



Comparativo entre métodos de controle de demanda: qual o mais eficiente para o usuário nacional ?

Mauricio R. Suppa (GESTAL Ltda)
Marcos Iuquinori Terada (GESTAL Ltda)

Afim de se obter o máximo aproveitamento da demanda de energia ativa contratada junto à concessionária de energia elétrica muitas vezes se necessita de um grau mínimo de automatismo sobre as cargas da instalação através de um controlador digital de baixo custo do tipo CLP (controlador lógico programável).

Independente da plataforma de hardware utilizada o método de controle (o qual depende diretamente do método de medição) é que irá definir o índice deste aproveitamento permitindo ao usuário otimizar ou não os valores de contrato bem como o número de chaveamento das cargas controladas.

No artigo "Procedimento para projetar o sistema de controle da demanda" publicado na edição de junho de 1995 desta revista, o autor, Fernando Ramos, descreve um procedimento prático para se obter valores ideais de demanda a ser contratada. Aqui descrevemos o tipo de controle necessário para manter este valor ideal sob controle, sendo este um complemento daquele artigo. Referências à equações e definições básicas sobre os

parâmetros elétricos aqui mencionados poderão ser encontrados no artigo acima citado.

Operar é a tarefa de conduzir o processo desde um estado inicial à um estado final qualquer.

Controlar é a maneira como se tenta conduzir o processo, a qual poderá ser manual ou automática.

Otimizar é a tarefa de conduzir o processo desde um estado inicial à um estado final ótimo respeitando certos critérios pré-estabelecidos.

Premissas básicas

Monitorar é fundamental quando se quer controlar ao mesmo tempo que controlar é fundamental quando se quer otimizar. Atualmente com o processo de globalização frenética a que estamos expostos, otimizar custos passou a ser imperativo para quem almeja competir neste novo mercado.

Para se otimizar é necessário antes se ter um controle capaz de assegurar um comportamento estável do processo em torno de um ponto operacional de referência, mesmo este não sendo um ponto



ótimo de referência. É inútil tentar otimizar algo sem controle. É assim na área de controle de processos e como veremos adiante é assim também com relação ao controle de demanda ativa de uma instalação industrial ou predial. O método de controle utilizado depende da maneira pela qual a variável está sendo medida, ou seja, depende diretamente do método de medição da variável a ser controlada.

Antes de entrarmos na aplicação de controle de demanda vamos rever alguns conceitos básicos de automação:

Por estas definições percebemos facilmente que para operar de forma segura é necessário um controle robusto da mesma forma que para otimizar é necessário possuir um controle capaz de manter o processo no ponto ótimo desejado respeitando os critérios existentes.

Na área de gerenciamento de energia elétrica onde temos no controle da demanda o ponto de maior potencial de economia convivemos com diversos métodos de controle. Neste artigo estaremos focalizando apenas dois dos mais utilizados pelos



fabricantes de controladores de demanda.

Antes de apresentarmos as diferenças entre eles vale a pena lembrar que neste caso o usuário contrata um determinado valor de demanda ativa junto à concessionária e deseja utilizar ao

Além de desejar utilizar plenamente a energia contratada desperdiçando o mínimo possível, o usuário gostaria que as atuações sobre as cargas controláveis da instalação fossem minimizadas

máximo este insumo durante o período de tarifação normalmente de 30 dias, sem contudo ultrapassar um valor limite geralmente igual ao valor contratado mais um percentual de tolerância sendo este valor comumente utilizado como referência para o controle.

Ao contrário do que muitos apregoam são os picos de demanda (média das potências) que não podemos permitir e não os picos de potência instantânea

Além de desejar utilizar plenamente a energia contratada desperdiçando o mínimo possível, o usuário gostaria que as atuações sobre as cargas controláveis da instalação fossem minimizadas a fim de não inviabilizar o controle ou no mínimo não elevar o custo de manutenção associado ao número impraticável de trocas dos contadores, por exemplo.

Para poder apresentar os diferentes métodos de controle devemos antes realizar um discernimento entre os métodos de medição utilizados pelos primeiros:

Métodos de medição

Em termos de medição temos os

métodos de medição **síncrona** e **assíncrona**. O método de medição síncrona é aquele utilizado por todas as concessionárias brasileiras e pela maioria dos países medindo a energia ativa num determinado intervalo de tempo que pode variar de 15 à 60 minutos na maioria dos casos. Na legislação brasileira este período é de 15 minutos tendo início

e fim bem definidos. Na prática o que se faz é integrar os pulsos de energia dentro deste intervalo, por isso chamado de intervalo de integração, obtendo o que chamamos de demanda de energia ativa, ou seja, a demanda é a energia média consumida em cada intervalo de 15 minutos não existindo plenamente antes do fechamento do intervalo.

Na maioria dos casos a concessionária fatura pelos maiores

valores registrados nos períodos de fora-ponta e ponta ou pelos valores contratados, os que forem maiores.

A cada início do intervalo de integração o consumo é zerado dando início a uma nova contagem. Se ao final do intervalo o valor médio de fechamento for superior ao limite permitido o usuário arcará com pesadas multas por ultrapassagem. Neste ponto é interessante frisar que poderão ocorrer picos de potência dentro do intervalo de integração desde que os mesmos não levem à ultrapassagem da demanda. Ao contrário do que muitos apregoam são os picos de demanda (média das potências) que não podemos permitir e não os picos de potência instantânea, normais para a produção, principalmente em processos onde existem grandes variações de carga durante curtos períodos de tempo.

O método de medição assíncrona, muito utilizado por tradicionais fabricantes de controladores de demanda, é o chamado média móvel ou ainda janela móvel o qual não se vale do sinal de sincronismo da concessionária. A janela móvel na verdade é um filtro de média móvel que "caminha" a cada período de atuação do controlador trazendo consigo todo o histórico (inércia) do período de integração anterior.

Em outras palavras, antes de entrar num novo período de integração visto pela concessionária, mas não por este método, a medição por janela móvel traz consigo um valor médio acumulado do período imediatamente anterior ao invés de entrar "zerado" como o faz o método de medição síncrona. Este fato por si só impede qualquer tipo



de otimização do consumo dentro do intervalo de integração e portanto da própria demanda, conforme ilustrado na figura 01.

Outra característica de medição por janela móvel é que a mesma, como já dissemos anteriormente, traz consigo toda a inércia do intervalo anterior prejudicando o controle das cargas na passagem do período de fora de ponta para ponta, retirando cargas desnecessariamente, conforme ilustrado na figura 02. Alguns dos fabricantes citados anteriormente se utilizam de artifícios ou métodos paliativos de correção para casos como estes sem contudo evitar riscos de ultrapassagem na passagem de ponta para fora de ponta como detectado em nossas simulações realizadas e apresentadas a seguir. Outra razão para a existência deste risco de ultrapassagem é que o controle por janela móvel atua sobre um erro já ocorrido (diferença entre a medição e o valor de controle) e não pela taxa de variação deste erro, como é no caso do controle por projeção da demanda.

Métodos de controle

O risco de ultrapassagem da janela móvel bem como o número excessivo de chaveamentos estão atrelados ao método de controle utilizado em conjunto com a mesma o qual se resume em níveis de liga/desliga correspondentes à percentuais da média móvel sendo medida, os quais uma vez atingidos farão com que as cargas controláveis sejam retiradas ou habilitadas exatamente como configurado pelo usuário, que neste caso faz o papel do controlador.

A figura 03 ilustra o conceito deste controle evidenciando o comportamento de um limitador de demanda ao invés de um controlador. Na verdade este método de controle se assemelha ao controle

Outra vantagem do controle preditivo é que ele opera segundo valores reais das cargas controláveis ... levando à tomadas de decisão de forma inteligente e precisa,

on-off sem conhecimento das cargas sendo retiradas ou habilitadas.

Um outro método de controle, mais inteligente, atua sobre a projeção da demanda sendo comumente chamado de controle por retas inclinadas ou controle por projeção da demanda. Existem diversas variantes deste tipo de controle sendo um deles o controle preditivo o qual tem por princípio retirar e/ou habilitar a carga necessária no tempo necessário, nem mais nem menos, visando desta forma a otimização da demanda a cada intervalo de integração. Uma de suas vantagens é que ele tem como método de medição o mesmo utilizado pela concessionária permitindo picos de consumo no início do intervalo de integração sem prejuízo do valor final da demanda.

Outra vantagem do controle preditivo é que ele opera segundo valores reais das cargas controláveis os quais são fáceis de serem configurados levando à tomadas de decisão de forma inteligente e precisa, conforme ilustrado na figura 04.

Usando o método de controle preditivo o usuário não necessita estabelecer os valores de atuação do controlador pois o mesmo é quem

decide quando (ΔT) e qual carga (ΔP) será acionada, ou seja, aqui o controlador é a máquina e não o operador!

Através deste método o controlador usa toda a sua

capacidade de processamento para ajustar a demanda de acordo com a projeção realizada e as prioridades e valores das cargas disponíveis para controle, lembrando sempre que independente do método de controle utilizado, preditivo ou por janela móvel, existe um valor mínimo de carga controlável a ser respeitado abaixo do qual o processo se torna *não controlável*.

Com isto podemos apresentar na tabela 01 um resumo dos dois métodos de controle mais utilizados no mercado mostrando suas principais características e diferenças

Exemplo de simulação

Para não ficarmos somente na teoria foi construída uma ferramenta que simula os algoritmos preditivo e por janela móvel. Este simulador tem como cenário comum a ambos os métodos de controle os seguintes parâmetros:

Demanda de Controle Fora Ponta
Demanda de Controle na Ponta
Máxima Demanda Instalada
Máxima Demanda Prática (fator de demanda)
Demanda Fixa (lastro)



Demanda Não Controlável Demanda Controlável

os quais poderão ser alterados como o usuário achar conveniente.

A diferença está tão somente na atuação sobre as cargas controláveis lembrando que os algoritmos do simulador são implementações reais dos controladores vendidos no mercado. Este programa é "freeware" estando à disposição de qualquer interessado em realizar testes com valores práticos da sua própria instalação devendo ser solicitado diretamente à GESTAL Ltda.

A tela do simulador que mostra a evolução dos testes é apresentada na figura 05. Através dela podemos acompanhar as curvas de evolução dos métodos de medição e controle de forma lenta ou rápida para cada período de integração inclusive para o período de ponta que apresenta os valores mais altos de multas por ultrapassagem.

Nesta tela podemos acompanhar também o número de acionamentos e o tempo acumulado de desligamento das cargas controláveis correspondentes à cada método de controle.

Na figura 06 apresentamos os resultados de uma simulação com parâmetros utilizados por uma instalação fictícia espelhada numa situação real:

Observe o número excessivo de chaveamentos da janela móvel (limitador) bem como o maior tempo acumulado de carga fora

de operação levando conseqüentemente a um menor índice de aproveitamento da demanda contratada. Neste caso o limitador permitiu a ultrapassagem da demanda na passagem de ponta para fora de ponta quando foram introduzidas as cargas não controláveis. Isto se deveu ao chaveamento tardio das cargas controláveis.

A utilização do método preditivo pode ser ainda mais otimizada quando combinada com variáveis de processo e/ou utilidades levando a uma tomada de decisão mais segura e eficiente. Para isto é necessário uma plataforma de hardware capaz de integrar sinais de naturezas diversas e combiná-los no nível de controle em tempo real.

Conclusão

A conclusão que chegamos é que o usuário deverá daqui por diante estar mais atento ao escolher seu sistema de gerenciamento de energia elétrica afim de não correr os riscos apresentados anteriormente ou ficar impossibilitado de otimizar seus custos operacionais.

Se não se exige otimização dos valores contratados de demanda, o controle por janela móvel poderá ser aplicado, mas mesmo assim continuará a apresentar riscos de ultrapassagem, o que é indesejável em qualquer situação.

Referências

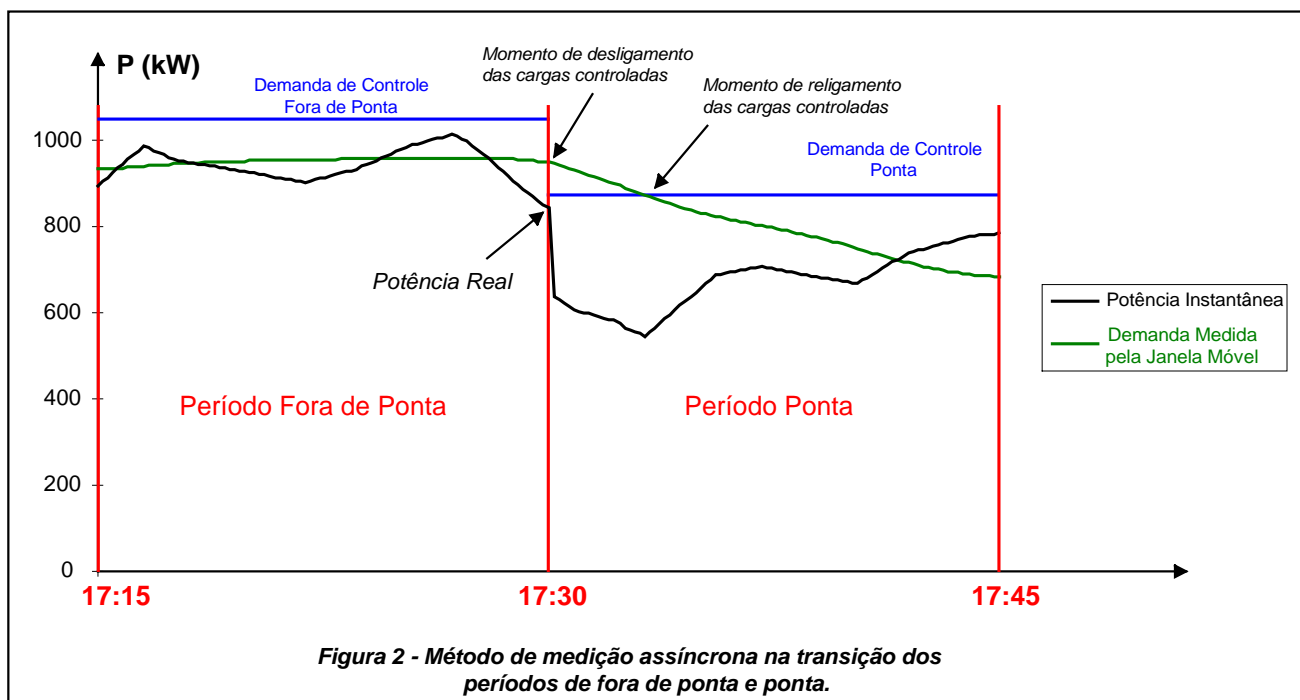
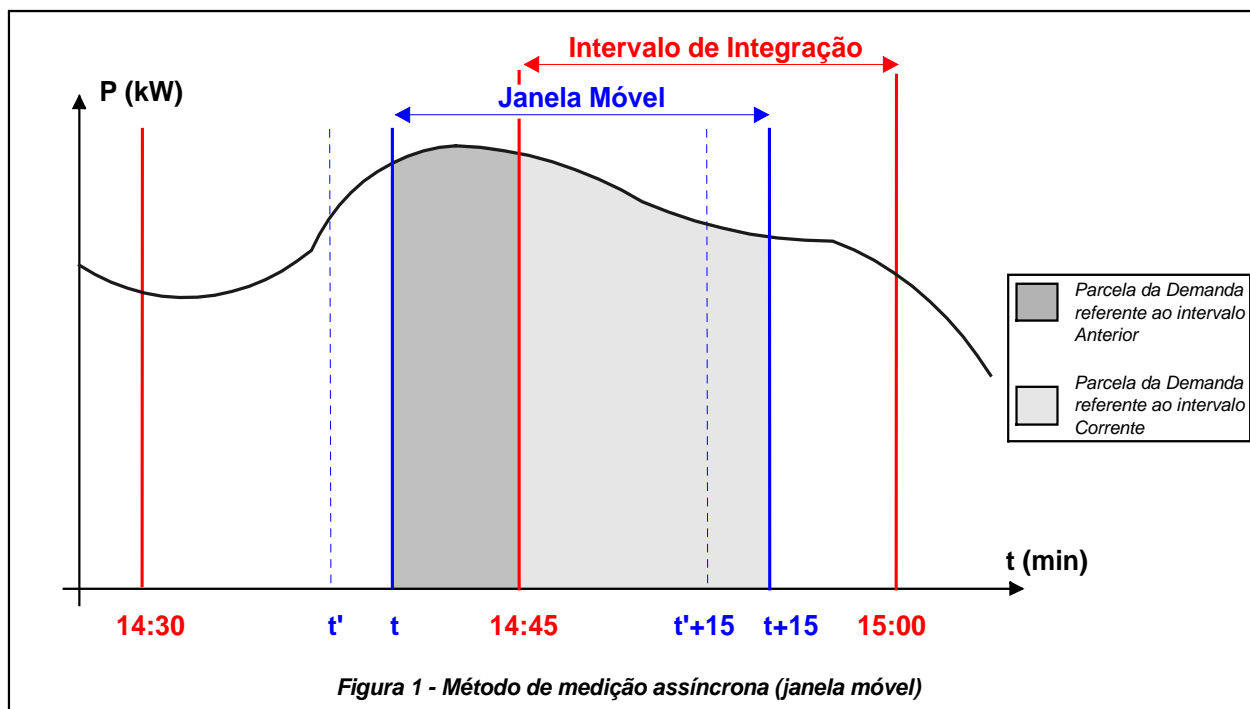
[1] Ramos, Fernando : Procedimento para projetar o sistema de controle da demanda . Eletricidade Moderna Ed. 06/95

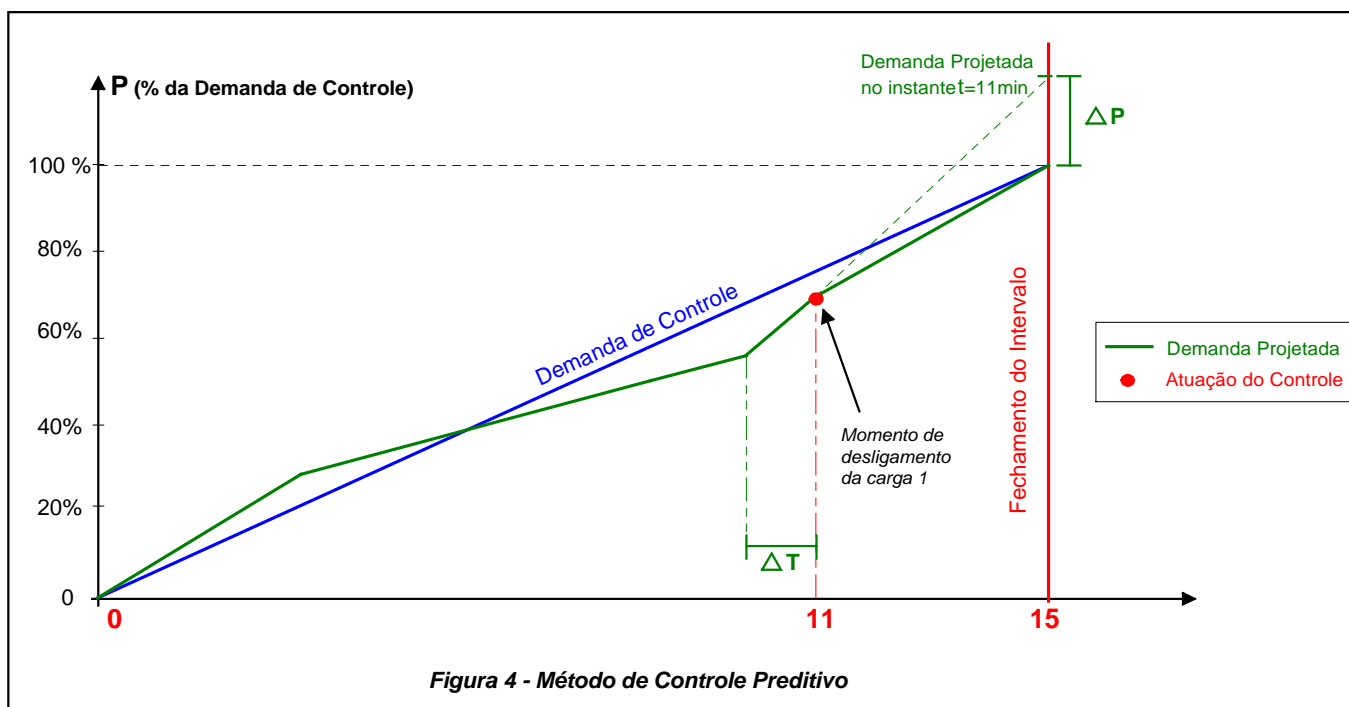
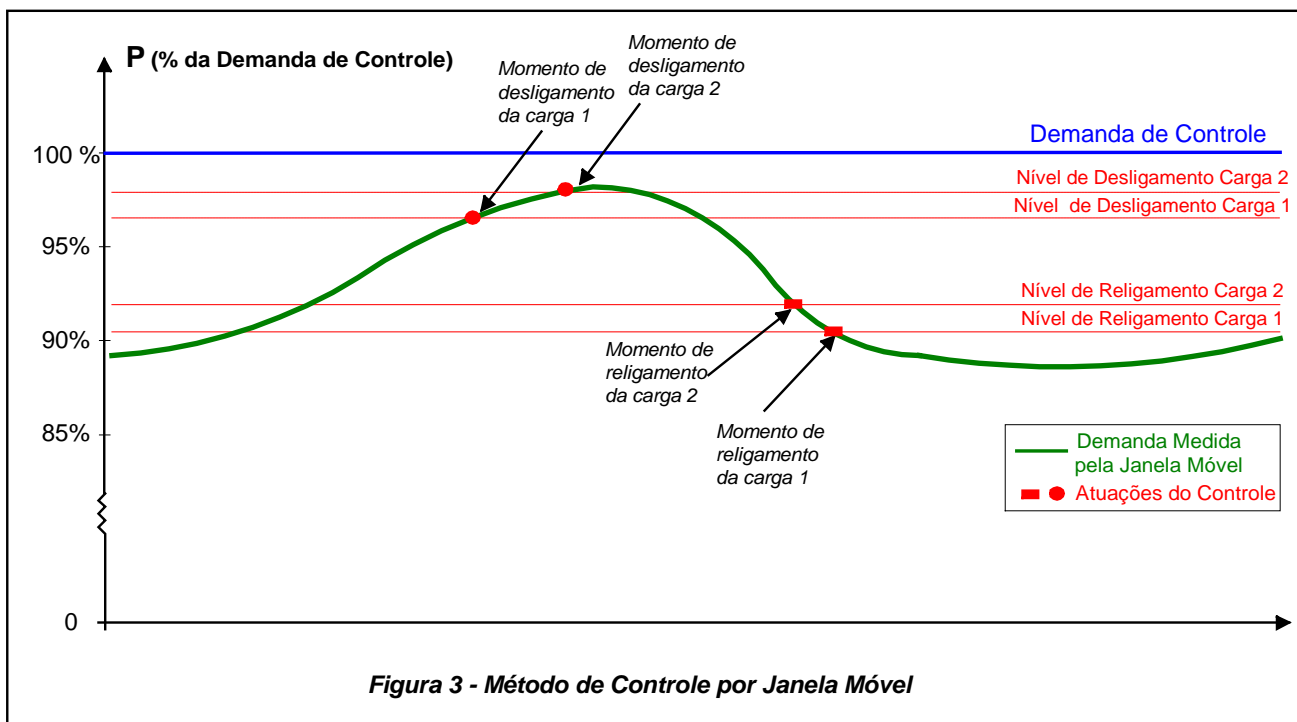
[2] Jugend, D.; Lazzari R.;Kovacs Z.: Controle de demanda com controlador programável. Eletricidade Moderna Ed. 11/89.

[3] Sánchez ,Juan M.Martín; Rodellar J.: Adaptive Predictive Control-From the concepts to plant optimization. Prentice Hall,1996

[4]Shoeps, Carlos A.: Conservação de Energia Elétrica na Indústria- Volumes I e II. Eletrobrás/Procel ,1993.

[5] Microcon II plus Energy Management System- Data Sheet - CONLOG Industrial Division,1996





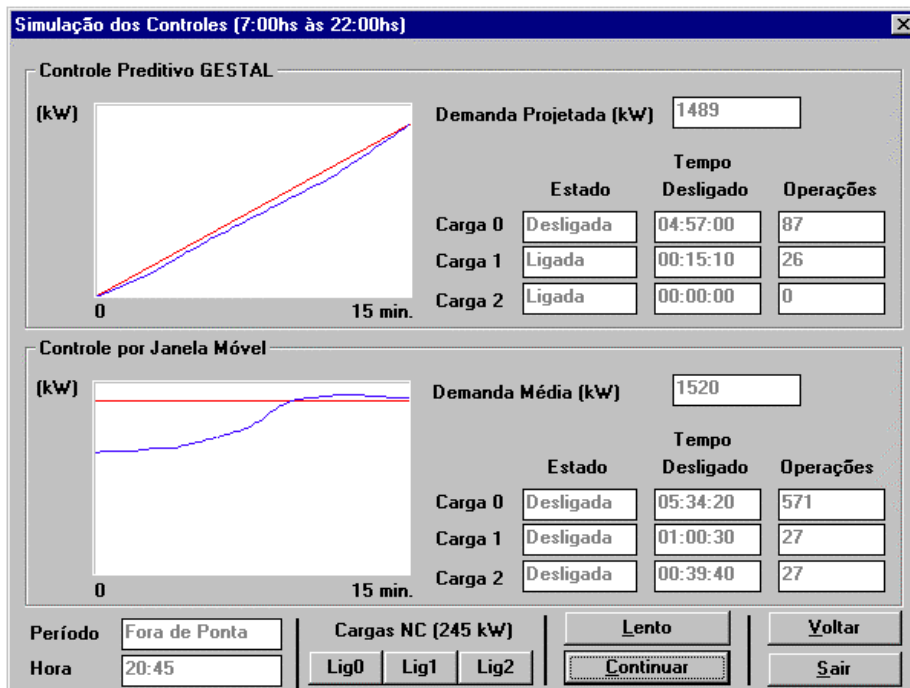


Figura 05

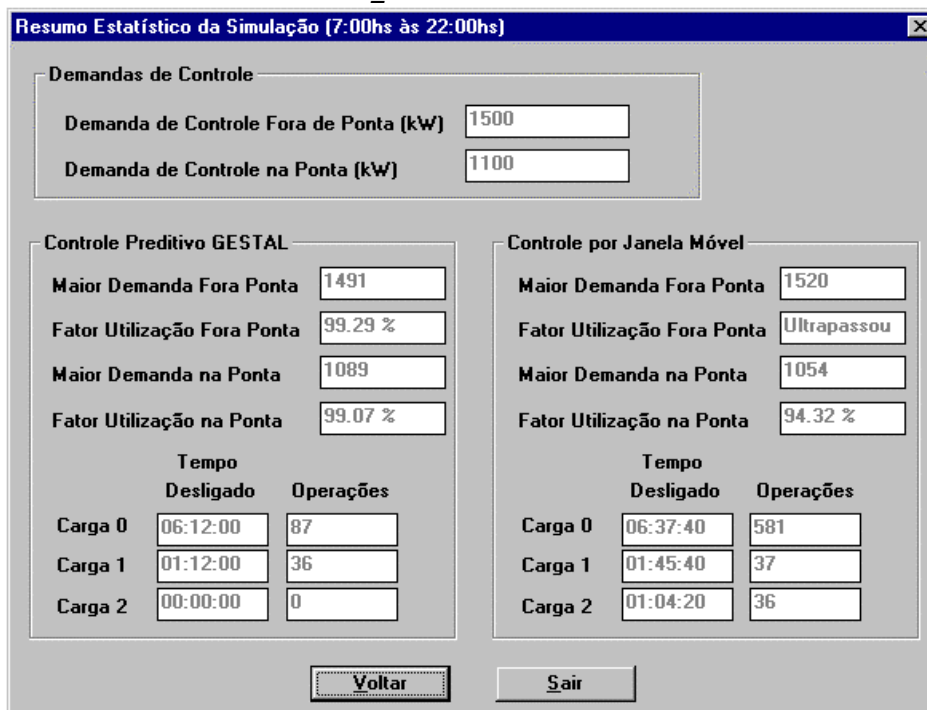


Figura 06



Tipo de Controle	Controle Preditivo	Controle pela Janela Móvel
Medição síncrona com a concessionária	Sim	Não
Variável monitorada	Demanda Projetada	Demanda Média assíncrona
Tempo de Atuação	Rápido	Retardado
Parâmetro de Programação das Cargas	Potência das Cargas	Níveis de Desligamento e Religamento
Controle das Cargas (liga/desliga)	Calcula potência e instante necessários	Atua no nível pré-programado
Analogia com controle PID (on-off)	Controle com componente PID	Controle on-off
Controle na transição do Período Ponta para Fora de Ponta	Liga e desliga as cargas necessárias para o respectivo intervalo	Desligamento das cargas maior que o necessário
Controle na transição do Período Fora de Ponta para Ponta	Liga e desliga as cargas necessárias para o respectivo intervalo	Religamento das cargas maior que o contrato
Risco de ultrapassagens	Não	Sim

Tabela 1 - Comparativo entre os Métodos de Controle