais, (valores expressos pelos fabricantes), considerando o fator de demanda igual a 100%;

$e$  = parcela da demanda correspondente a motores elétricos e máquinas de solda a motor, calculada conforme Anexo G do RIC BT;

$f$  = parcela da demanda que corresponde a máquinas de solda a transformador, aparelhos de eletro galvanização e de raio-X, calculada conforme Anexo H do RIC BT; (Fecoergs, 2016, p. 32)

### 3.1.2. Método do Cálculo para Centro de Medição

No caso de centros de medição, são considerados três casos possíveis: centro de medição residencial, centro de medição comercial e centro de medição misto (Fecoergs, 2016, p. 33).

#### 3.1.2.1. Centro de medição residencial

No caso de centro de medição residencial, a demanda do agrupamento é calculada com base nas tabelas dos Anexos T e U do RIC BT.

- a) Com uso do Anexo T, a partir da área da unidade consumidora, se toma um valor de demanda;
- b) A partir da tabela do Anexo U, se toma um fator de diversidade conforme o número de unidades consumidoras presentes na edificação;

A demanda do agrupamento, neste caso, é dada pela multiplicação das alíneas ‘a’ e ‘b’ por 1,2 (fator de crescimento vegetativo), para aumentos de cargas futuras. Assim, a equação da demanda, para este caso, pode ser escrita como:

$$D(kVA) = 1,2 * a * b \quad (2)$$

Ao valor obtido da equação 2, deve ser adicionado a demanda de serviço do condomínio, a qual deve ser calculada conforme a equação 1 (Fecoergs, 2016, p. 33).

#### 3.1.2.2. Centro de medição comercial

No cálculo da demanda total e dimensionamento da entrada de serviço, para agrupamentos

comerciais, deve-se realizar o somatório das demandas individuais de cada UC com a demanda do serviço, todas calculadas conforme equação 1 (Fecoergs, 2016, p. 33).

### 3.1.2.3. Centro de medição misto

No caso de centros de medição para instalações de UCs mista, para o cálculo da demanda total e dimensionamento da entrada de serviço, deve-se somar a demanda residencial (calculada conforme Item 3.1.2.1) com a demanda comercial (calculada conforme Item 3.1.1) (Fecoergs, 2016, p. 33).

### 3.1.3. Método do Cálculo para Agrupamento Residencial (Sobrados ou Casas Geminadas)

Deve-se calcular a demanda total e realizar o dimensionamento da entrada de serviço para este caso conforme Item 2.1.2.1. (Fecoergs, 2016, p. 33)

### 3.1.4. Método do cálculo para Atividades da Tabela D.2 (Anexo D)

A demanda para entrada de serviço individual das atividades da tabela D.2 do Anexo D deve ser calculada a partir da carga declarada, através da seguinte equação:

$$D(kVA) = (Demanda\ dos\ motores + Carga\ instalada) * FD \quad (3)$$

sendo que:

*Demanda do motores* = Demanda de motores, calculada conforme Anexo G do RIC BT;

*Carga instalada* = Somatório das demais cargas declaradas, conforme Anexo C do RIC BT;

*FD* = Fator de demanda, conforme o tipo de atividade, encontrado na tabela D.2 – Anexo D do RIC BT; (Fecoergs, 2016, p. 33)

Neste caso, deve-se ainda observar se a demanda calculada é menor que a demanda dos motores a serem ligados, caso seja, deve-se adotar a demanda dos motores como demanda total da UC. Para maiores esclarecimentos sobre o cálculo de demanda, pode-se consultar o Anexo S do RIC BT, o qual traz exemplos do cálculo para diversas situações e tipos de consumidores.

## 3.2. Item 6 das Orientações Técnicas da Distribuição – Cálculo da Demanda

No capítulo 6, do documento Orientações Técnicas da Distribuição, são apresentados os valores de demanda que devem ser adotados às UCs quando a carga instalada é inferior à carga necessária para a realização do cálculo de demanda, disposta no Anexo J do RIC BT. Ou, em outras palavras, na tensão 380/220 V, quando a carga instalada for menor que 25 kW deve ser verificado este documento. E, na tensão 440/220 V, quando a carga instalada for menor que 15 kW deve ser verificado este documento.

Assim, em acordo com a cooperativa, para os casos mostrados acima, definiu-se no programa

elaborado as seguintes condições: Na tensão de 380/220 V ou 440/220 V, se a UC for de um tipo pertencente ao Anexo D do RIC BT, tem-se que a demanda atribuída será conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Valores de demanda diversificada.

Área do lote	Demanda em kVA
$\leq 100\text{m}^2$	1
$> 100 \text{ m}^2 \text{ e } < 400\text{m}^2$	1,5
$\geq 400\text{m}^2$	4,5

Fonte: (Fecoergs, 2014, p. 12)

Na tensão de 380/220 V ou 440/220 V, se a UC for de um tipo pertencente ao Anexo D.2 do RIC BT, tem-se que a demanda deverá ser atribuída conforme a classe do consumidor, sendo as classes definidas em: Classe A, Classe B e Classe C.

- a) Consumidor Classe A: aquele que possui previsão para instalação de iluminação e diversos eletrodomésticos, inclusive chuveiro elétrico, bomba d'água até 3/4 cv, denotando, pelo porte e aparência de sua residência, um alto potencial de utilização futura da energia elétrica. Tem demanda de 3,1 kVA adotada; (Fecoergs, 2014, p. 14)
- b) Consumidor Classe B: aquele que possui previsão para instalação de alguns eletrodomésticos, inclusive chuveiro elétrico e/ou bomba d'água de 3/4 cv, denotando, pelo porte e aparência de sua residência, um potencial médio de utilização futura da energia elétrica. Tem demanda de 2,3 kVA adotada; (Fecoergs, 2014, p. 14)
- c) Consumidor Classe C: aquele que possui previsão para instalação apenas de iluminação e tomadas, podendo-se prever uma baixa utilização futura da energia elétrica devido ao baixo poder aquisitivo. Tem demanda de 0,6 kVA adotada; (Fecoergs, 2014, p. 14)

No programa, obedecendo aos critérios acima citados, a classificação de classes foi feita da seguinte maneira: Consumidores com carga instalada menor que 5 kW serão considerados da classe C. Já consumidores com motores de até 3/4 cv e carga instalada maior que 5 kW e menor que 10 kW serão considerados da classe B. Consumidores com motores de até 3/4 cv e carga instalada entre 10 kW e 15 kW são considerados da classe A. Ainda, para a tensão de 380/220 V, foi definida uma demanda de 4,5 kVA para consumidores com carga instalada superior a 15 kW e inferior a 25 kW.

#### 4. PROGRAMA DESENVOLVIDO

A partir das metodologias e critérios apresentados na seção 3, foi desenvolvido um algoritmo em VBA no Excel, o qual, a partir da tabela de carga declarada pelo consumidor calcula a carga total da UC, faz o cálculo da demanda e o dimensionamento da entrada de serviço conforme o Anexo J (para UCs individuais) e Anexo J.2 (para agrupamentos) do RIC BT. O programa foi desenvolvido com uma interface bastante amigável para facilitar o seu uso. Na Figura 1, é mostrada a interface do programa para o cálculo de demanda e dimensionamento da entrada de serviço para consumidores individuais.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO						
Proprietário:					Processo:	6854/16
Atividades:	BANCOS				Área (m²):	100
Tensão For:	380/220					
Endereço:						
Município:						
Data e hora:	20/05/2016 18:03:21					
Compatibilização com o Anexo J do RIC:						
Carga total instalada (kW):	18,71	Maior motor	Carga resistiva	Entrada de energia		
Demanda (kVA):	4,5	FN 3	FN 8	Disjuntor: 40		
Tensão de fornecimento:	380/220	FF 5	FF 0	Ramal Lig: Q-10		
Tipo de fornecimento:	C14	FFF 20			Tip. Med: DIR	
Notas:						
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento	
1	Aparelho de Som	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas	
2	Batedeira	1	450	0,45	Ilumin. e tomadas	
3	Chuveiro	1	7500	7,5	Aparelhos de aquec.	
4	Forno Elétrico Doméstico	1	1500	1,5	Aparelhos de aquec.	
5	Liquidificador	1	400	0,4	Ilumin. e tomadas	

Figura 1: Tela inicial do programa no Excel.

Fonte: (Autor próprio).

Nesta tela, o usuário, através dos botões e *check box* localizados no canto superior direito, tem as possibilidades para trabalhar no *software*. As funções implementadas nos botões e *check boxes* são: de limpar todos os dados da tela (botão limpar), importar uma tabela de carga (botão Importar carga), calcular a demanda e dimensionar a entrada de serviço (botão Calcular), abrir tela para o cálculo da demanda e dimensionar a entrada de serviço em instalações com agrupamentos (botão Cálculo Agrupamentos), no cálculo de agrupamentos têm as *check boxes* (Marque p/ importar várias cargas e Marque para agrupamentos). Além disso, para explicar com utilizar o programa há o (botão Help!), para mostrar os créditos e versão do programa há o (botão Créditos) e para abrir rapidamente a calculadora do *Windows* há o (botão Calculadora). Na Figura 2 é mostrada a tela de ‘Help!’ ao usuário.

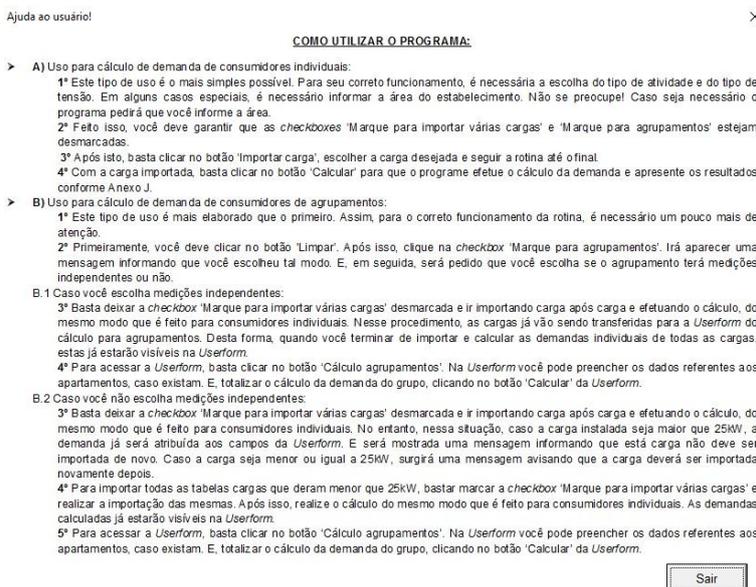


Figura 2: Tela com texto de ajuda para o usuário.

Fonte: (Autor próprio).

#### 4.1 Funcionamento do programa para cálculo da demanda de UCs individuais

Aqui será explicado como o programa desenvolvido trabalha pra realizar os cálculos necessários e para apresentar os resultados obtidos. Vale ressaltar que não serão apresentadas as rotinas em si, uma vez que o programa completo possui mais de 1000 linhas de código; o que tornaria cansativa e inviável a sua apresentação. Deste modo, será mostrado o passo a passo para trabalhar com *software* e também será explicado como o programa opera a partir dos comandos dados.

- a) Primeiramente, tendo o programa aberto no *Excel*, deve-se importar uma planilha de carga do consumidor, clicando no botão 'Importar carga'. Aí, basta o usuário procurar o diretório onde está salva a planilha e terminar de realizar sua importação.

**Obs.:** Para o cálculo de consumidores individuais, deve-se deixar desmarcada a *check box* 'Marque p/ importar várias cargas'.

- b) Esta planilha importada fica salva na segunda tabela do programa denominada 'Carga', conforme pode ser visto na Figura 1. As planilhas de carga dos consumidores possuem o seguinte formato, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Exemplo de tabela de carga importada.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	qtde_consi	equipam	nome equipamento	qtde	watts	kwh	idempresa	nome_emf	idobra
2	1	1	Aparelho de Som	1	200	0,2	1	COOP.	RE 8615
3	1	6	Batedeira	1	450	0,45	1	COOP.	RE 8615
4	1	11	Chuveiro	1	7500	7,5	1	COOP.	RE 8615
5	1	24	Forno Elétrico Doméstico	1	1500	1,5	1	COOP.	RE 8615
6	1	33	Liquidificador	1	400	0,4	1	COOP.	RE 8615
7	1	48	Ponto de Iluminação	8	100	0,8	1	COOP.	RE 8615
8	1	60	Refrigerador Comum	1	200	0,2	1	COOP.	RE 8615
9	1	62	Televisor	1	200	0,2	1	COOP.	RE 8615
10	1	64	Ventilador Comum	1	100	0,1	1	COOP.	RE 8615
11									

J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
idprocesso	processo	iduc	idconsumic	nome	endereco	fone_reside	data	hora	nome_cidade
685416	6854/16	2949	16783	LENIR DE RINCÃO D			22/03/2016		BOZANO
685416	6854/16	2949	16783	LENIR DE RINCÃO D			22/03/2016		BOZANO
685416	6854/16	2949	16783	LENIR DE RINCÃO D			22/03/2016		BOZANO
685416	6854/16	2949	16783	LENIR DE RINCÃO D			22/03/2016		BOZANO
685416	6854/16	2949	16783	LENIR DE RINCÃO D			22/03/2016		BOZANO
685416	6854/16	2949	16783	LENIR DE RINCÃO D			22/03/2016		BOZANO
685416	6854/16	2949	16783	LENIR DE RINCÃO D			22/03/2016		BOZANO
685416	6854/16	2949	16783	LENIR DE RINCÃO D			22/03/2016		BOZANO
685416	6854/16	2949	16783	LENIR DE RINCÃO D			22/03/2016		BOZANO

Fonte: (Autor próprio).

Na coluna B encontra-se a identificação do equipamento, na coluna C encontra-se o nome do equipamento, na coluna D encontra-se a quantidade de equipamentos, na coluna E encontra-se a potência dos mesmos em Watts, na coluna F encontra-se a energia consumida em kWh por cada tipo de equipamento. Nas demais colunas são mostradas informações, como: o nome do consumidor, identidade da obra, número do processo, endereço e município do consumidor, data e hora do pedido, entre outros.

- c) A partir da tabela de carga importada, quando clicado no botão ‘Calcular’, o programa acessa item por item da tabela de carga e compara com uma ‘Lista de equipamentos’ (presente na terceira planilha do *software*, foi visto na Figura 1), para classificar o que pertence à Iluminação e tomadas, a aparelhos de aquecimento, a aparelhos de ar condicionado, às centrais de ar condicionado, a motores e às soldas. Para demonstração, uma pequena parte da ‘Lista de equipamentos’ é mostrada na
- d) Tabela 3.

Tabela 3: Lista de equipamentos padrão adotada pela Ceriluz.

Idequipamento	Nome	Tipo	440/220	380/220	watts
1	Aparelho de Som	a			200
2	Aquecedor Central de Água	b			3500
3	Aquecedor de Ambiente	b			1500
4	Aspirador de Pó	a			1000

5	Balcão Frigorífico	a			900
6	Batedeira	a			450
7	Boiler 40 Litros	b			900
8	Boiler 80 Litros	b			1200
9	Cafeteira Elétrica	a			300
10	Centrifuga	a			650
11	Chuveiro	b			7500
12	Computador	a			350
13	Condicionador de Ar 7.500 Btus	c			1000
14	Condicionador de Ar 9000 Btus	c			1300

Fonte: (Autor próprio).

O programa realiza a comparação, para identificar o tipo de cada equipamento. Vale ressaltar, que na

Tabela 3 podem ser adicionados mais aparelhos, sem necessidade de alteração no código do programa. Pois o mesmo está implementado para “puxar” as informações das tabelas. Por exemplo, se no item 1 da Tabela 3, for colocado com o tipo como ‘b’, o programa entenderá que o ‘Aparelho de Som’ pertence a aquecedores. Isso garante flexibilidade/adaptabilidade ao *software* caso se deseje efetuar algumas mudanças, sem precisar entrar na programação.

- e) Após a classificação dos equipamentos, o programa vai realizar o cálculo da demanda dependendo do tipo de atividade selecionado, tal como: Bancos, Hotéis, Residências, Alambique, Moinhos, etc.
- f) Tendo o cálculo realizado, a partir da carga total instalada, da demanda encontrada, e das maiores cargas motrizes e resistivas instaladas, o programa faz uma varredura no Anexo J para escolher qual tipo de fornecimento atende todos os requisitos anteriormente citados.
- g) Após isso, o programa procura os dados do consumidor na tabela de carga e preenche os campos referentes na tela inicial. Ele, também preenche os campos referentes ao Anexo J. E, caso, a carga não se enquadre no Anexo J, é apresentada uma sugestão do que deve ser feito em ‘Notas’.
- h) Por fim, o programa preenche uma tabela resumida, na tela inicial, com os equipamentos instalados, sua quantidade, potências e tipo de equipamento. E formata as bordas, estilo e

tamanho de letra, para deixar tudo uniforme. De modo que fique como um documento que será impresso e anexado junto com os demais papéis e projetos do consumidor.

Caso a carga instalada não chegue à carga mínima necessária, expressa no Anexo J, para requerer o cálculo de demanda. O programa adotará uma demanda à UC, seguindo os critérios, conforme foi explicado no Item 3.2.

#### **4.2 Funcionamento do programa para cálculo da demanda de agrupamentos de UCs**

Primeiramente, é importante comentar que o cálculo para agrupamentos, ocorre de modo paralelo ao cálculo individual, uma vez que todo o agrupamento corresponde a um grupo de consumidores individuais. Assim, para dar início ao cálculo, o usuário deve marcar a *check box* ‘Marque para agrupamento’. Deste modo, o programa pedirá se o agrupamento terá medições independentes ou não. Escolhe-se como será e pode-se dar início ao processo de cálculo. Se escolher medições independentes, basta importar uma carga por vez e realizar os cálculos (clicar no botão ‘Calcular’ da tela inicial). Se escolher medições dependentes, deve-se importar uma carga por vez e realizar os cálculos (clicar no botão ‘Calcular’ da tela inicial) e, após isso, marcar a *check box* ‘Marque p/ importar várias cargas’, importar todas as cargas anteriores e (clicar no botão ‘Calcular’ da tela inicial). Este procedimento também está explicado na Figura 2, mensagem de ajuda ao usuário.

Na rotina de cálculo para agrupamentos, as cargas importadas de cada UC têm sua demanda calculada conforme para o modo individual. Então, o procedimento explicado anteriormente (no Item 4.1) continua válido. Vale ressaltar que, agora as cargas e demandas vão sendo integralizadas em uma tela específica para o caso de agrupamentos (chamada de *Userform*, no texto de ajuda da Figura 2). Tal tela é mostrada a seguir, na Figura 3. Para acessá-la, o usuário deve clicar no botão ‘Calc Agrupamentos’ da tela inicial do *software*.

Cálculo de demanda para agrupamentos! ×

Agrupamentos residenciais		Demais tipos de comércios e lojas	
Carga instalada nos aptos <input type="text" value="0"/>		Demanda 'a' <input type="text" value="0"/> kVA	
<input type="checkbox"/> Marque caso não tenham apartamentos.		Demanda 'b' <input type="text" value="0"/> kVA	
Número de aptos <input type="text" value="0"/>	Área (m <sup>2</sup> ) <input type="text" value="0"/>	Demanda 'c' <input type="text" value="0"/> kVA	
D(individual) Anexo T <input type="text" value="1,2"/>	Fator Diversidade Anexo U <input type="text" value="X"/>	Demanda 'd' <input type="text" value="0"/> kVA	
Demanda dos aptos <input type="text"/> kVA		Demanda 'e' <input type="text" value="0"/> kVA	
		Demanda 'f' <input type="text" value="0"/> kVA	
		Demanda D.2 <input type="text" value="0"/> kVA	
		Demanda total do agrupamento <input type="text" value="0"/> kVA	
		Carga total dos comércios e lojas <input type="text" value="0"/> kW	
		Carga total do agrupamento <input type="text" value="0"/> kW	
Verificação do Anexo J.2:		Esconder <input type="button" value="Esconder"/>	
Condutor (mm <sup>2</sup> )		Calcular <input type="button" value="Calcular"/>	
Tensão: <input type="text"/>	Ramal entrada: <input type="text"/>	Limpar <input type="button" value="Limpar"/>	
Demanda: <input type="text"/>	Aterramento: <input type="text"/>	Sair <input type="button" value="Sair"/>	
Tipo Fomec.: <input type="text"/>	Proteção: <input type="text"/>	Imprimir <input type="button" value="Imprimir"/>	
Disjuntor: <input type="text"/>			
Ramal Lig.: <input type="text"/>			

Figura 3: Tela para o cálculo de agrupamentos.

Fonte: (Autor próprio).

Nesta tela os valores de demanda, calculados por UC, são preenchidos automaticamente nos campos de (Demanda 'a') até (Demanda D.2) e as cargas instaladas nas UCs são somadas na (Carga total dos comércios e lojas). No canto superior esquerdo desta tela, tem-se a possibilidade de colocar a carga instalada em apartamentos, caso haja. A demanda dos mesmos será calculada preenchendo-se os campos (Número de aptos) e (Área (m<sup>2</sup>)). Assim, o programa, com base no Anexo T e no Anexo U do RIC BT, calculará a demanda dos apartamentos. Caso, no agrupamento, não se tenham apartamentos, basta marcar a *check Box* (Marque caso não tenham apartamentos).

Com todas as cargas das UCs importadas e com suas respectivas demandas individuais calculadas, para completar o cálculo e obter o dimensionamento da entrada de serviço, de acordo com a tabela J.2 do Anexo J do RIC BT, deve-se clicar no botão 'Calcular' da tela mostrada na Figura 3.

Os demais botões presentes nesta tela têm as seguintes funções programadas: botão 'Limpar' quando clicado apaga todos os dados presentes nos campos, botão 'Esconder' quando clicado tira a tela do cálculo para agrupamento da área de visualização, mas não perde os valores já preenchidos nela, botão 'Sair' quando clicado fecha a tela do cálculo de agrupamento, apagando todos os valores presentes nas caixas de texto, botão 'Imprimir' gera um arquivo do tipo .pdf da tela do cálculo para agrupamento.

Nos cálculos efetuados, caso o agrupamento apresente uma demanda superior aos limites estabelecidos na tabela J.2 do Anexo J do RIC BT, no campo ‘Tensão’ aparecerá a mensagem, em vermelho com fundo ciano, “Deve ser em MT!”

## **5. EXEMPLOS DE CASOS DO CÁLCULO DE DEMANDA**

Neste capítulo serão mostrados exemplos da aplicação do programa desenvolvido para o cálculo da demanda. Sabe-se que existem bastantes possibilidades de exemplos, pois se tem uma quantidade elevada de tipos de atividades, além das classes de tensão de 380/220 V e 440/220 V. De modo que, para contemplar todos os tipos de atividades com as classes de tensão, seriam necessários mais de 50 exemplos, considerando uma mesma planilha de carga. Além dos cálculos envolvendo agrupamentos. Fazer isso tornaria, no entanto, o relatório muito extenso e cansativo para leitura. Então, tomar-se-ão apenas alguns exemplos, os quais serão escolhidos pelo autor.

### **5.1. Residência urbana de médio porte**

Este exemplo tem o intuito de mostrar o funcionamento do programa desenvolvido, considerando uma carga residencial instalada, com diversos equipamentos. Ou seja, uma residência tipicamente localizada na zona urbana. Este tipo de caso é bastante comum, por isso é interessante que seja mostrado um exemplo do mesmo.

Neste caso, na Figura 4 pode-se verificar como as informações são preenchidas no *Layout* de impressão. Informando os dados do consumidor, o seu endereço, número de processo, data e hora em que o cálculo foi realizado e o dimensionamento da entrada de serviço de acordo com o Anexo J do RIC BT. Apresentando, quais são as maiores cargas resistivas e motrizes suportadas para o dado tipo de fornecimento.

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO					
Proprietário:		Processo:	6800/16		
Atividades:	RESIDENCIAS	Área (m²):	0		
Tensão Forn:	380/220				
Endereço:					
Município:					
Data e hora:	23/05/2016 15:21:05				
Compatibilização com o Anexo J do RIC!					
Carga total instalada (kW):	45,7	Maior motor		Carga resistiva	Entrada de energia
Demanda (kVA):	25,925	FN	3	FN	Disjuntor: 40
Tensão de fornecimento:	380/220	FF	5	FF	Ramal Lig: Q-10
Tipo de fornecimento:	C14	FFF	20		Tip Med: DIR
Notas:					
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento
1	Aparelho de Som	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
2	Aspirador de Pó	1	1000	1,00	Ilumin. e tomadas
3	Batedeira	1	450	0,45	Ilumin. e tomadas
4	Centrifuga	1	650	0,65	Ilumin. e tomadas
5	Chuveiro	3	7500	22,5	Aparelhos de aquec.
6	Computador	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
7	Condicionador de Ar 9000 Btus	4	1300	5,2	Climatizadores
8	Ferro de Passar Roupa	1	1500	1,5	Aparelhos de aquec.
9	Forno Elétrico Doméstico	1	1500	1,5	Aparelhos de aquec.
10	Forno Microondas	1	1300	1,3	Aparelhos de aquec.
11	Freezer ou Refrigerador Duplex	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
12	Impressora Laser	1	400	0,4	Ilumin. e tomadas
13	Lavadora de Roupa	1	1500	1,5	Ilumin. e tomadas
14	Liquidificador	1	400	0,4	Ilumin. e tomadas
15	Ponto de Iluminação	15	100	1,5	Ilumin. e tomadas
16	Refrigerador Comum	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
17	Secador de Cabelos	1	1300	1,3	Aparelhos de aquec.
18	Televisor	2	200	0,4	Ilumin. e tomadas
19	Torneira Elétrica	1	5000	5,00	Aparelhos de aquec.

Figura 4: Cálculo da demanda e dimensionamento da entrada de serviço – Residência Urbana.

Fonte: (Autor próprio).

## 5.2. Residência urbana de pequeno porte

Este exemplo é interessante, pois leva em consideração o dimensionamento da entrada de serviço e cálculo de demanda para residências urbanas de pequeno porte e/ou que tenham pouca carga instalada. Neste exemplo, como a carga instalada é pequena, menor que 25 kW, para a tensão de 380/220 V, não é necessário realizar o cálculo da demanda para a apresentação do projeto elétrico. No entanto, para o caso da concessionária, é necessário ter um parâmetro de demanda associado ao imóvel.

Esse dado é usado para dimensionamento da rede, bem como dos demais equipamentos que a compõe, para garantir o seu correto funcionamento. Assim, para esse tipo de caso, deve-se adotar um

valor de demanda ao imóvel. Na Figura 5 é mostrado com o programa trabalha para estas situações, com os respectivos dimensionamentos realizados.

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO					
Proprietário:				Processo:	6864/16
Atividades:	RESIDENCIAS			Área (m²):	150
Tensão Forn:	380/220				
Endereço:					
Município:					
Data e hora:	24/05/2016 00:19:43				
Compatibilização com o Anexo J do RIC!					
Carga total instalada (kW):	11,35	Maior motor		Carga resistiva	Entrada de energia
Demanda (kVA):	1,5	FN	3	FN	8
Tensão de fornecimento:	380/220	FF	0	FF	0
Tipo de fornecimento:	A2	FFF	0		
Disjuntor:					40
Ramal Lig:					D-10
Tip Med:					DIR
Notas:					
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento
1	Aparelho de Som	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
2	Batedeira	1	450	0,45	Ilumin. e tomadas
3	Chuveiro	1	7500	7,5	Aparelhos de aquec.
4	Forno Elétrico Doméstico	1	1500	1,5	Aparelhos de aquec.
5	Liquidificador	1	400	0,4	Ilumin. e tomadas
6	Ponto de Iluminação	8	100	0,8	Ilumin. e tomadas
7	Refrigerador Comum	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
8	Televisor	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
9	Ventilador Comum	1	100	0,1	Ilumin. e tomadas

Figura 5: Cálculo da demanda e dimensionamento da entrada de serviço – Residência Urbana pequena.

Fonte: (Autor próprio).

### 5.3. Residência rural

Este exemplo de cálculo de demanda e dimensionamento de entrada de serviço leva em consideração uma residência localizada na zona rural. Para o caso, escolheu-se a classe de tensão de 440/220 V, pois esta é comumente utilizada pela concessionária nas redes rurais. Neste exemplo, como a carga instalada não chegou as 15 kW, para o projeto elétrico não é necessário a cálculo da demanda. No entanto, como dito anteriormente, para a cooperativa é interessante ter um parâmetro de demanda associado ao imóvel. Neste caso, recorrem-se as recomendações explicadas no Item 3.2. Na Figura 6 é mostrado como ficou o dimensionamento para este imóvel.

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO					
Proprietário:				Processo:	6854/16
Atividades:	ATIVIDADES AGRÍCOLAS DIVERSAS			Área (m²):	100
Tensão Forn:	440/220				
Endereço:					
Município:					
Data e hora:	23/05/2016 15:32:04				
Compatibilização com o Anexo J do RIC!					
Carga total instalada (kW):	11,35	Maior motor		Carga resistiva	Entrada de energia
Demanda (kVA):	3,1	FN	3	FN	8
Tensão de fornecimento:	440/220	FF	0	FF	0
Tipo de fornecimento:	A2	FFF	0		
Disjuntor:	40				
Ramal Lig:	D-10				
Tip Med:	DIR				
Notas:					
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento
1	Aparelho de Som	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
2	Batedeira	1	450	0,45	Ilumin. e tomadas
3	Chuveiro	1	7500	7,5	Aparelhos de aquec.
4	Forno Elétrico Doméstico	1	1500	1,5	Aparelhos de aquec.
5	Liquidificador	1	400	0,4	Ilumin. e tomadas
6	Ponto de Iluminação	8	100	0,8	Ilumin. e tomadas
7	Refrigerador Comum	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
8	Televisor	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
9	Ventilador Comum	1	100	0,1	Ilumin. e tomadas

Figura 6: Cálculo da demanda e dimensionamento da entrada de serviço – Residência Rural.

Fonte: (Autor próprio).

#### 5.4.Comércio rural

Este exemplo mostra o funcionamento do programa para casos de instalações comerciais localizadas na zona rural. Como se escolheu a ligação na classe de tensão 440/220 V, carga instalada e demanda calculada, o tipo de entrada de serviço deve ser o B4. Na Figura 7 são mostrados os dimensionamentos para o imóvel, bem como os dados do cliente.

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO					
Proprietário:				Processo:	8308/16
Atividades:	LOJAS			Área (m²):	0
Tensão Forn:	440/220				
Endereço:					
Município:					
Data e hora:	23/05/2016 15:56:42				
Compatibilização com o Anexo J do RIC!					
Carga total instalada (kW):	19,31	Maior motor		Carga resistiva	Entrada de energia
Demanda (kVA):	20,452	FN	3	FN	8,8
Tensão de fornecimento:	440/220	FF	7,5	FF	0
Tipo de fornecimento:	B4	FFF	0		
Disjuntor:	50				
Ramal Lig:	T-10				
Tip Med:	DIR				
Notas:					
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento
1	Aparelho de Som	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
2	Chuveiro	1	7500	7,5	Aparelhos de aquec.
3	Computador	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
4	Condicionador de Ar 12000 Btus	1	1600	1,6	Climatizadores
5	Freezer ou Refrigerador Duplex	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
6	Impressora Laser	1	400	0,4	Ilumin. e tomadas
7	Equipamento a Motor 3CV	1	2208	2,21	Motores
8	Ponto de Iluminação	15	100	1,5	Ilumin. e tomadas
9	Soldador Mig Trifásico 180A	1	4800	4,8	Aparelhos de solda
10	Refrigerador Comum	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
11	Televisor	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas

Figura 7: Cálculo da demanda e dimensionamento da entrada de serviço – Comércio Rural.

Fonte: (Autor próprio).

### 5.5. Loja de confecções

Neste exemplo de caso, é abordada outra situação bastante comum, isto é, instalações comerciais urbanas. Na Figura 8 mostram-se os dimensionamentos para uma loja.

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO					
Proprietário:	LOJA FICTÍCIA			Processo:	6855/16
Atividades:	LOJAS			Área (m²):	0
Tensão Forn:	380/220				
Endereço:	CENTRO				
Município:	BOZANO				
Data e hora:	23/05/2016 23:06:55				
<b>Compatibilização com o Anexo J do RIC!</b>					
Carga total instalada (kW):	30	Maior motor	Carga resistiva	Entrada de energia	
Demanda (kVA):	29,6452	FN 5	FN Lim disj	Disjuntor:	70
Tensão de fornecimento:	380/220	FF 10	FF Lim disj	Ramal Lig:	Q-25
Tipo de fornecimento:	C16	FFF 30		Tip Med:	DIR
Notas:					
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento
1	Aparelho de Som	2	200	0,4	Ilumin. e tomadas
2	Chuveiro	1	7500	7,5	Aparelhos de aquec.
3	Condicionador de Ar 7.500 Btus	4	1000	4,00	Climatizadores
4	Ponto de Iluminação	40	100	4,00	Ilumin. e tomadas
5	Televisor	2	200	0,4	Ilumin. e tomadas
6	Equipamento a Motor 5CV	1	3680	3,68	Motores
7	Aspirador de Pó	1	1000	1,00	Ilumin. e tomadas
8	Cafeteira Elétrica	1	300	0,3	Ilumin. e tomadas
9	Computador	5	350	1,75	Ilumin. e tomadas
10	Enceradeira	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
11	Impressora Laser	1	400	0,4	Ilumin. e tomadas
12	Refrigerador Comum	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
13	Telefone de uso público	2	10	0,02	Ilumin. e tomadas
14	Nobreak 6 kVA	1	6000	6,00	Ilumin. e tomadas

Figura 8: Cálculo da demanda e dimensionamento da entrada de serviço – Loja de confecções.

Fonte: (Autor próprio).

No exemplo é interessante comentar que pela carga instalada e pela demanda calculada, o tipo de fornecimento deveria ser do tipo C15. No entanto, como tem uma carga motriz monofásica de 5 cv, o tipo de fornecimento não pode ser o C15; pois, de acordo com o Anexo J do RIC BT, esse tipo só aceita motores monofásicos de até 3 cv. Desde modo, o programa selecionou o tipo de fornecimento C16 para garantir a completa compatibilização com o Anexo J do RIC BT.

## 5.6. Escola

Aqui serão mostrados os dimensionamentos para o caso de uma UC do tipo escola. Para este exemplo, criou-se uma tabela de carga fictícia, atribuindo-se cargas que normalmente são encontradas em escolas. Na Figura 9 são mostrados os resultados deste dimensionamento.

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO					
Proprietário:	NOME FICTÍCIO			Processo:	6801/16
Atividades:	ESCOLAS			Área (m²):	0
Tensão Forn:	380/220				
Endereço:	RUA JACOB MITTMANN				
Município:	CORONEL BARROS				
Data e hora:	23/05/2016 16:46:21				
Compatibilização com o Anexo J do RIC!					
Carga total instalada (kW):	67,2	Maior motor		Carga resistiva	Entrada de energia
Demanda (kVA):	45,206	FN	5	FN Lim disj	Disjuntor: 70
Tensão de fornecimento:	380/220	FF	10	FF Lim disj	Ramal Lig: Q-25
Tipo de fornecimento:	C16	FFF	30		Tip Med: DIR
Notas:					
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento
1	Aparelho de Som	2	200	0,40	Ilumin. e tomadas
2	Aspirador de Pó	1	1000	1,00	Ilumin. e tomadas
3	Batedeira	1	450	0,45	Ilumin. e tomadas
4	Chuveiro	2	7500	15,00	Aparelhos de aquec.
5	Computador	20	350	7,00	Ilumin. e tomadas
6	Condicionador de Ar 9000 Btus	10	1300	13,00	Climatizadores
7	Forno Elétrico Doméstico	1	1500	1,50	Aparelhos de aquec.
8	Forno Microondas	1	1300	1,30	Aparelhos de aquec.
9	Freezer ou Refrigerador Duplex	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
10	Impressora Laser	2	400	0,80	Ilumin. e tomadas
11	Liquidificador	1	400	0,40	Ilumin. e tomadas
12	Ponto de Iluminação	200	100	20,00	Ilumin. e tomadas
13	Refrigerador Comum	1	200	0,20	Ilumin. e tomadas
14	Televisor	4	200	0,80	Ilumin. e tomadas
15	Torneira Elétrica	1	5000	5,00	Aparelhos de aquec.

Figura 9: Cálculo da demanda e dimensionamento da entrada de serviço – Escola.

Fonte: (Autor próprio).

### 5.7.Cooperativa Agropecuária

Este exemplo mostra o funcionamento do programa para o caso de comércios urbanos. Os resultados do dimensionamento da entrada de serviço, bem como do cálculo da demanda e demais informações do consumidor são apresentados na Figura 10.

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO					
Proprietário:				Processo:	8472/16
Atividades:	LOJAS			Área (m²):	0
Tensão Forn:	380/220				
Endereço:					
Município:					
Data e hora:	23/05/2016 16:24:38				
Compatibilização com o Anexo J do RIC!					
Carga total instalada (kW):	45,324	Maior motor		Carga resistiva	Entrada de energia
Demanda (kVA):	37,402	FN	5	FN Lim disj	Disjuntor: 70
Tensão de fornecimento:	380/220	FF	10	FF Lim disj	Ramal Lig: Q-25
Tipo de fornecimento:	C16	FFF	30		Tip Med: DIR
Notas:					
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento
1	Chuveiro	4	7500	30,00	Aparelhos de aquec.
2	Equipamento a Motor 2CV	3	1472	4,42	Motores
3	Equipamento a Motor 3CV	1	2208	2,21	Motores
4	Ponto de Iluminação	27	100	2,70	Ilumin. e tomadas
5	Soldador Monofásico 2kVA	3	2000	6,00	Aparelhos de solda

Figura 10: Cálculo da demanda e dimensionamento da entrada de serviço – Cooperativa.

Fonte: (Autor próprio).

### 5.8. Agrupamento de 6 apartamentos e 2 lojas

Na **Figura 11**, é mostrado como o programa trabalha para calcular a demanda e dimensionar a entrada de serviço para o caso de agrupamentos. No exemplo, considerou-se que o agrupamento é composto por 6 apartamentos de 80 m<sup>2</sup> e por 2 lojas. Esta demonstração segue o padrão de cálculo apresentado no Exemplo 10 do Anexo S do RIC BT. As cargas referentes às lojas devem ser importadas uma por uma e calculado a demanda na Tela Inicial do programa. Após isso, abre-se a Tela do Cálculo para Agrupamentos e preenchem-se os dados relativos aos apartamentos. Para ser calculada a demanda total do agrupamento e realizado o dimensionamento da entrada de serviço, basta clicar no botão ‘Calcular’ desta figura.

Cálculo de demanda para agrupamentos!

### Agrupamentos residenciais

Carga instalada nos aptos  Marque caso não tenham apartamentos.

Número de aptos  Área (m²)

D(individual) Anexo T  Fator Diversidade Anexo U

1,2 X X

Demanda dos aptos  kVA

### Demais tipos de comércios e lojas

Demanda 'a'  kVA

Demanda 'b'  kVA

Demanda 'c'  kVA

Demanda 'd'  kVA

Demanda 'e'  kVA

Demanda T  kVA

Demanda D.2  kVA

Demanda total do agrupamento  kVA

Carga total dos comércios e lojas  kW

Carga total do agrupamento  kW

Esconder

Limpar

### Verificação do Anexo J.2:

Condutor (mm²)

Tensão:  Ramal entrada:

Demanda:  Aterramento:

Tipo Forneç.:  Proteção:

Disjuntor:

Ramal Lig.:

Figura 11: Cálculo da demanda e dimensionamento da entrada de serviço para o agrupamento.

Fonte: (Autor próprio).

## 5.9.Exemplos de situações para demonstrar a atuação do programa em casos especiais

Nestes exemplos será mostrado como o programa opera em casos que a carga, demanda, ou equipamentos instalados estejam inadequados para a aplicação escolhida. Vale ressaltar que aqui serão criadas tabelas de cargas fictícias, apenas com o propósito de demonstrar o funcionamento do *software*.

### 5.9.1. Exemplo de consumidor com carga instalada superior a 75 kW em 380/220 V

Na Figura 12 é mostrado com o programa funciona e qual mensagem que é apresentada quando se tem uma carga instalada que excede o limite permitido para instalações em BT na classe de tensão escolhida.

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO					
Proprietário:				Processo:	6800/16
Atividades:	RESIDENCIAS			Área (m²):	0
Tensão Forn:	380/220				
Endereço:					
Município:					
Data e hora:	24/05/2016 00:00:33				
<b>Compatibilização com o Anexo J do RIC!</b>					
Carga total instalada (kW):	77	Maior motor		Carga resistiva	
Demanda (kVA):		FN		FN	Disjuntor:
Tensão de fornecimento:		FF		FF	Ramal Lig:
Tipo de fornecimento:		FFF			Tip Med:
Notas:	A instalação deve ser em MT!!!				
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento
1	Aparelho de Som	1	200	0,20	Ilumin. e tomadas
2	Aspirador de Pó	1	1000	1,00	Ilumin. e tomadas
3	Batedeira	1	450	0,45	Ilumin. e tomadas
4	Centrifuga	1	650	0,65	Ilumin. e tomadas
5	Chuveiro	5	7500	37,50	Aparelhos de aquec.
6	Computador	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
7	Condicionador de Ar 9000 Btus	4	1300	5,20	Climatizadores
8	Ferro de Passar Roupa	1	1500	1,50	Aparelhos de aquec.
9	Forno Elétrico Doméstico	1	1500	1,50	Aparelhos de aquec.
10	Forno Microondas	1	1300	1,30	Aparelhos de aquec.
11	Freezer ou Refrigerador Duplex	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
12	Impressora Laser	1	400	0,40	Ilumin. e tomadas
13	Lavadora de Roupa	1	1500	1,50	Ilumin. e tomadas
14	Liquidificador	1	400	0,40	Ilumin. e tomadas
15	Ponto de Iluminação	15	100	1,50	Ilumin. e tomadas
16	Refrigerador Comum	1	200	0,20	Ilumin. e tomadas
17	Secador de Cabelos	2	1300	2,60	Aparelhos de aquec.
18	Televisor	2	200	0,40	Ilumin. e tomadas
19	Torneira Elétrica	4	5000	20,00	Aparelhos de aquec.

Figura 12: Exemplo para instalações urbanas.

Fonte: (Autor próprio).

### 5.9.2. Exemplo de consumidor com carga instalada superior a 50 kW em 440/220 V

Na Figura 13 é mostrado com o programa funciona e qual mensagem que é apresentada quando se tem uma carga instalada que excede o limite permitido para instalações em BT na classe de tensão de 440/220 V.

CÁLCULO DO TIPO DE FORNECIMENTO					
Proprietário:	CARLOS DE MORAES			Processo:	6850/16
Atividades:	ATIVIDADES AGRÍCOLAS DIVERSAS			Área (m²):	0
Tensão Forn:	440/220				
Endereço:	RUA JACOB MITTMANN				
Município:	CORONEL BARRIOS				
Data e hora:	24/05/2016 00:57:19				
<b>Compatibilização com o Anexo J do RIC!</b>					
Carga total instalada (kW):	54,45	Maior motor	Carga resistiva	Entrada de energia	
Demanda (kVA):		FN	FN	Disjuntor:	
Tensão de fornecimento:		FF	FF	Ramal Lig:	
Tipo de fornecimento:		FFF		Tip Med:	
Notas:	Mude o tipo de fornecimento!				
Item	Equipamento	Quant.	Pot (W)	Pot Total (kW)	Tipo de equipamento
1	Aparelho de Som	2	200	0,40	Ilumin. e tomadas
2	Centrifuga	1	650	0,65	Ilumin. e tomadas
3	Chuveiro	3	7500	22,5	Aparelhos de aquec.
4	Computador	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
5	Condicionador de Ar 9000 Btus	4	1300	5,2	Climatizadores
6	Ferro de Passar Roupa	1	1500	1,5	Aparelhos de aquec.
7	Forno Elétrico Doméstico	1	1500	1,5	Aparelhos de aquec.
8	Forno Microondas	1	1300	1,3	Aparelhos de aquec.
9	Freezer ou Refrigerador Duplex	1	350	0,35	Ilumin. e tomadas
10	Impressora Laser	1	400	0,4	Ilumin. e tomadas
11	Lavadora de Roupa	1	1500	1,5	Ilumin. e tomadas
12	Liquidificador	1	400	0,4	Ilumin. e tomadas
13	Ponto de Iluminação	15	100	1,5	Ilumin. e tomadas
14	Refrigerador Comum	1	200	0,2	Ilumin. e tomadas
15	Secador de Cabelos	1	1300	1,3	Aparelhos de aquec.
16	Televisor	2	200	0,4	Ilumin. e tomadas
17	Torneira Elétrica	3	5000	15,00	Aparelhos de aquec.

Figura 13: Exemplo para instalações rurais.

Fonte: (Autor próprio).

### 5.9.3. Exemplo de agrupamento com lojas e apartamentos

Neste exemplo, considerou-se 3 lojas como a do Item 5.5 e 12 apartamentos de 100 m². Na Figura 14 é mostrado como o programa funciona.

Cálculo de demanda para agrupamentos!

**Agrupamentos residenciais**

Carga instalada nos aptos  Marque caso não tenham apartamentos.

Número de aptos  Área (m²)

D(individual) Anexo T  Fator Diversidade Anexo U

1,2 X X

Demanda dos aptos  kVA

**Demais tipos de comércios e lojas**

Demanda 'a'  kVA

Demanda 'b'  kVA

Demanda 'c'  kVA

Demanda 'd'  kVA

Demanda 'e'  kVA

Demanda 'f'  kVA

Demanda D.2  kVA

Demanda total do agrupamento  kVA

Carga total dos comércios e lojas  kW

Carga total do agrupamento  kW

**Verificação do Anexo J.2:**

Tensão: Deve ser em MTI

Demanda:

Tipo Fornec.:

Disjuntor:

Ramal Lig.:

Condutor (mm²)

Ramal entrada:

Aterramento:

Proteção:

Esconder

Limpar

Figura 14: Exemplo para o agrupamento.

Fonte: (Autor próprio).

Uma vez que a demanda calculada excedeu o limite permitido para instalações em BT, no caso de agrupamentos, é apresentada ao usuário uma mensagem informativa de que a ligação das cargas deve ser realizada em média tensão.

## 6. CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento de uma rotina para o cálculo de demanda, é possível sanar uma necessidade da cooperativa. Até então, esse cálculo vinha sendo realizado com suporte de um *software*, também em *Excel*, outrora desenvolvido dentro da concessionária. No entanto, o mesmo possuía algumas limitações, tais quais: a classificação e o cálculo das cargas para cada tipo de aparelho eram feitos de modo manual. Isto é, o usuário somava todas as cargas do tipo iluminação e tomadas, todas as cargas do tipo aparelhos de aquecimento, todas as cargas do tipo motores, assim sucessivamente; para preencher os campos no *software*.

Esse processo tornava o cálculo mais lento e suscetível a erros de classificação/soma. Tem-se ainda que, o cálculo para agrupamentos ainda não havia sido implementado na rotina antiga. Além disso, o programa anterior era baseado no RIC BT versão 1.0 da Fecoergs. E, em maio de 2016, entrou em vigor o RIC BT versão 2.0 da Fecoergs. De modo que, o programa desenvolvido, além de eliminar

as falhas existentes, está em conformidade com a versão atual do RIC.

## **REFERÊNCIAS**

Bertolo, L. A. (2015). *Lições de VBA do Excel*. Acesso em 25 de Maio de 2016, disponível em Site Prof.

Bertolo: <http://www.bertolo.pro.br/FinEst/SemanaContabeis2007/MacroExcel.pdf>

Fecoergs. (2014). *Critérios de Elaboração de Projetos*. Fecoergs, Porto Alegre.

Fecoergs. (2016). *Regulamento de Instalações Consumidoras*. Fecoergs.